# UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL Y DRONE EN LA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE DE SITUACIONES DE RIESGOS POTENCIALES DEL KM 184+400 Y KM 184+700 EN LA CARRETERA DV. CERRO DE PASCO – HUÁNUCO”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

## TESISTAS:

BACH. ELIOT DAVID, AMARINGO FABIAN

BACH. FERNANDO BRAYAN, MUNDACA TELLO

## ASESOR:

ING. LUIS FERNANDO NARRO JARA

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2020**

## DEDICATORIA

A Dios, por darnos salud y vida y ser nuestro guía en todo momento

A nuestros padres por habernos forjados como personas de bien, con disciplina y educación.

A nuestros docentes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil – UNHEVAL por enseñanzas impartidas en las aulas.

## AGRADECIMIENTO

A nuestro asesor de Tesis Ing. Luis Fernando Narro Jara, por la orientación y asesoramiento.

A Provias Nacional y al Jefe Zonal el Ing. Francisco Guevara Martínez.

Al Ing. Luis Ivinson Ochoa Simón, piloto RPAS autorizado de Provias Nacional.

Al Ing. Ramiro Pujay Hipolo, apoyo con equipos de estación total y logística.

## RESUMEN

En la presente investigación se realiza la evaluación comparación técnica y económica del levantamiento topográfico con estación total y drone en la elaboración de expedientes de situaciones de riesgo potencial del km 184+400 y km 184+700 en la carretera Desviación Cerro de Pasco – Huánuco, ya que es parte fundamental para el control de los trabajos ejecutados para la conservación vial de la carretera Dv. Cerro de Pasco - Huánuco.

El levantamiento topográfico con estación total fue realizado por un operador especializado en el equipo, realizando las actividades desde la planificación del levantamiento y el trabajo y operación en campo; así mismo el levantamiento aerofotogramétrico con el drone Phantom 4 Pro fue realizado por nosotros con la supervisión del Piloto RPAS acreditado de Provias Nacional desde la planificación del vuelo, el trabajo y operación en campo.

Se realizó el procesamiento de datos obtenidos en campo para ambos métodos de levantamiento en el trabajo y operación en oficina, con la ayuda del software AutoCAD Civil 3D y Pix4Dmapper para el caso del levantamiento con drone; todo esto hasta generar la superficie del terreno y realizar el cálculo del volumen de corte.

Finalmente se elaboró el expediente de Situación de Riesgo Potencial de los dos sectores, eligiendo para el cálculo del volumen el método del levantamiento con

drone por dar como resultado mejores planos topográficos y cálculo de volumen de corte mucho más precisos y ser en análisis mejor opción económica para la elaboración de dichos expedientes.

## SUMMARY

In this research, the technical and economic comparison of the topographic surveys with total station and drone is carried out in the preparation of files of potential risk situations of km 184 + 400 and km 184 + 700 on the Cerro de Pasco - Huánuco deviation highway, since it is a fundamental part of the control of the works carried out for the road maintenance of the highway.

The total station topographic survey was carried out by an operator specialized in the equipment, carrying out the activities from the planning of the survey and the work and operation in the field; Likewise, the aerial photogrammetric survey with the Phantom 4 Pro drone was carried out by us with the supervision of the accredited RPAS Pilot of Provias Nacional from the planning of the flight, work and operation in the field.

The processing of data obtained in the field was carried out for both survey methods at work and office operation, with the help of AutoCAD Civil 3D software and Pix4D mapper for the case of survey with drone; all this until generating the surface of the land and performing the calculation of the cutting volume.

Finally, the Potential Risk Situation file for the two sectors was prepared, choosing for the volume calculation the drone survey method as it results in better topographic plans and a much more precise cut volume calculation and being the best economic option in analysis for the preparation of said files.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....I
AGRADECIMIENTO .....II
RESUMEN .....III
SUMMARY ..... V
INTRODUCCIÓN .....XXI
CAPITULO I .....1
1. MARCO TEÓRICO .....1
1.1 Antecedentes .....1
1.1.1 Formulación del Problema .....4
1.1.1.1 Problema General .....4
1.1.1.2 Problema Específico .....4
1.2 Objetivos .....5
1.2.1 Objetivo General .....5
1.2.2 Objetivo Específico .....5
1.3 Justificación e Importancia .....6
1.4 Hipótesis .....7
1.5 Variables .....7
1.5.1 Variables Independientes .....7
1.5.2 Variables Dependientes .....7
1.6 Operacionalización de Variables .....8
1.7 Muestra .....9
1.8 Conceptos Fundamentales .....9
1.8.1 Situación de Riesgo potencial .....9
1.8.1.1 Expediente de Situación de Riesgo Potencial .....10

1.8.2 Topografía .....10
1.8.2.1 Levantamiento Topográfico .....12
1.8.2.1.1 Levantamiento Topográfico con Estación Total .....13
1.8.3 Fotogrametría .....23
1.8.3.1.1 Levantamiento con Drone .....25
CAPITULO II .....39
2. MARCO METODOLÓGICO .....39
2.1 Tipo y Nivel de Investigación .....39
2.1.1 Tipo de Investigación .....39
2.1.2 Nivel de Investigación .....40
2.2 Investigación Preliminar .....40
2.2.1 Características del área de estudio .....40
2.2.1.1 Ubicación del área de estudio .....40
2.2.1.2 Inspección y Reconocimiento del terreno .....41
2.3 Levantamiento topográfico con Estación Total .....43
2.3.1 Planificación del levantamiento .....44
2.3.2 Equipos necesarios para el levantamiento .....44
2.3.3 Planificación del Personal .....45
2.3.4 Trabajo y Operaciones en Campo .....45
2.3.4.1 Puntos de Control .....45
2.3.4.2 Levantamiento con Estación Total .....48
2.3.4.3 Proceso de levantamiento del área de estudio. .....50
2.3.5 Trabajo y operaciones en oficina .....53
2.3.5.1 Importación de los puntos al AutoCAD Civil 3D .....54
2.3.5.1.1 Nube de Puntos .....54
2.3.5.2 Creación de la Superficie. .....55

2.3.5.3 Cálculo del Volumen....56
2.3.5.4 Proceso de levantamiento del área de estudio....60
2.3.6 Trabajo y operaciones en oficina....63
2.3.6.1 Importación de los puntos al AutoCAD Civil 3D....63
2.3.6.1.1 Nube de Puntos....63
2.3.6.2 Creación de la Superficie. ....65
2.3.6.3 Cálculo del Volumen....66
2.4 Levantamiento topográfico con aerofotogrametría usando Drone Phantom 4 68
2.4.1 Planificación del levantamiento....68
2.4.1.1 Datos preliminares de la zona de vuelo....69
2.4.1.2 Análisis de riesgos y peligros de vuelo....69
2.4.1.3 Análisis de la exigencia del proyecto....69
2.4.1.3.1 Estudio de la zona de trabajo....69
2.4.1.3.2 Reconocimiento del área de vuelo....70
2.4.2 Pre vuelo....70
2.4.2.1 Señalización y georreferenciación de puntos de control en el área de trabajo 70
2.4.3 Vuelo sobre el terreno....72
2.4.3.1 Despegue del dron....72
2.4.3.2 Planificación programada de vuelo con software para drones....76
2.4.3.2.1 Distancia de muestreo de la tierra....76
2.4.3.2.2 Velocidad de vuelo....76
2.4.3.2.3 Traslape longitudinal y lateral entre fotos....76
2.4.3.2.4 Angulo de inclinación de la cámara....77
2.4.3.2.5 Señal satélite y GPS....78

2.4.3.2.6 Aterrizaje del dron ....78
2.4.4 Trabajo en campo ....78
2.4.5 Trabajo en oficina ....81
2.5 Elaboración del Expediente de Situación de Riesgo Potencial ....107
CAPITULO III ....119
3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS ....119
3.1 Expediente de Situación de Riesgo Potencial ....119
3.2 Plano Topográfico del área en estudio ....120
3.3 Análisis Técnico comparativo entre el levantamiento con estación total y el levantamiento con Drone Phantom 4 ....124
3.3.1 Inspección de campo ....124
3.3.2 Planificación de levantamiento ....124
3.3.3 Trabajo de campo ....126
3.3.4 Trabajo de oficina o gabinete ....126
3.3.5 Elaboración del expediente de riesgo potencial ....128
3.4 Análisis Económico comparativo entre el levantamiento con estación total y el levantamiento con Drone Phantom 4 ....129
CONCLUSIONES ....132
RECOMENDACIONES ....134
LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN ....135
BIBLIOGRAFÍA ....136
ANEXOS ....139

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Orientación de Estación Total ..... 15

Figura 2 Estación Total ES65 ..... 20

Figura 3 Chasis de Phantom 4 Pro ..... 26

Figura 4 Motores – Hélices ..... 27

Figura 5 GPS y Brújula ..... 28

Figura 6 Batería y Cargadores del Drone Phantom 4 ..... 28

Figura 7 Control Remoto del Drone Phantom 4 Pro ..... 30

Figura 8 Estabilizador (Gimbal) y cámara de Phantom 4 Pro ..... 30

Figura 9 Captura de pantalla de las características del plan de vuelo de la quebrada km 184+400 ..... 77

Figura 10 Captura de pantalla de las características del plan de vuelo de la quebrada km 184+700 ..... 77

Figura 11 Archivo de fotos en la PC quebrada km 184+400 ..... 82

Figura 12 Importación de imágenes quebrada km 184+400 al programa Pix4Dmapper ..... 83

Figura 13 Coordenadas de fotografías quebrada km 184+400 ..... 84

Figura 14 Procesamiento inicial quebrada km 184+400 en el programa Pix4Dmapper ..... 84

Figura 15 Ingreso de puntos de control quebrada km 184+400 en el Pix4Dmapper ..... 86

Figura 16 Vista de puntos de control en el Pix4Dmapper quebrada km 184+400 ..... 86

Figura 17 Geoferenciación de puntos de control quebrada km 184+400 en el Pix4Dmapper ..... 87

Figura 18 Reoptimización de puntos de control quebrada km 184+700 ..... 88

Figura 19 Nube de puntos densa quebrada km 184+400 ..... 88

Figura 20 Malla de puntos quebrada km 184+400 en el Pix4Dmapper ..... 89

Figura 21 Orto mosaico quebrada km 184+400 en el Pix4Dmapper ..... 89

Figura 22 Exportación de nube de puntos en formato LAS de la quebrada km 184+400 ..... 90

Figura 23 Importación de nube puntos quebrada km 184+400 ..... 91

Figura 24 Exportación en formato RCS para poder abrir en el Civil 3D quebrada km 184+400 ..... 92

Figura 25 Enlazando nube de puntos quebrada km 184+400 ..... 92

Figura 26 Curvas de nivel quebrada km 184+400 ..... 93

Figura 27 Creación de alineamiento en eje de quebrada km 184+400..... 93

Figura 28 Archivo de fotografías quebrada km 184+700 ..... 95

Figura 29 Importación de imágenes al programa Pix4Dmapper quebrada km 184+700..... 96

Figura 30 Coordenadas de fotografías quebradas km 184+700..... 97

Figura 31 Procesamiento inicial en el Pix4dmapper quebrada km 184+700 .... 97

Figura 32 Ingresando puntos de control quebrada km 184+700 en el Pix4Dmapper ..... 98

Figura 33 Puntos de control quebrada km 184+700 en el Pix4Dmapper..... 99

Figura 34 Georreferenciación de puntos de control quebrada km 184+700 ..... 99

Figura 35 Reoptimización de puntos de control quebrada km 184+700 ..... 100

Figura 36 Nube de puntos densa quebrada km 184+700..... 100

Figura 37 Malla de puntos quebrada km 184+700..... 101

Figura 38 Orto mosaico quebrada km 184+700..... 102

Figura 39 Exportación de nube de puntos en formato LAS quebrada km 184+700..... 103

Figura 40 Importación de nube de puntos quebrada km 184+700 ..... 104

Figura 41 Exportación en formato RCS para poder abrir en el Civil 3D quebrada km 184+700 ..... 104

Figura 42 Enlazando nube de puntos quebrada km 184+700 ..... 105

Figura 43 Curvas de nivel quebrada km 184+700 ..... 105

Figura 44 Alineamiento en el eje de la quebrada km 184+700 ..... 106

Figura 45 Plano topográfico quebrada km 184+400 con aerofotogrametría ... 115

Figura 46 Plano de secciones transversales quebrada km 184+400 con aerofotogrametría ..... 115

Figura 47 Plano topográficos quebrada km 184+700 con aerofotogrametría . 116

Figura 48 Plano de secciones transversales quebrada km 184+700 con aerofotogrametría ..... 116

Figura 49 Elaboración de planos topográficos quebrada km 184+400 con estación total..... 120

Figura 50 Elaboración de planos topográficos quebrada km 184+700 con estación total..... 121

Figura 51 Elaboración de planos topográficos quebrada km 184+400 con aerofotogrametría ..... 122

Figura 52 Elaboración de planos topográficos quebrada km 184+700 con aerofotogrametría ..... 122

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Perfil Longitudinal de la quebrada km 184+400 ..... 57

Gráfico 2 Secciones transversales de quebrada km 184+400..... 57

Gráfico 3 Volumen total de corte quebrada km 184+400..... 58

Gráfico 4 Perfil longitudinal de la quebrada km 184+700..... 66

Gráfico 5 Sección transversal de la quebrada km 184+700..... 67

Gráfico 6 Volumen de corte en la quebrada km 184+700..... 67

Gráfico 7 Perfil longitudinal quebrada km 184+400 ..... 94

Gráfico 8 Secciones transversales quebrada km 184+400..... 94

Gráfico 9 Volumen total de corte quebrada km 184+400..... 95

Gráfico 10 Perfil longitudinal quebrada km 184+700 ..... 106

Gráfico 11 Secciones transversales quebrada km 184+700..... 107

Gráfico 12 Volumen de corte quebrada km 184+700 ..... 107

Gráfico 13 Comparación de costos de levantamientos..... 130

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1 Inspección del Área de Estudio ..... 32

Imagen 2 Puntos de apoyo terrestre ..... 33

Imagen 3 Planeación del vuelo ..... 34

Imagen 4 Ejecución del vuelo ..... 36

Imagen 5 Ubicación de la zona de estudio ..... 41

Imagen 6 Vista Panorámica de la Quebrada del km 184+400 ..... 42

Imagen 7 Vista Panorámica de la Quebrada del km 184+700 ..... 43

Imagen 8 Monumentación del BM-1 km 184+400 ..... 46

Imagen 9 Monumentación del BM-2 km 184+400 ..... 46

Imagen 10 Monumentación del BM-1 km 184+700 ..... 47

Imagen 11 Monumentación del BM-2 km 184+700 ..... 47

Imagen 12 Proceso de Estacionar y calibrar la Estación Total ..... 49

Imagen 13 Fotografía de los prismas utilizados ..... 50

Imagen 14 Levantamiento de la parte alta de los taludes km 184+400 ..... 51

Imagen 15 Levantamiento de la parte baja de los taludes km 184+400 ..... 52

Imagen 16 Levantamiento de los límites de la quebrada km 184+400 ..... 52

Imagen 17 Levantamiento de los bordes de la vía quebrada km 184+400..... 53

Imagen 18 Importación de puntos al AutoCAD Civil 3D quebrada km 184+400 54

Imagen 19 Nube de puntos en el AutoCAD civil 3D quebrada km 184+400..... 55

Imagen 20 Creación de superficie quebrada km 184+400..... 55

Imagen 21 Vista en 3D de la quebrada km 184+400..... 56

Imagen 22 Creación de alineamiento en eje de quebrada km 184+400..... 56

Imagen 23 Punto de estación E-01 quebrada km 184+700..... 59

Imagen 24 Prismas utilizados para el levantamiento quebrada 184+700..... 60

Imagen 25 Levantamiento de la parte alta de los taludes de la quebrada km 184+700..... 61

Imagen 26 Levantamiento de la parte baja de los taludes de la quebrada km 184+700..... 61

Imagen 27 Levantamiento de los límites de la quebrada km 184+700..... 62

Imagen 28 Levantamiento de los bordes de la vía de la quebrada km 184+700 ..... 62

Imagen 29 Importación de puntos al AutoCAD Civil 3D quebrada km 184+700 63

Imagen 30 Nube de puntos en AutoCAD Civil 3D quebrada km 184+700..... 64

Imagen 31 Giro de los puntos de la quebrada km 184+700 ..... 64

Imagen 32 Creación de la superficie de la quebrada km 184+700 ..... 65

Imagen 33 Vista de la superficie en 3D de la quebrada km 184+700 ..... 65

Imagen 34 Alineamiento en el eje de la quebrada km 184+700 ..... 66

Imagen 35 Ubicación de las dianas para la georreferenciación de los puntos de control de la quebrada del km 184+400 ..... 70

Imagen 36 Verificación del correcto funcionamiento del Drone en el quebrada km 184+400 ..... 75

Imagen 37 Verificación del correcto funcionamiento del drone en el quebrada km 184+700 ..... 76

Imagen 38 Inicio del vuelo del drone quebrada km 184+400 ..... 78

Imagen 39 Drone en elevación para empezar con su ruta de vuelo quebrada km 184+400 ..... 79

Imagen 40 Aterrizaje del drone quebrada km 184+400 ..... 79

Imagen 41 Inicio del vuelo del drone quebrada km 184+700 ..... 80

Imagen 42 Drone en elevación para empezar con su ruta de vuelo quebrada km 184+700 ..... 80

Imagen 43 Aterrizaje del drone en el quebrada km 184+700 ..... 81

Imagen 44 Vista general de la memoria descriptiva del expediente de situación de riesgo potencial ..... 108

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de Consistencia ..... 8

Tabla 2 Coordenadas de BMs ..... 48

Tabla 3 Tabla de coordenadas de los puntos de control ubicados con el GPS Garmin de la quebrada km 184+400 ..... 71

Tabla 4 Ubicación de las dianas para la georreferenciación de los puntos de control de la quebrada del km 184+700 ..... 71

Tabla 5 Tabla de coordenadas de los puntos de control ubicados con el GPS Garmin de la quebrada km 184+700 ..... 72

Tabla 6 Check list para la preparación de vuelo de las quebradas km 184+400 y 184+700 ..... 73

Tabla 7 Check list para el pre vuelo de las quebradas km 184+400 y km 184+700 ..... 74

Tabla 8 Planilla de metrados quebrada km 184+400 ..... 109

Tabla 9 Planilla de metrados quebrada km 184+700 ..... 110

Tabla 10 Presupuesto del riesgo potencial con aerofotogrametría quebrada 184+400 ..... 111

Tabla 11 Presupuesto del riesgo potencial con aerofotogrametría quebrada 184+700 ..... 112

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Cronograma de Situación de Riesgo potencial quebrada km 184+400 ..... 113

Cuadro 2 Cronograma de situación de riesgo potencial quebrada km 184+700 ..... 114

Cuadro 3 Ventajas y desventajas del levantamiento con estación total y drone ..... 123

Cuadro 4 Calculo de tiempo por procedimiento ..... 128

Cuadro 5 Presupuesto del levantamiento topográficos con estación total ..... 129

Cuadro 5 Presupuesto del levantamiento topográficos con drone Phantom 4 pro ..... 130

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO N° I Expediente de Situación de Riesgo Potencial del km 184+400 y 184+700

# INTRODUCCIÓN

En la actualidad se viene desarrollando el Servicio de Gestión y Conservación por niveles de servicio en la carretera Dv. Cerro de Pasco – Huánuco, para lo cual una de sus actividades es la atención de situaciones de riesgos potenciales en sectores de la carretera, en donde se realiza el pago por recursos utilizados para la intervención de cada actividad proyectada.

La topografía de estos sectores es un factor importante ya que este brindara datos del terreno a intervenir y de las actividades a realizar, la realización de estos trabajos también cuenta con un tiempo y presupuesto.

En la presente tesis se evalúa y compara el levantamiento topográfico de dos sectores con estación total y drone en la elaboración de los expedientes de situaciones de riesgos potenciales y se optara por el método más eficiente técnica y económicamente.

La presente investigación está compuesta por tres capítulos:

Capítulo I: Marco Teórico

Capítulo II: Marco Metodológico

Capítulo III: Discusión de resultados

Se finalizó con las conclusiones y recomendaciones.

# CAPITULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes

En los trabajos de ingeniería en donde se planifica la implementación o ejecución de los diferentes tipos de obras tales como obras viales, edificación, túneles, entre otros; es necesario realizar un levantamiento topográfico, que permita tener una concepción general de la morfología del terreno que se requiere modelar; para lo cual se necesita la presencia de un profesional del área, labor técnicamente realizada por un Ingeniero Civil, Ingeniero Topógrafo, o por un técnico bajo supervisión de los mismos.

Es así que en la actualidad viene llevándose a cabo El Servicio de Gestión y Conservación por niveles de servicio del corredor vial: DV. Cerro de Pasco – Huánuco – Tingo María – Emp. PE – 5N (Puente Pumahuasi), en donde parte de sus actividades es realizar la Atención de Emergencia Viales y Situaciones de Riesgos Potenciales, que son trabajos para atender la preservación de la infraestructura vial en aspectos no previstos en otros alcances de su contrato y que deberán ser sustentadas en documentos que contengan: memoria descriptiva, especificaciones técnicas, cronogramas de trabajo, y presupuesto estimado en base a los recursos que utilice que permitan ejecutar las actividades necesarias para su atención; para lo cual una herramienta necesaria es el uso de

la topografía y así tener mayor exactitud en los trabajos a realizar y asimismo en minimizar costos.

Actualmente, los últimos avances tecnológicos, permiten contar con nuevas herramientas que se pueden poner al servicio de la ingeniería y en especial en el campo de la topografía, teniendo estos profesionales que actualizarse constantemente, para no perder el paso a la tecnología. La estación total que es un aparato electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica, consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico, todo esto le permite tener una precisión milimétrica.

Otro instrumento para la obtención de la topografía del terreno son los Drones, mediante le fotogrametría ha jugado un papel importante en esta fase de campo, sin embargo, ha sido un tanto no accesible por el costo de su servicio, así como el post procesamiento, para la obtención de ortofotos. Los drones debido a su reducido tamaño, versatilidad y mando a distancia, tienen una gran autonomía de vuelo, debido al uso de procesadores electrónicos, y a este adaptado una cámara de video y/o fotográfica y Sistema de Posicionamiento Global (GPS), permiten la obtención de información.

**Jiménez y Prado (2017)** concluyen que la aerofotogrametría es un método topográfico que podría mejorar la forma actual de realizar levantamientos con mucha eficiencia, apoyándose con los métodos tradicionales para complementarse y así mejorando sus puntos débiles.

Así mismo según **Santamaría (2019)** la topografía realizada con drones es una técnica innovadora al método tradicional, proporciona imágenes de alta calidad, para luego llevarlas al programa Agisoft y así unir las fotos lo cual genera el relieve del terreno de calidad, el cual servirá para una adecuada elaboración de planos.

**Tacca (2015),** concluye que los datos obtenidos en campo tomados con el drone phantom 2 vision + y las medidas obtenidas con la estación total, ambos equipos georreferenciados, tienen resultados muy similares, sin embargo, el primer método es el menos costoso por su versatilidad esto con un 95% de confianza y los cálculos de volúmenes y excavaciones con el uso de la fotogrametría y el drone Phantom 2 Visión +, se realiza en menor tiempo que con la estación total, además se requiere mucho menos personal que el método clásico.

**Olortegui y Sotelo (2017)**, concluyen tres casos posibles para su utilidad en la ingeniería civil: aplicaciones directas (Digitalización de Planos, Elaboración de Modelos, Identificación Situacional de Pavimentos, Mediciones de Longitud y Área), aplicaciones indirectas (Elaboración de Planos Topográficos, Elaboración

de Planos de Metrados y Replanteo, Sistema de información Geográfica, Cálculo de Volúmenes) y aplicaciones con limitaciones (Sistema de Información Territorial Para Catastro y Planos de Drenaje Urbano).

### 1.1.1 Formulación del Problema

#### 1.1.1.1 Problema General

- ¿Qué ventajas y desventajas se obtiene al evaluar y comparar el levantamiento topográfico con estación total y drone en la elaboración del expediente de Posibles Riesgos Potenciales del KM 184+400 y KM 184+700 en la carretera DV Cerro De Paso – Huánuco?

#### 1.1.1.2 Problema Específico

- ¿Cuál es el procedimiento del levantamiento topográfico con estación total y drone en los KM 184+400, 184+700?
- ¿Qué partes contiene la elaboración del expediente de Situaciones de Riesgo Potencial en el KM 184+400, 184+700?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de realizar un levantamiento topográfico con estación total en la elaboración del expediente de Situaciones de Riesgo Potencial?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de realizaron un levantamiento topográfico con drone en la elaboración del expediente de un Posible Riesgo Potencial?

- ¿Cuál es el resultado de comparar técnica y económicamente un levantamiento topográfico con estación total y con drone en la elaboración del expediente de un Posible Riesgo Potencial?

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

- Evaluar y Comparar el levantamiento topográfico con estación total y drone en la elaboración del expediente de Situación de Riesgos Potenciales del km 184+400 y km 184+700 en la carretera Dv. Cerro de Pasco – Huánuco.

### 1.2.2 Objetivo Específico

- Realizar y describir el procedimiento un levantamiento topográfico con estación total y con drone en los KM 184+400 y Km 184+700
- Realizar la elaboración de un expediente de Situación de Riesgo Potencial en los KM 184+400 y Km 184+700.
- Describir las ventajas y desventajas de realizar un levantamiento topográfico con estación total en la elaboración del expediente de una Situación de Riesgo Potencial en los KM 184+400 y Km 184+700.
- Describir las ventajas y desventajas de realizar un levantamiento topográfico con drone en la elaboración del expediente de una Situación de Riesgo Potencial en los KM 184+400 y Km 184+700.

- Comparar y describir técnica y económicamente un levantamiento topográfico con estación total y drone en la elaboración de un expediente de Situación de Riesgo Potencial en los KM en el KM 184+400 y Km 184+700.

## 1.3 Justificación e Importancia

En la vía nacional PE-3N y PE-18A en la carretera Dv. Cerro de Pasco – Huánuco – Tingo María – EMP.PE-5N(Puente Pumahuasi) se viene realizando el Servicio de Gestión y Conservación por Niveles de Servicio del corredor vial, con el objetivo de mejorar y asegurar una adecuada transitabilidad, dentro de los parámetros de los niveles de servicio; dentro de los servicios a brindar es la atención de las Emergencias Viales y Situaciones de Riesgos Potenciales los cuales generan un inminente peligro o alta probabilidad de riesgo de interrupción del tránsito, de seguridad para los usuarios o de la infraestructura.

El pago de estas ocurrencias es el resultado de la valorización de los recursos utilizados, sustentados en un informe técnico; dentro de estas ocurrencias se encuentran la atención de aludes de lodo y piedras (huaycos) que por su naturaleza sean imposibles de cubicarlos y derrumbes mayores a 200m3 por evento.

Para el cálculo de volúmenes de masa previo a los trabajos es dificultoso y peligroso el acceso, para lo cual hacer un trabajo con estación total se vuelve tedioso y peligroso.

Con la ayuda del drone y la aerofotogrametría se puede lograr un levantamiento preciso y accesible, y con la obtención de los datos que nos brinde esta tecnología se podrá procesar planos topográficos del terreno en evaluación y por consiguiente el cálculo de volúmenes de tierra, los cuales son necesarios para la elaboración de los documentos sustentatorios para la intervención en las situaciones de riesgos potenciales del corredor vial.

Esta metodología podría ser empleada y generalizada para el cálculo de volúmenes en los movimientos de tierras mayores en la atención de Emergencias Viales y Situaciones de Riesgo Potencial.

## 1.4 Hipótesis

El levantamiento topográfico con estación total es menos eficiente económicamente y en tiempo con relación al levantamiento topográfico con drone en la elaboración del expediente de una Situación de Riesgos Potenciales del km 184+400 y km 184+700 en la carretera Dv. Cerro de Pasco – Huánuco.

## 1.5 Variables

### 1.5.1 Variables Independientes

- Riesgos potenciales

### 1.5.2 Variables Dependientes

- Topografía
- Levantamiento topográfico con estación total

- Levantamiento topográfico con drones
- Evaluación y comparación de un levantamiento topográfico realizado con estación total y drone.

## 1.6 Operacionalización de Variables

***Tabla 1 Matriz de Consistencia***

| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS | VARIABLES | | DIMENSIONES | INDICADORES | MEDICIÓN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ¿Qué ventajas y desventajas se obtiene al evaluar y comparar el levantamiento topográfico con estación total y drone en la elaboración del expediente de Posibles Riesgos Potenciales del KM 184+400 y KM 184+700 en la carretera DV Cerro De Pasco – Huánuco? | Evaluar y Comparar el levantamiento topográfico con estación total y dron en la elaboración del expediente de Posibles Riesgos Potenciales del km 184+400 y km 184+700 en la carretera dv. Cerro de Pasco – Huánuco. | El levantamiento topográfico con estación total es menos eficiente económicamente y en tiempo con relación al levantamiento topográfico con drone en la elaboración del expediente de una Situación de Riesgos Potenciales del km 184+400 y km 184+700 en la carretera dv. Cerro de Pasco – Huánuco. | VARIABLE INDEPENDIENTE | SITUACIÓN DE RIESGOS POTENCIALES | Limpieza de Quebradas | Movimiento de masas. | VOLUMEN |
| | | | VARIABLE DEPENDIENTE | TOPOGRAFÍA | Levantamiento | Distancia | Metros |
| | | | | | | Área | Metros cuadrados |
| | | | | | | Volumen | Metros cúbicos |
| | | | | LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL | Planeación | Tiempo y costo | Días y soles |
| | | | | | Recolección de Datos | TIEMPO, COSTO, EFICIENCIA | Días, soles, resultados |
| | | | | | Procesamiento de datos | TIEMPO, COSTO, EFICIENCIA | Días, soles, resultados |
| | | | | LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON DRONE | Planeación | Tiempo y costo | Días y soles |
| | | | | | Recolección de Datos | TIEMPO, COSTO, EFICIENCIA | Días, soles, resultados |
| | | | | | Procesamiento de datos | TIEMPO, COSTO, EFICIENCIA | Días, soles, resultados |

***Fuente. Elaboración Propia.***

## 1.7 Muestra

El tipo de muestreo para la presente investigación es un muestreo no probabilístico opinático o intencional; es decir que se seleccionaron dos situaciones de riesgos potenciales de todo el tramo de la carretera Dv. Cerro de Pasco – Huánuco de manera arbitraria.

La muestra en estudio son LAS SITUACIONES DE RIESGO POTENCIAL UBICADOS EN EL KM 184+400 Y KM 184+700 de la carretera Dv. Cerro de Pasco – Huánuco.

## 1.8 Conceptos Fundamentales

### 1.8.1 Situación de Riesgo potencial

Es todo aquel factor que sin llegar a restringir la transitabilidad, presenta características de constituir una Emergencia Vial, que generara en un futuro inmediato o próximo una situación de interrupción del tránsito, de inseguridad para el usuario y de poner en peligro la infraestructura.

Se trata de problemas que comprometan el entorno socio-ambiental, la seguridad del tránsito o la infraestructura vial; abarca trabajos para mejorar la seguridad del tránsito de los vehículos y peatones (como plazoletas de cruce, sendas peatonales, pases peatonales o vehiculares), o trabajos para atender la preservación de la infraestructura vial ( como limpieza de cauces de ríos

adicionales, reparación de estructuras de puentes, atención de puntos críticos y otro deterioro no contemplado en la conservación).

#### 1.8.1.1 Expediente de Situación de Riesgo Potencial

En caso la situación sea catalogada como situación de riesgo potencial, la entidad emitirá una orden de servicio y el contratista prepare los diseños que comprenden: memoria de cálculo, especificaciones, cronograma de trabajo, y presupuesto estimado en base a los recursos que utilice, y que permitan ejecutar las actividades necesarias para su atención.

### 1.8.2 Topografía

Son los principios y métodos empleados con el fin de determinar las posiciones relativas de puntos encontrados en la superficie, usando tres elementos de espacio, dos de ellos es la distancia y una es la elevación.

La topografía, constituye una aplicación de la geometría por lo que, no se podría cumplir con el cometido asignado sin conocimientos Geométricos; así mismo a la topografía se le considera una de las herramientas básicas de la ingeniería civil. **(García, 1994).**

Divisiones de la topografía

Para su estudio la topografía se divide en tres partes:

- Topología, que estudia las leyes que rigen las formas del terreno

- Topometría, que establece los métodos geométricos de medida.
- Planografía, que es la representación gráfica de los resultados y constituye el dibujo topográfico.

Para que sea completa la representación gráfica de una porción de la superficie terrestre deberá contener:

- La forma general del terreno, o sea, su contorno o perímetro y los detalles interiores.
- La diferencia de altura que guardan los puntos del terreno, unos respecto a otros; y
- La superficie del terreno.

Según las operaciones que se ejecutan para representar el terreno, se divide la topografía en: planimetría y altimetría.

- Planimetría, se refiere a la posición de puntos y su proyección sobre un plano horizontal. Parte del trabajo topográfico que consiste en determinar la situación de los puntos del terreno en el plano XY.
- Altimetría, considera las diferencias de nivel existentes entre puntos de un terreno o una construcción. Para poder conocer estas diferencias de nivel hay que medir distancias verticales, directa o indirectamente, operación que se denomina nivelación; se denomina cota, elevación o altura de un punto determinado de la superficie terrestre a la distancia vertical que

existe desde el plano de comparación a dicho punto. **( Claros, Guevara, pacas, 2016).**

#### 1.8.2.1 Levantamiento Topográfico

Son el conjunto de operaciones necesarias para determinar posiciones sobre la superficie de la Tierra, de las características naturales y/o artificiales de una zona determinada y establecer la configuración del terreno. El procedimiento a seguir en los levantamientos topográficos comprende dos etapas fundamentales:

- El trabajo de campo, que es la recopilación de los datos. Esta recopilación fundamentalmente consiste en medir ángulos horizontales y/o verticales y distancias horizontales o verticales.
- El trabajo de gabinete o de oficina, que consiste en el cálculo de las posiciones de los puntos medidos y el dibujo de los mismos sobre un plano. La mayor parte de los levantamientos, tienen como objeto el cálculo de superficies y volúmenes, y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos, por lo cual estos trabajos también se consideran dentro de la topografía, donde reciben el nombre de topometría.

La topografía es una de las artes más antiguas e importantes porque, como se ha observado, desde los tiempos más remotos ha sido necesario marcar límites y dividir terrenos. En la era moderna, la topografía se ha vuelto indispensable. Los resultados de los levantamientos topográficos de nuestros días se emplean

para elaborar mapas de la superficie terrestre, arriba y abajo del nivel mar; trazar cartas de navegación aérea, terrestre y marítima; deslindar propiedades privadas y públicas; crear bancos de datos con información sobre recursos naturales y utilización de la tierra, para ayudar a la mejor administración y aprovechamiento de nuestro ambiente físico; evaluar datos sobre tamaño, forma, gravedad y campo magnético de la Tierra; y preparar mapas de la Luna y los planetas. Es difícil imaginar un proyecto de ingeniería por sencillo que esta sea, en el que no se tenga que recurrir a la topografía en todas y cada una de sus fases.

#### 1.8.2.1.1 Levantamiento Topográfico con Estación Total

La estación total viene de la fusión de un distanciómetro, un teodolito electrónico y un microprocesador, cuya función principal es la de agilizar las mediciones que antes se realizaban con un teodolito convencional, haciendo que el manejo o la aparición de errores acumulativos se disminuya considerablemente.

La evolución de la estación total no solo ha quedado en la simple fusión de los componentes existentes ya mencionados, sino, que al marguen de mejorar las longitudes de alcance, reducir los errores, tener mejores aplicaciones, trabajar en condiciones extremas y mejorar la operatividad de la misma. **(Aura, 2015).**

Una medición con Estación Total se obtiene una precisión laser en distancias ya precisión digital en los ángulos, a diferencia del teodolito y el nivel que utilizan una precisión óptica para medición de ángulos y distancias. Además, a partir de

ambas variables (ángulos y distancias verticales y horizontales) más la ubicación actual la estación total calcula y almacena las coordenadas geográficas de cada punto observado (N, E, Z) eliminando la necesidad de realizar cálculos complejos para digitalizar el levantamiento en un software CAD.

Sin embargo, también existen desventajas. La facilidad de uso del instrumento puede incurrir en una mala utilización del mismo, ya que un operador sin experiencia ni conocimientos apropiados puede asumir que está capacitado para el uso de la estación total, lo cual podría conllevar a un levantamiento impreciso y alejado de la realidad. Además, se pueden producir perdidas de información debido a errores en el almacenamiento del aparato. **(Cruz, 2008)**

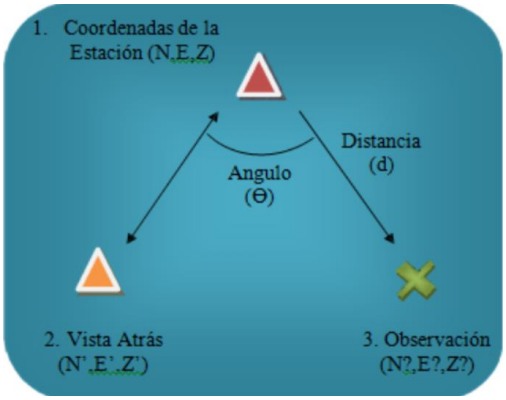
**a. Funcionabilidad**

El funcionamiento de la estación total se basa en el principio geométrico de la triangulación, que no es más que determinar la coordenada geográfica de un punto cualquiera a partir de dos puntos conocidos. Es así que para realizar un levantamiento con estación total se ha de partir de 2 puntos de coordenadas conocidas o en su defecto asumidas.

- Coordenadas de la estación (stn coordinate): Es la coordenada geográfica del punto sobre el cual se ubica el aparato en campo. A partir del mismo se observan todos los puntos de interés.

- Vista atrás (Back Sight): Es la coordenada geográfica de un punto visible desde la ubicación del aparato. El nombre tiende a confundir al pensar que este punto se ubica hacia atrás en el sentido que se ejecuta el levantamiento, pero más bien se refiere cualquier punto al que anteriormente se le determinaron sus coordenadas, mediante el mismo aparto o con cualquier otro método aceptable.
- Observación (observation): Es u punto cualquiera visible desde la ubicación del aparato al que se le calcularan las coordenadas geográficas a partir del Stn Coordinate y el Back Sight.

***Figura 1 Orientación de Estación Total***




***Fuente. Aura 2009***

**b. Partes y accesorios de la estación total**

El aparato completo está formado por las siguientes partes:

- Trípode: es la estructura sobre la que se monta el aparato en el terreno.
- Base niveladora: es una plataforma que usualmente va enganchada al aparato, sirve para acoplar la estación total sobre el trípode y para nivelarla horizontalmente. Posee 3 tornillos de nivelación y un nivel circular.
- Estación total: es el aparato como tal, y básicamente está formado por un lente telescópico con objetivo laser, un teclado, una pantalla y un procesador interno para calculo y almacenamiento de datos. Funciona con baterías de litio recargables.
- Prisma: Es conocido como objetivo que al ubicarse sobre un punto desconocido y ser observado por la estación total capta el láser y hace que rebote de regreso hacia el aparato. Un levantamiento se puede realizar con un solo prisma, pero para mejorar el rendimiento se usan al menos dos de ellos.
- Bastón porta prisma: es una especie de bastón metálico con altura ajustable, sobre el que se coloca el prisma. Posee un nivel circular para ubicarlo con precisión sobre un punto en el terreno. Se requiere un bastón por cada prisma en uso.

La estación total, el aparato en sí, se conforma de un lente con objetivo laser, pantalla y un procesador para el cálculo y almacenamiento de los datos. Sus partes las constituyen:

- Mira de aproximación: Se usa para apuntar hacia el objetivo en un principio.
- Anteojo: se trata de un telescopio usado para visualizar a distancia. Se compone de un ocular y un objetivo; además de un sistema de lentes e hilos del retículo que son de puntería, no estadimétricos.
- Nivel esférico: con este se ejecuta una primera nivelación del aparato.
- Nivel tórico o tubular: nivel de gran precisión de forma tórica, ubicado sobre la alidada.
- Batería recargable: posee una duración en servicio de entre seis y ocho horas, dependiendo de la intensidad de uso del aparato y ciertas condiciones del trabajo en campo como distancias, cantidad de mediciones o turbidez del aire. En condiciones óptimas, una carga puede durar hasta aproximadamente 500 mediciones.
- Tornillos de coincidencia y presión de movimiento cenital: El de presión sirve para inmovilizar o liberar el giro del anteojo sobre el limbo cenital, mientras que el de pequeños movimientos ajusta finamente la puntería.
- Tornillos de coincidencia y presión de movimiento acimutal: Funcionan básicamente de la misma manera que los de movimiento cenital, sin embargo, estos se ajustan con respecto al limbo horizontal.

- Pantalla digital: permite visualizar todos los datos recolectados, así como operar el instrumento en el proceso de toma de estos, si bien usando adicionalmente el teclado o únicamente con la pantalla táctil.
- Teclado: permite el ingreso de datos.
- Conector de comunicación de datos: con el se puede bajar la información recogida en la toma de datos para guardarla en un computador donde se procesará posteriormente. Generalmente es una entrada USB.
- Tornillos de nivelación de base: son tres tornillos ( en algunos casos cuatro) que se usan par anivelar el instrumento para obtener la horizontalidad y verticalidad necesarias.
- Base: base del aparato que se ubica sobre el trípode correspondiente.
- Base niveladora: es un accesorio generalmente unido al instrumento, necesario para acoplar el trípode y la estación total y nivelar esta última, está compuesta por tres tornillos de nivelación y un nivel circular. **(Hernández, 2011)**

**c. Características de la estación total Topcon ES65**

ES65 cuenta con la funcionalidad de muchas estaciones totales robóticas de gama alta, nuestra serie ES está repleta de funciones y lista para enfrentar los lugares de trabajo modernos.

Comunicación a mayores distancias, ligera y resistente

El diseño ligero y compacto de la serie ES tiene toda la funcionalidad que necesita para sus tareas diarias. Con un radio de trabajo de 300 m, puede dirigir esta estación total de nivel básico desde el controlador de campo portátil y concentrarse en sus tareas.

La tecnología LongLink™, también conocida como una solución robótica económica de dos operarios, en nuestra serie ES aumenta la flexibilidad en operaciones de campo tradicionales. Y su inversión permanece actualizada y conectada en caso de que retiren o pierdan el dispositivo, con un seguimiento de posición remota a través del servidor internacional TSshield para una recuperación oportuna y segura.

Flujos de trabajo más rápido con ES65

- Larga devolución de mediciones de distancia de prisma, en hasta 4000 m
- Servicios web TSshield™ para mantenimiento y seguridad optimizados
- Comunicación LongLink™ de Topcon a 300 m
- Clasificación ambiental IP66 de resistencia
- Proporciona 36 horas de duración de batería

***Figura 2 Estación Total ES65***

***Fuente. Cartilla Topcon***

**d. Inicio, puesta en estación y almacenamiento de datos**

Antes de comenzar con cualquier trabajo de topografía, se debe tener en cuenta que la ubicación de la estación debe ser un lugar seguro, que le de al operador una correcta ergonomía, en una zona estable, adecuada, visible y que permita abarcar la mayor cantidad de puntos posibles si es que se tratase de una radiación a una distancia estratégica para trabajos puntuales.

- Inicio : luego de elegir la ubicación de la estación, se debe tener en cuenta las condiciones favorables de manejo teniendo el equipo en óptimas condiciones.

- Puesta en estación : desde acá comenzaremos a utilizar la estación total propiamente dicha;
    - Lo primero que se debe hacer es extender el trípode de forma que la vertical imaginaria pase lo más cerca posible del punto a estacionar. Las patas deben abrirse lo suficiente para conseguir una buena estabilidad: si están muy cerradas, el trípode es inestable y tenderá a caerse; si están muy abiertas, tendremos dificultado el movimiento en torno al trípode.
    - El siguiente paso será colocar la estación total sobre la plataforma del trípode, sujetándolo fuertemente con el tornillo de fijación del trípode. Debe asegurarse de que la estación este siempre unida al trípode, ya que una caída del instrumento a esta altura afectada con seguridad seriamente a sus elementos mecánicos, ópticos y/o electrónicos.
    - Una vez que el aparato este sujeto al trípode, vemos a través de la plomada óptica donde está el punto de estación sin dejar de mirar a través de la plomada óptica, sujetando una pata con cada mano, levantamos el trípode girando y hacemos coincidir el punto de estación con la señal de la plomada. Una vez hecha esa

coincidencia, posamos suavemente las patas del trípode y pisamos fijando el trípode.

- Observamos el nivel esférico y la situación de la burbuja; ahora nivelaremos el nivel esférico subiendo o bajando las patas del trípode. Cuando este la burbuja centrada en el nivel esférico, empezaremos a nivelar el nivel de la alidada o principal del instrumento.
- Colocamos el nivel de la alidada en dirección a dos tornillos, y girándolos en sentidos contrarios, centramos la burbuja, después giramos el aparato 90° y tocando el tercer tornillo, centramos la burbuja del nivel.
- Comprobamos el centrado del instrumento con la plomada óptica, y si es necesario se afloja el tornillo de sujeción del aparato al trípode, desplazando suavemente el instrumento, o con los tornillos nivelantes centramos la señal con la marca y subiendo o bajando las patas del trípode se centra la burbuja del nivel esférico.
- Repetimos la operación, hasta que este perfectamente nivelado el aparato.

- Una vez que esta el instrumento estacionado, podemos encender la estación total. Giramos la alidada horizontalmente y basculamos el anteojo para tener las lecturas angulares visibles.

- Gestión de datos : Son los procesos necesarios para administrar la data que resulte de los levantamientos topográficos, si no, también como las acciones necesarias para comenzar un trabajo.
  - Georreferenciación por norte geográfico.
  - Toma de puntos.

La aplicación de este método en esta presente tesis es la de obtener información de la quebrada en estudio, mediante la toma de datos del terreno con la ayuda de la estación total, procesarlas mediante el software AutoCAD Civil 3D y tener como resultado el plano topográfico del terreno que nos ayude a calcular el volumen de corte a realizar para la elaboración del expediente e intervención de la situación de riesgo potencial.

### 1.8.3 Fotogrametría

La fotogrametría, según Bonneval, es la técnica que tiene como objetivo estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquiera utilizando esencialmente medidas hechas sobre una o varias fotografías.

Etimológicamente, la palabra fotogrametría significa la métrica de lo escrito con luz. Es, en esencia, la ciencia que utiliza la fotografía para hacer medidas, y su aplicación es extensiva a numerosas áreas de conocimiento. Existe otra técnica que utiliza también fotografías aéreas denominada fotointerpretación y que se dedica al estudio pormenorizado de las fotografías con el objetivo de analizar fenómenos de muy variada tipología. Sin embargo, la fotogrametría no interpreta fenómenos si no que, mediante mediciones en las fotografías, genera planos y mapas de gran exactitud. Finalmente, podríamos definir la fotogrametría como la ciencia para elaborar mapas o planos partiendo de fotografías realizadas bajo unos condicionantes específicos. **(Quiroz, 2014).**

Levantamiento Aerofotogramétrico

El levantamiento fotogramétrico es la aplicación de la fotogrametría a la topografía. Pese a que la fotogrametría no es una ciencia nueva (sus inicios se estiman a mediados del siglo XIX) sus aplicaciones en topografía son mucho más recientes. Si se trabaja con una foto se puede obtener información en primera instancia de la geometría del objeto, es decir, información bidimensional. Si se trabaja con dos fotos, en la zona común a estas (zona de solape), se podrá tener visión estereoscópica o, dicho de otro modo, información tridimensional. Básicamente, es una técnica de medición de coordenadas 3D, que utiliza

fotografías u otros sistemas de percepción remota junto con puntos de referencia topográficos sobre el terreno, como medio fundamental para la medición.

#### 1.8.3.1.1 Levantamiento con Drone

Un dron es un vehículo capaz de volar y de ser comandado a distancia, sin que se requiera de la participación de un piloto. Existen drones de todos los tamaños y orientados a finalidades distintas, sobre todo en los últimos años. No obstante, es importante señalar que artefactos de este tipo existen desde hace bastante tiempo, aunque por supuesto nunca fue tan barato fabricarlos, ni tampoco poseían la gran cantidad de características que poseen en la actualidad. Hoy en día es posible tener drones que filman el territorio desde la altura y que son guiados mediante un programa instalado sobre una tableta o un teléfono inteligente.

**a. Funcionabilidad**

El funcionamiento de un dron es básicamente el mismo que el de un avión o un helicóptero. Se ponen en marcha los motores y las aletas se mueven para posibilitar el vuelo. Después, con los mandos de control se va dirigiendo el vuelo, que dependerá en gran medida de los conocimientos y la pericia del piloto. En algunos casos, **es posible fijar un rumbo de forma automática**. Los modelos que lo permiten incorporan un GPS que permite ir corrigiendo el vuelo y ajustarlo hasta llegar al punto indicado. Estos se suelen usar

para **realizar rondas de observación cíclicas**, sin que haga falta un piloto que lo controle. Simplemente se observa lo que recoge la cámara, que se envía en tiempo real o se graba dependiendo del caso.

**b. Partes y accesorios del Dron**

- **Marco o Chasis**

  Es el armazón del dron (UAV), donde van adheridos todos los componentes (motores, baterías, cámara, GPS, entre otros), para un funcionamiento perfecto. El material con el que está fabricado marco del dron, es de aleaciones para que el material sea liviano y resistente. (Aluminio, fibra de carbono).

***Figura 3 Chasis de Phantom 4 Pro***

***Fuente. Propia***

- **Motores, hélices**

  El motor del dron una parte esencial, ya que este componente será el que mantendrá el aire al equipo. Es muy importante su relación de

peso/potencia. El control de velocidad electrónica está encargado de generar las revoluciones necesarias a cada motor / hélice de modo independiente. Es lo que la da la potencia para maniobrar el dron. Despegue, aterrizaje, giro, atrás, adelante.

Las hélices son encargadas del despegue y aterrizaje del dron. El material que con que están fabricadas son generalmente de fibra de vidrio. La cantidad de hélices dependerá del peso del chasis.

***Figura 4 Motores – Hélices***

***Fuente. Internet revisada el 04 de noviembre del 2020***

- **GPS y Brújula**

  Son componentes adheridos al dron para poder dar datos como la ubicación y el ángulo azimutal en que se encuentra el dron en vuelo. La ubicación que te da en coordenadas geográficas (latitud y longitud).

***Figura 5 GPS y Brújula***

***Fuente. Internet revisada el 04 de noviembre del 2020***

- **Batería y cargadores**

  La batería es la encargada de proporcionar la energía suficiente para que el dron vuele. El material con la que están fabricados hace que sean pesadas, es por ello la importancia de la relación peso/capacidad. El tipo de batería que utilizan son Li-Po (polímero de litio), “tienen una capacidad de 5870 mAh, un voltaje de 15.2 V y una función de carga y descarga inteligente” (manual de usuario Phantom 4 pro). Que nos brinda un tiempo de vuelo de 30 min.

  Posterior a la descarga de la batería es recomendable realizar la carga con un cargador compatible a la batería (original).

***Figura 6 Batería y Cargadores del Drone Phantom 4***

***Fuente. Internet revisada el 04 de noviembre del 2020***

- **Mando o control remoto con pantalla**

  En el manual de usuario del Phantom 4 pro (2017), nos indica que el control remoto "Es un dispositivo de comunicación inalámbrica multifuncional que integra los sistemas de doble frecuencia de transmisión de video y control remoto de la aeronave"

  El control remoto nos sirve para pilotear el dron de forma inalámbrica a larga distancia. Dentro de las características más resaltantes, el control remoto tiene las siguientes partes:

  - Botón de encendido
  - Botón de retorno al punto de origen
  - Dial de configuración de cámara
  - Palanca para girar la cámara
  - Palanca para mover el dron
  - Botón para obturar
  - Puertos de tipo USB y micro USB, para conectar al dispositivo móvil, descargar datos, y otras funciones.
  - Pantalla o dispositivo móvil, este componente es muy importante para el uso del dron, ya que se instalará aplicaciones para poder generar el plan de vuelo. De la misma forma nos sirve para poder visualizar todo el recorrido que realiza el dron durante el vuelo.

***Figura 7 Control Remoto del Drone Phantom 4 Pro***

***Fuente. Internet revisada el 04 de noviembre del 2020***

- **Estabilizador y cámara**

  Es el componente del dron en donde se ubicará la cámara, el cual nos permitirá capturar las fotografías en pleno vuelo. Las cámaras que se utilicen dependerán del tipo de trabajo a realizar y también de la potencia que tenga el motor para el peso adicional que tendrá la cámara. El gimbal o estabilizador nos permitirá tener captura de imágenes más estables en pleno movimiento, teniendo fotografías con menos errores.

***Figura 8 Estabilizador (Gimbal) y cámara de Phantom 4 Pro***

***Fuente. Internet revisada el 04 de noviembre del 2020***

**c. Pasos para hacer un levantamiento fotogramétrico**

Las técnicas fotogramétricas han sido utilizadas ampliamente desde hace algunas décadas con fotografías tomadas desde aviones. Los drones han ayudado a economizar esta actividad, ya que la renta de un avión implica una inversión elevada. Sin embargo, serán las características del proyecto las que determinen cuál es la mejor metodología a seguir; vuelo con dron, vuelo con avión o topografía tradicional (o un complemento de todas).

1. Inspección de la zona de estudio.

   Como en cualquier trabajo topográfico, es necesario que primero se haga una revisión de la zona de estudio, preferentemente con visita a campo. De no ser posible, se realiza con el archivo kmz montado en Google Earth que proporcione el cliente. Cosas importantes a considerar en este punto: **la presencia de vegetación**, ya que no implica el mismo trabajo realizar un levantamiento en una zona completamente despejada de vegetación que en un lugar con bastante vegetación como por ejemplo un bosque. Otro punto importante es **la morfología del terreno**, es decir, si la superficie es plana, es una sierra, un tajo o zonas con pendientes muy pronunciadas.

***Imagen 1 Inspección del Área de Estudio***

***Fuente. Internet revisada el 04 de noviembre del 2020***

2. Puntos de apoyo y control terrestre

   Al momento de hacer un levantamiento topográfico con drones, siempre necesitamos poner puntos de apoyo y control terrestre (GCP y check points). Estos puntos nos ayudarán a orientar nuestro levantamiento a un sistema de referencia. Lo anterior es necesario para alcanzar la exactitud y precisión requeridas tanto en planimetría como en altimetría. Para poner puntos de control se necesita un sistema de GPS diferencial o RTK. Los puntos deben estar marcados (algunos lo hacen con cal, pintura, dianas) para que se aprecien en las imágenes aéreas.

   Cosas importantes a considerar: El número de puntos. La ubicación de los puntos.

***Imagen 2 Puntos de apoyo terrestre***

***Fuente. Internet revisada el 04 de noviembre del 2020***

3. Planeación y ejecución del vuelo

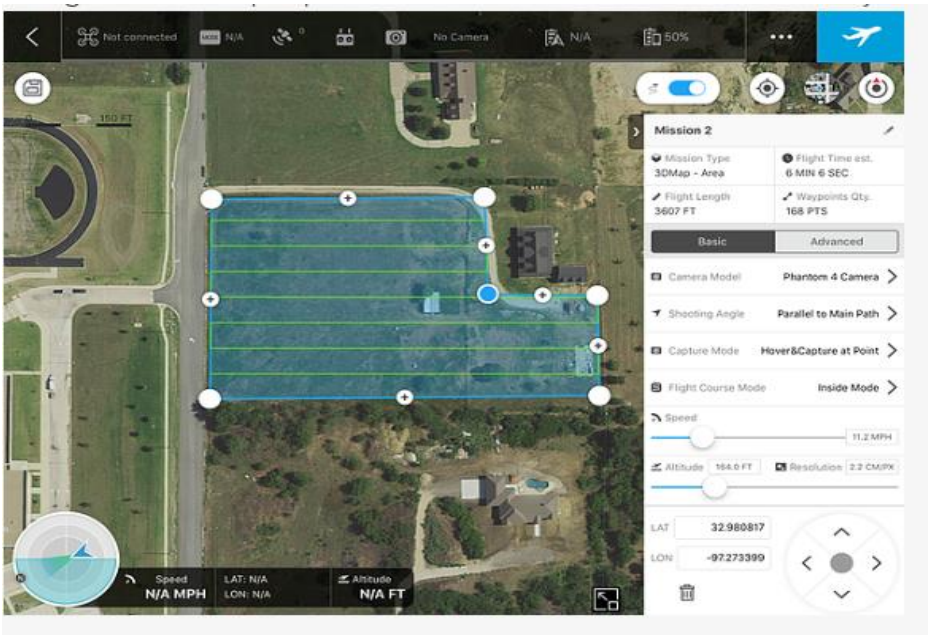
Existen muchas aplicaciones móviles para planear vuelos de drones. La elección de la más adecuada dependerá siempre del objetivo del proyecto y de la marca del dron. Por ejemplo, la marca más común de drones es DJI que cuenta con su propia app DJI GO. Esta app no permite la planeación de vuelos fotogramétricos. Algunas de las aplicaciones más aceptadas son Map Pilot y Groud Station Pro. Por otro lado el eBee que es un dron de ala fija permite la planeación de vuelos a través de su aplicación eMotion. Otras aplicaciones muy comunes son Pix4D Capture y Drone Deploy.

Importante considerar para la ejecución del vuelo:

Los elementos más importantes al planear un vuelo fotogramétrico de manera tradicional eran; el número de líneas de vuelo, la altura de vuelo, la velocidad del avión/avioneta, el porcentaje de sobreposición de las imágenes, entre otros.

El objetivo es cubrir cada parte del terreno, por pequeña que sea, para visualizarlo de manera estereoscópica. En los vuelos con drones, las aplicaciones móviles de planeación son muy flexibles, sin embargo, es necesario conocer el fundamento fotogramétrico que permitirá llevar a cabo un buen trabajo.

***Imagen 3 Planeación del vuelo***




***Fuente. Internet revisada el 04 de noviembre del 2020***

Factores externos a considerar:

Líneas de alta tensión, objetos que obstruyan el plan de vuelo, los permisos que pueden llegar a requerirse en ciertas zonas, entre otras cosas, son puntos importantes a considerar.

Existen aplicaciones que permiten monitorear el vuelo de aeronaves para no crear accidentes e interferir en su espacio aéreo, sin embargo, la norma establece que se debe tramitar un permiso para volar con anticipación ante la DGAC. Por ejemplo, no es lo mismo volar sobre un aeropuerto, donde constantemente hay aviones aterrizando y despegando, que sobre una zona agrícola deshabitada.

Al momento de realizar el vuelo, es importante que se establezca la zona de despegue/aterrizaje de dron, y de ser posible que se delimite con conos de seguridad. Al centro debe colocarse de preferencia la pista de despegue. La aplicación dirá el tiempo aproximado en el que realizará la misión, aunque muchas veces no es muy exacto. No se debe perder nunca la visibilidad del Vehículo Aéreo No Tripulado.

***Imagen 4 Ejecución del vuelo***

***Fuente. Internet revisada el 04 de noviembre del 2020***

4. Procesamiento fotogramétrico de la información

   Un factor muy importante para procesar es el equipo de cómputo. Es necesario tener como mínimo una buena tarjeta de gráficos, un procesador potente como Core I7 y al menos 16 Gb de memoria RAM.

   PROCESO FOTOGRAMÉTRICO

   **La rectificación simple**, donde se pretende corregir el efecto de la inclinación de la fotografía al obtenerla y así producir una imagen a escala constante (pero aún desconocida) si el terreno u objeto fotografiado es relativamente plano.

   **Orientación Interna**, donde se recupera la geometría de cada una de las tomas fotogramétricas, utilizando las marcas fiduciales.

**Orientación Relativa**, donde se crean modelos estereoscópicos y se encuentran las coordenadas de dichos modelos. Por lo general se utilizan 6 puntos homólogos que se encuentren en el área de recubrimiento estereoscópico.

**Aerotriangulación**, consiste en la determinación de puntos en el terreno mediante métodos fotogramétricos. La principal aplicación consiste en la determinación de los canevás de restitución, es decir, conseguir el suficiente número de puntos de apoyo para poder orientar absolutamente todos los pares estereoscópicos que intervengan en un proyecto cartográfico.

**Orientación absoluta**, en esta parte se da escala y se nivela el modelo estereoscópico a partir de una serie de puntos de posición conocida. Es necesario disponer de una red de puntos de partida, que no es determinada obligatoriamente sobre el terreno, sino también por triangulación aérea u otro método, para poder comparar las mediciones "modelo" con los de la "realidad".

**Restitución**, se obtienen detalles cartográficos de planimetría y altimetría para generar nuevos mapas o actualizar los existentes.

El software más común o más utilizado para procesar imágenes de drones son Pix4D y Agisoft PhotoScan (Ahora Metashape). Ambos permiten

generar, nubes de puntos, modelos digitales de superficie, curvas de nivel, ortomosaicos, entre otros.

Debemos recordar que con drones solo es posible obtener precisión centimétrica.

5. Formato y presentación final de productos topográficos

   Y como último paso, resta pasar al formato que se requiera la información. El formato puede ser para manejo en un entorno CAD (DXF, DWG) o en Sistemas de Información Geográfica (SHP).

# CAPITULO II

## 2. MARCO METODOLÓGICO

### 2.1 Tipo y Nivel de Investigación

#### 2.1.1 Tipo de Investigación

La investigación es del tipo cuantitativa, porque se usa la recolección de datos para probar hipótesis en base a la medición numérica y el análisis estadístico.

**Según la intervención del investigador**

La investigación es EXPERIMENTAL, siempre son prospectivos, longitudinales, analíticos y de nivel investigativo “explicativo” (causa – efecto); además de ser controlados.

**Según la planificación de toma de datos**

La investigación será PROSPECTIVO, los necesarios para el estudio son recogidos a propósito de la investigación (primarios).Por lo que, posee control de sesgo de medición.

**Según el número de ocasiones en que se mide la variable**

La investigación será TRANSVERSAL, todas las variables son medidas en una sola ocasión; por ello de realizar comparaciones, se trata de muestras independientes

**Según el número de variables de interés**

La investigación será DESCRIPTIVO, el análisis estadístico, es univariado porque solo describe o estima parámetros en la población de estudio a partir de una muestra.

### 2.1.2 Nivel de Investigación

**Descriptivo**

Describe fenómenos sociales o clínicos en una circunstancia temporal y geográfica determinada. Su finalidad es describir y/o estimar parámetros.

**Explicativo**

Explica el comportamiento de una variable en función de otra(s); por ser estudios de causa efecto requieren control y debe cumplir otros criterios de causalidad.

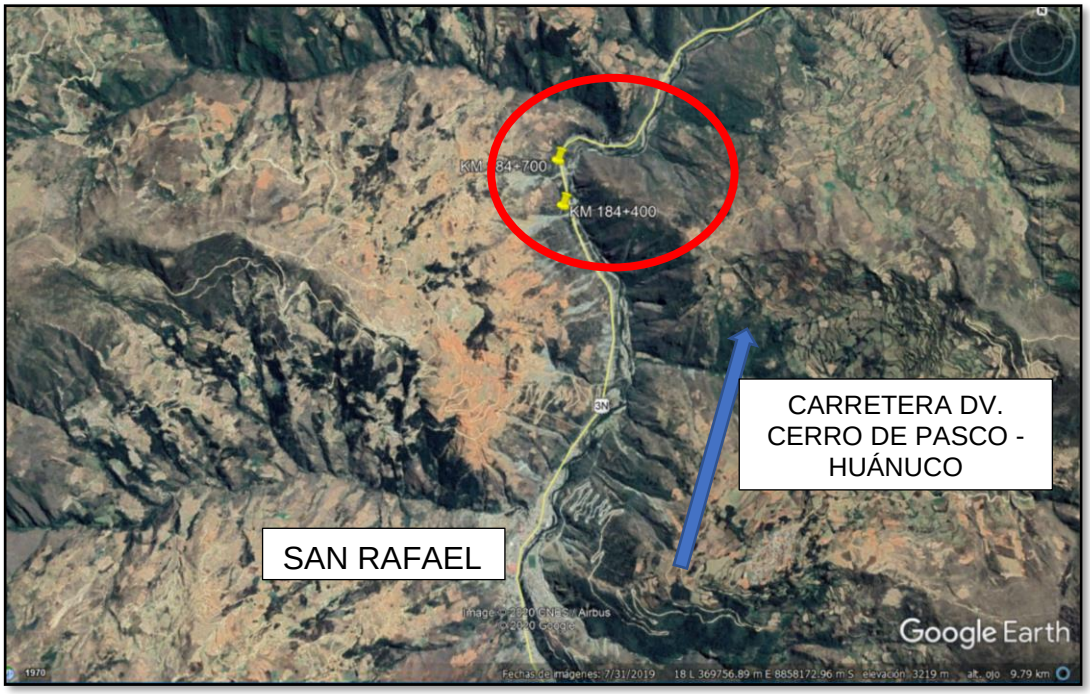
## 2.2 Investigación Preliminar

### 2.2.1 Características del área de estudio

#### 2.2.1.1 Ubicación del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado al margen izquierdo en los Km 184+400 y Km 184+700 de la carretera Desviación Cerro de Pasco – Huánuco, donde se ubican dos zonas como Situaciones de Riesgos potenciales que presentan una situación de interrupción del tránsito, de inseguridad para el usuario y de poner en peligro la infraestructura vial.

***Imagen 5 Ubicación de la zona de estudio***




***Fuente: Google Earth***

Políticamente la ubicación es:

Región : Huánuco

Provincia : Huánuco

Distrito : San Rafael

Kilómetros : Km 184+400 y Km 184+700 (Carretera Dv. Cerro de Pasco - Huánuco)

### 2.2.1.2 Inspección y Reconocimiento del terreno

El terreno como lugar de investigación son dos quebradas con material proveniente de la erosión de los taludes que lo forman que se activa en tiempo

de invierno, presentando un riesgo para la infraestructura vial y seguridad de los usuarios que lo transitan.

Se reconoce la extensión, colindancia y límites de las quebradas a manera simple ya que se verifica que son zonas de deslizamientos y taludes altos.

Se observa que la quebrada se encuentra activa, pero y saturada con material proveniente de la erosión de taludes ocasionado por las lluvias propios de la zona.

El reconocimiento de estos sectores se hizo con la verificación de la supervisión de Provias Nacional, siendo los resultados que se obtendrá en esta investigación de ayuda para poder controlar y verificar mejor los trabajos realizados por los encargados del servicio de gestión vial de la ruta.

***Imagen 6 Vista Panorámica de la Quebrada del km 184+400***

***Fuente: Elaboración Propia***

En el km 184+400, se observa presencia de material granular y fino, con presencia de rocas de gran tamaño en la parte alta provocado por las intensas

lluvias producidas en tiempo de invierno de la zona; en este sector se nota que el material acumulado es mayor que en el punto del km 184+700.

**Imagen 7 Vista Panorámica de la Quebrada del km 184+700**

***Fuente: Elaboración Propia***

En el km 184+700, se observa presencia de material granular y fino con presencia de rocas de gran tamaño en la parte alta, provocado por las intensas lluvias producidas en tiempo de invierno de la zona.

La verificación del área de estudio se hizo con la finalidad de poder realizar los planeamientos para el levantamiento topográfico con estación total y drone Phantom 4 pro.

## 2.3 Levantamiento topográfico con Estación Total

El levantamiento topográfico con estación total se realizó al margen izquierdo en los Km 184+400 y Km 184+700 de la carretera Desviación Cerro de Pasco – Huánuco, en donde encontramos dos quebradas de 500m aproximados de extensión.

### 2.3.1 Planificación del levantamiento

El levantamiento topográfico con estación total se realizó con la mayor cantidad de puntos tomados en campo sin que ello conlleve al riesgo para los prismeros y operador de la estación total.

Se realizó la monumentación de dos puntos BM's en cada sector, estos servirán como puntos de control para el replanteo luego de realizar la descolmatación de las zonas de situación de riesgo potencial.

### 2.3.2 Equipos necesarios para el levantamiento

Los equipos necesarios para estos trabajos fueron:

- 01 estación total Topcon ES105
- 01 trípode para estación
- 02 prismas
- 03 radios de comunicación
- 01 cintra métrica de 50m.
- 01 GPS Garmin

Para la monumentación de los puntos de control:

- Tubo PVC de 4" x 30cm
- Cemento
- Hormigón
- Agua
- Clavo de calamina.
- Badilejo

- Galonera de agua
- Pintura Spray color Rojo.

### 2.3.3 Planificación del Personal

El terreno objeto de la investigación es una quebrada, esto es que se tiene muchos desniveles y riesgos así que para la labor de campo son necesarios 01 operador y 02 prismeros quienes tendrán que colocarse en los puntos que serán tomados por la estación total y que serán capacitados para que este trabajo sea eficiente.

Estos 02 prismeros también servirán para la elaboración del concreto para la monumentación de puntos y posteriormente la toma de datos de dichos puntos.

Todo el personal desde los operadores de los equipos y prismeros utilizaron los equipos de protección personal mínimos para evitar cualquier accidente y también puedan ser visibles durante la toma de puntos.

### 2.3.4 Trabajo y Operaciones en Campo

#### 2.3.4.1 Puntos de Control

Para el monitoreo y control de los puntos, es necesario construir puntos permanentes y fijos para poder posicionar el terreno a levantar.

Se realizó la monumentación de dos puntos a un lado de la vía para el control del levantamiento y de otro para referenciar la orientación de la estación total.

Los dos puntos fueron monumentados en el suelo con concreto simple en tubos PVC de 4” de diámetro y 30cm de altura, los cuales se enterraron 20 cm

y solo sobresale 10 cm sobre el nivel del suelo y en el centro de la circunferencia se colocó clavo de calamina y pintado de color rojo para su reconocimiento.

Estos dos puntos fueron tomados con la estación total para quedar fijos las coordenadas de estos puntos.

***Imagen 8 Monumentación del BM-1 km 184+400***

***Fuente. Elaboración Propia***

***Imagen 9 Monumentación del BM-2 km 184+400***

***Fuente. Elaboración Propia***

***Imagen 10 Monumentación del BM-1 km 184+700***

***Fuente. Elaboración Propia***

***Imagen 11 Monumentación del BM-2 km 184+700***

***Fuente. Elaboración Propia***

***Tabla 2 Coordenadas de BMs***

| **Sector : km 184+400** | | **UTM – WGS84** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Punto** | **Descripción** | **Norte** | **Este** | **Altitud** |
| BM-01 | BM CONCRETO | 8859208.44 | 370927.92 | 2674.1140 |
| BM-02 | BM CONCRETO | 8859404.08 | 370392.94 | 2673.27 |
| **Sector : km 184+700** | | **UTM – WGS84** | | |
| **Punto** | **Descripción** | **Norte** | **Este** | **Altitud** |
| BM-01 | BM CONCRETO | 8859662.01 | 370843.05 | 2681.49 |
| BM-02 | BM CONCRETO | 8859594.92 | 370859.11 | 2682.45 |

***Fuente. Elaboración Propia***

### 2.3.4.2 Levantamiento con Estación Total

**QUEBRADA KM 184+400**

**Estacionar y calibrar la estación total.**

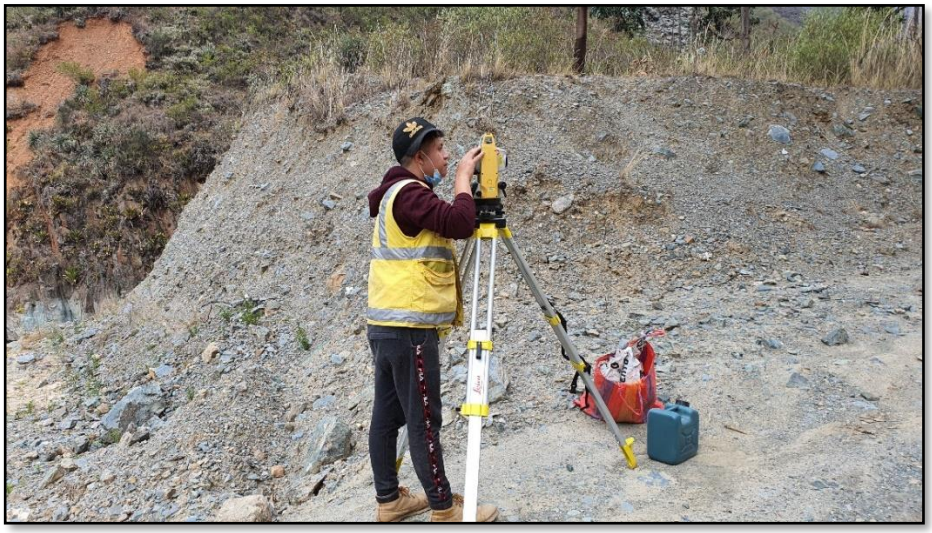
Para el caso de este sector se realizó la toma de puntos desde una estación E-01, ubicada en la parte baja de la quebrada al borde de la vía, lo suficientemente alejado de esta por seguridad de la estación y del operador del equipo.

Se colocó la estación total en la E-01 y se calibro teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El trípode debe estar ubicado de manera que no se muevan o deslicen las patas.
- Calibrar la estación hasta que se encuentre totalmente nivelada con ayuda del nivel esférico de la estación total.

- Ajustar los tornillos de la estación total y seguros de las patas del trípode. Luego se pasa a realizar el procedimiento de creación del archivo en la estación total y se le pondrá como nombre el punto del kilómetro de la vía que se está levantando, y luego se colocará como información del punto E-01 las cuales sus coordenadas son tomadas con el GPS GARMIN y así como la utilización de la orientación con la ayuda de la brújula del GPS.

***Imagen 12 Proceso de Estacionar y calibrar la Estación Total***



***Fuente. Elaboración Propia***

**Orientación de la Estación Total**

La orientación de la estación total y utilizado para este levantamiento fue realizada mediante la orientación del norte geográfico:

- Luego de colocados los puntos de la estación E-01, se procede a orientar la estación hacia el norte con la ayuda de la brújula del GPS hacia el norte geográfico.

- Una vez orientado la estación hacia el norte geográfico, se coloca en 0 (cero) para poder iniciar a tomar los puntos del terreno.

**Toma de puntos con la estación total**

Para la toma de puntos para poder crear la superficie de estudio, se realiza con el apoyo de prismas que mediante el láser de la estación total este registra la información de cada punto tomado del terreno, cabe señalar que antes de la toma de puntos se debe verificar que los prismas estén a la altura de instrumento de la estación total y que los que se desplazaran con estos prismas por el terreno tengan presente que siempre la cara del prisma debe apuntar hacia donde se encuentra la estación total y de la utilización del ojo de pollo del prisma para nivelarlos en cada punto tomado.

***Imagen 13 Fotografía de los prismas utilizados***

***Fuente. Elaboración Propia***

### 2.3.4.3 Proceso de levantamiento del área de estudio.

**Levantamiento de la parte alta de la quebrada**

El levantamiento se inició tomando los puntos de la parte alta, ya que la E-01 también fue ubicada en esta zona, por la visibilidad que esta presenta hacia puntos altos de la quebrada en estudio.

Se tomaron puntos al borde del talud, para demarcar la parte alta.

***Imagen 14 Levantamiento de la parte alta de los taludes km 184+400***

***Fuente. Elaboración Propia***

**Levantamiento de la parte baja de la quebrada**

Luego se realizó la parte baja de los taludes para poder tener esta diferencia entre el punto alto y bajo del talud, así como también la parte del eje de la quebrada.

***Imagen 15 Levantamiento de la parte baja de los taludes km 184+400***

***Fuente. Elaboración Propia***

**Levantamiento de los límites de la quebrada**

Se realizó la toma de estos puntos para poder demarcar las partes altas de la quebrada, así como también la parte baja y de la vía.

***Imagen 16 Levantamiento de los límites de la quebrada km 184+400***

***Fuente. Elaboración Propia***

**Levantamiento de la vía**

En este paso se realiza la toma de puntos de los bordes de la vía en ambos lados, se tomaron en la longitud que demarca el terreno a levantar.

Estos puntos son de importancia porque luego nos servirán para poder georreferenciar el terreno en gabinete.

***Imagen 17 Levantamiento de los bordes de la vía quebrada km 184+400***

***Fuente. Elaboración Propia***

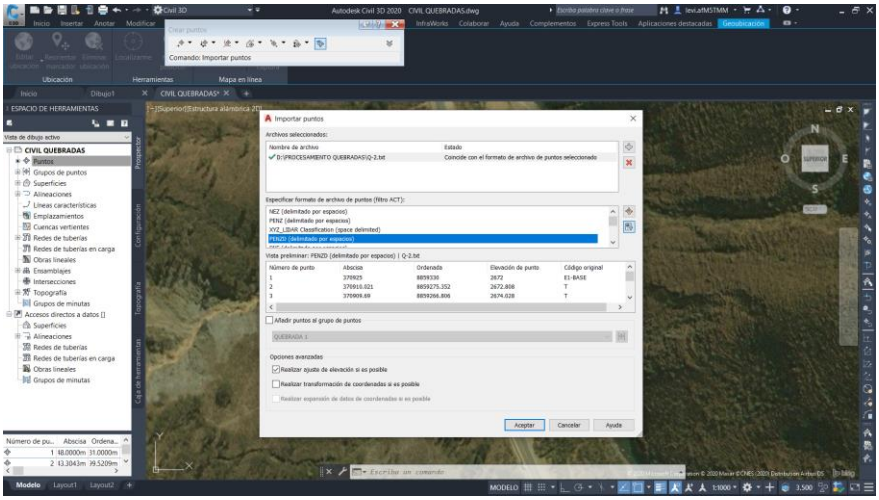
### 2.3.5 Trabajo y operaciones en oficina

Para el procesamiento de la información obtenida de la toma de puntos se utilizó el software AutoCAD Civil 3D 2020, el cual modelara la información de los puntos de campo y crearemos la superficie para tomar información de ella y utilizarla en la realización del expediente de situaciones de riesgos potenciales.

### 2.3.5.1 Importación de los puntos al AutoCAD Civil 3D.

Los puntos almacenados por la estación total con el nombre de archivo de Q-2, fueron importados en el programa de AutoCAD Civil 3D y cargados con el nombre de grupo de puntos QUEBRADA 2.

***Imagen 18 Importación de puntos al AutoCAD Civil 3D quebrada km 184+400***

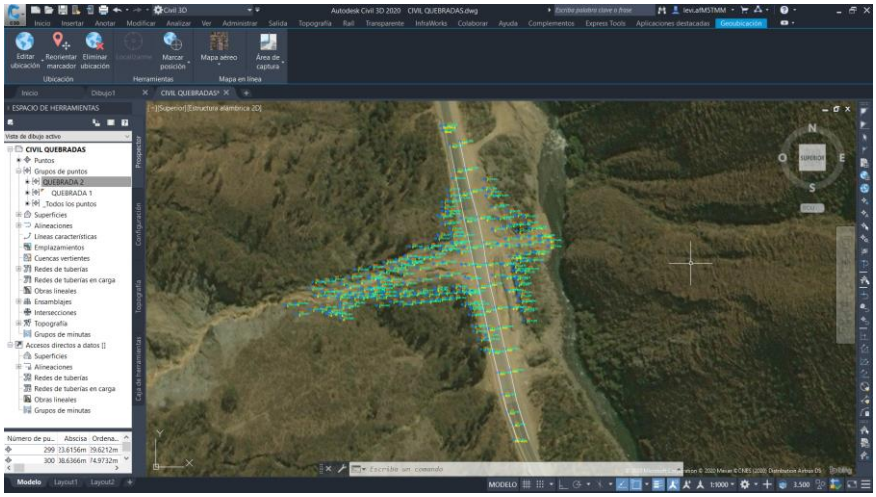



***Fuente. Elaboración Propia***

#### 2.3.5.1.1 Nube de Puntos.

La nube de puntos se genera luego de importar los puntos del archivo de la estación total, siendo un total de 260 puntos para este sector.

***Imagen 19 Nube de puntos en el AutoCAD civil 3D quebrada km 184+400***

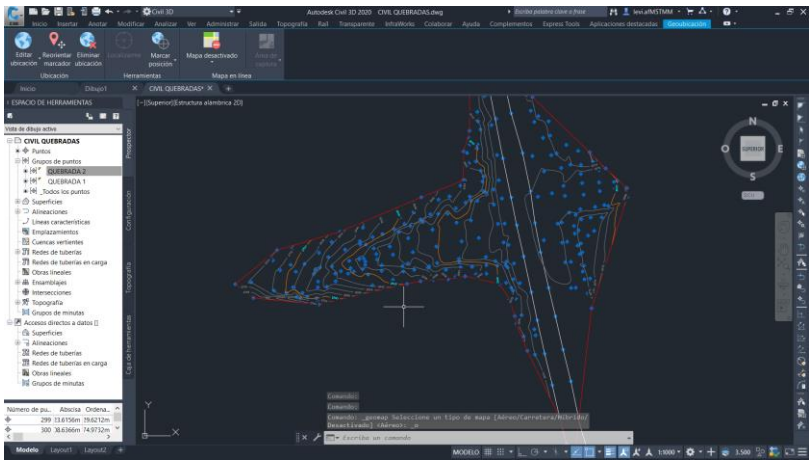


***Fuente. Elaboración Propia***

### 2.3.5.2 Creación de la Superficie.

Luego de generado la nube de puntos se procede a crear la superficie del terreno y poder realizar los cálculos que nos brinda el programa.

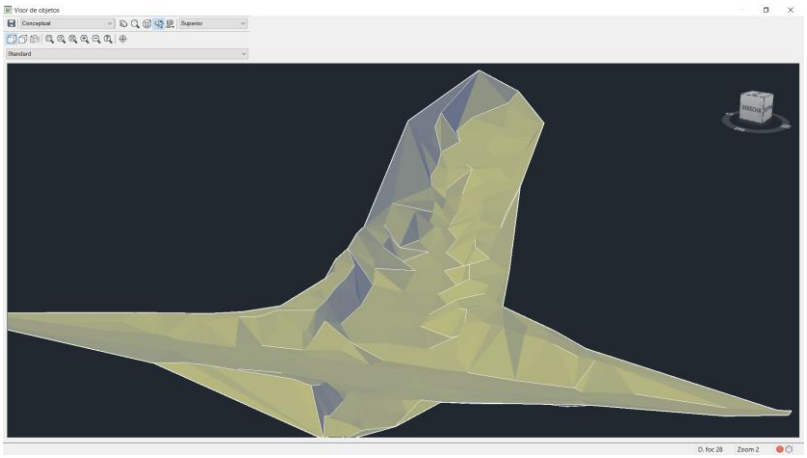
***Imagen 20 Creación de superficie quebrada km 184+400***



***Fuente. Elaboración Propia***

Se puede observar de línea blanca la unión de los puntos tomados en los bordes de la vía los cuales sirvieron para georreferenciar correctamente los puntos con respecto al norte geográfico.

***Imagen 21 Vista en 3D de la quebrada km 184+400***

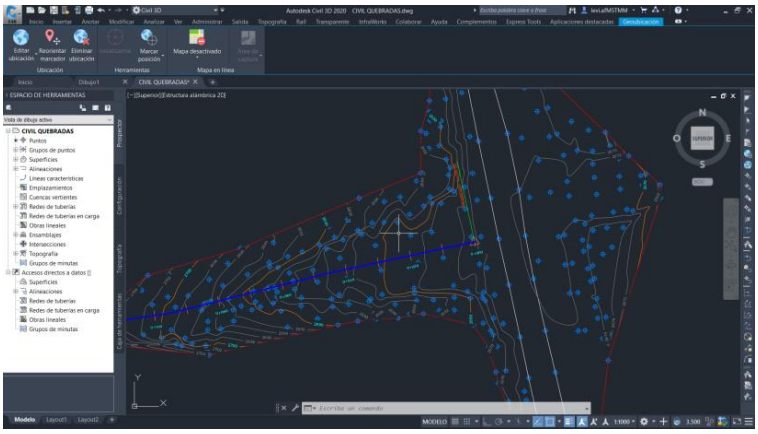


***Fuente. Elaboración Propia***

### 2.3.5.3 Cálculo del Volumen

Se realizó el procedimiento de creación de un alineamiento en planta, tratando de seguir el eje de la quebrada para tener secciones uniformes.

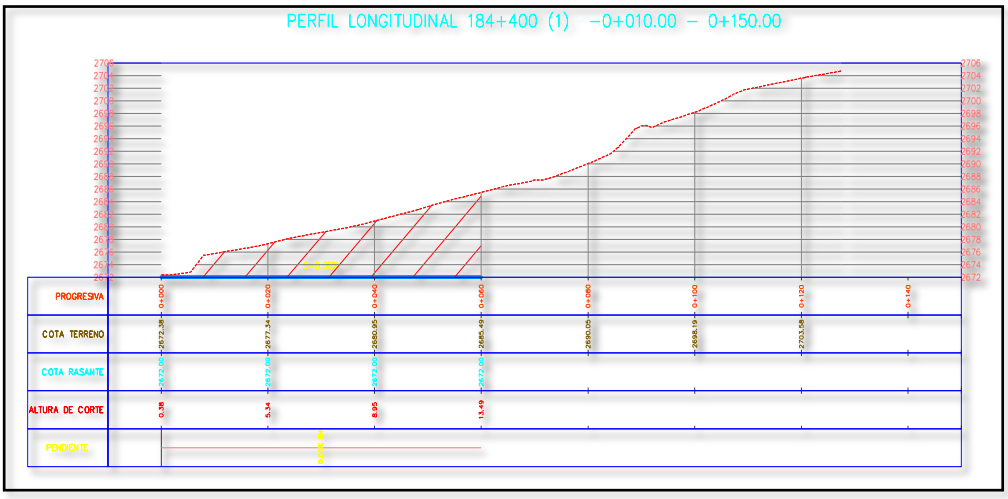
***Imagen 22 Creación de alineamiento en eje de quebrada km 184+400***



***Fuente. Elaboración Propia***

En base al alineamiento en planta se crea el perfil longitudinal, dándole una pendiente de 0%, que será el nivel del fondo hasta donde se realiza la intervención de la situación de riesgo potencial.

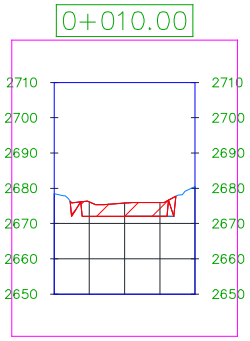
***Gráfico 1 Perfil Longitudinal de la quebrada km 184+400***




***Fuente. Elaboración Propia***

Luego mediante la creación de ensambles y corredor vial se procede a generar las secciones transversales señalando el área de corte que se realizara en la quebrada.

***Gráfico 2 Secciones transversales de quebrada km 184+400***




***Fuente. Elaboración Propia***

Una vez definido el alineamiento, perfil longitudinal y secciones transversales con el área de corte, se realiza el cálculo del volumen mediante la opción de informe de volumen:

***Gráfico 3 Volumen total de corte quebrada km 184+400***

**Informe de volumen**

**Proyecto: D:\TESIS DRONES SET2020\PROCESAMIENTO QUEBRADAS\CIVIL QUEBRADAS 7.dwg**
Alineación: EJE QUEBRADA 02
Grupo de líneas de muestreo: SECCIONES Q02
P.K. inicial: 0+010.000
P.K. final: 0+120.000

| P.K. | Área de desmonte (metros cuadrados) | Volumen de desmonte (metros cúbicos) | Volumen reutilizable (metros cúbicos) | Área de terraplén (metros cuadrados) | Volumen de terraplén (metros cúbicos) | Vol. desmonte acumul. (metros cúbicos) | Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos) | Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos) | Vol. neto acumul. (pies cúbicos) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+010.000 | 105.18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0+020.000 | 147.41 | 1262.97 | 1262.97 | 0.00 | 0.00 | 1262.97 | 1262.97 | 0.00 | 1262.97 |
| 0+030.000 | 154.79 | 1511.00 | 1511.00 | 0.00 | 0.00 | 2773.97 | 2773.97 | 0.00 | 2773.97 |
| 0+040.000 | 177.88 | 1663.33 | 1663.33 | 0.00 | 0.00 | 4437.30 | 4437.30 | 0.00 | 4437.30 |
| 0+050.000 | 172.70 | 1752.89 | 1752.89 | 0.00 | 0.00 | 6190.18 | 6190.18 | 0.00 | 6190.18 |
| 0+060.000 | 195.70 | 1843.36 | 1843.36 | 0.00 | 0.00 | 8033.55 | 8033.55 | 0.00 | 8033.55 |
| 0+070.000 | 0.00 | 978.49 | 978.49 | 0.00 | 0.00 | 9012.04 | 9012.04 | 0.00 | 9012.04 |
| 0+080.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9012.04 | 9012.04 | 0.00 | 9012.04 |
| 0+090.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9012.04 | 9012.04 | 0.00 | 9012.04 |
| 0+100.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9012.04 | 9012.04 | 0.00 | 9012.04 |
| 0+110.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9012.04 | 9012.04 | 0.00 | 9012.04 |
| 0+120.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9012.04 | 9012.04 | 0.00 | 9012.04 |

***Fuente. Elaboración Propia***

## QUEBRADA KM 184+700

### Estacionar y calibrar la estación total.

Se realizó una observación previa y se optó por que la E-01 que será el punto de nuestra primera estación, ubicado en la parte alta de la quebrada, y se realizó los siguientes procedimientos.

Se colocó la estación total en la E-01 y se calibro teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El trípode debe estar ubicado de manera que no se muevan o deslicen las patas.

- Calibrar la estación hasta que se encuentre totalmente nivelada con ayuda del nivel esférico de la estación total.
- Ajustar los tornillos de la estación total, y seguros de las patas del trípode.

Luego se pasa a realizar el procedimiento de creación del archivo en la estación total y se le pondrá como nombre el punto del kilómetro de la vía que se está levantando, y luego se colocará como información del punto E-02 las cuales sus coordenadas son tomadas con el GPS GARMIN y así como la utilización de la orientación con la ayuda de la brújula del GPS.

Estos mismos pasos fueron seguidos en la estación E-02.

***Imagen 23 Punto de estación E-01 quebrada km 184+700***

***Fuente: Elaboración Propia.***

**Orientación de la Estación Total**

Son los mismos pasos seguidos para el sector anterior.

**Toma de puntos con la estación total**

Para la toma de puntos para poder crear la superficie de estudio, se realiza con el apoyo de prismas que mediante el láser de la estación total este registra la información de cada punto tomado del terreno, cabe señalar que antes de la toma de puntos se debe verificar que los prismas estén a la altura de instrumento de la estación total y que los que moverán estos prismas por el terreno tengan presente que siempre la cara del prisma debe apuntar hacia donde se encuentra la estación total y de la utilización del ojo de pollo del prisma para nivelarlos en cada punto tomado.

***Imagen 24 Prismas utilizados para el levantamiento quebrada 184+700***

***Fuente: Elaboración Propia.***

### 2.3.5.4 Proceso de levantamiento del área de estudio.

**Levantamiento de la parte alta de la quebrada**

El levantamiento se inició tomando los puntos de la parte alta, estos puntos son visibles desde la ubicación de la estación E-01, los que no son visibles fueron tomados desde la estación E-02.

Se tomaron puntos al borde del talud, para demarcar la parte alta.

***Imagen 25 Levantamiento de la parte alta de los taludes de la quebrada km 184+700***

***Fuente: Elaboración Propia.***

**Levantamiento de la parte baja de la quebrada**

Se realizó el mismo procedimiento que en el sector anterior, se tomaron los puntos bajos de los taludes y del eje de la quebrada para obtener información donde se encuentran los cambios de desniveles considerables.

***Imagen 26 Levantamiento de la parte baja de los taludes de la quebrada km 184+700***

***Fuente: Elaboración Propia.***

**Levantamiento de los límites de la quebrada**

Se tomaron puntos para demarcar el terreno en estudio en la parte alta y baja de la quebrada.

***Imagen 27 Levantamiento de los límites de la quebrada km 184+700***

***Fuente: Elaboración Propia.***

**Levantamiento de la vía**

Se tomaron los puntos de los bordes de la vía en ambos lados para poder tener como referencia al momento de procesar los puntos en gabinete.

***Imagen 28 Levantamiento de los bordes de la vía de la quebrada km 184+700***

***Fuente: Elaboración Propia.***

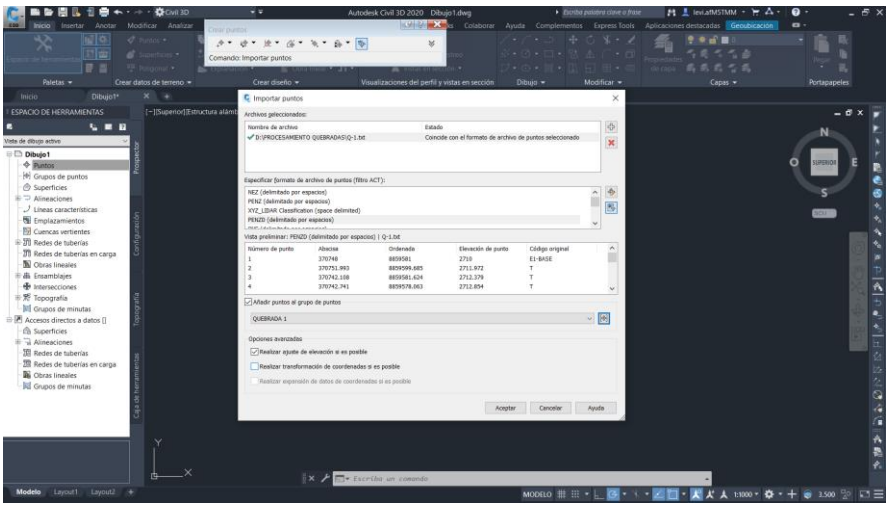
### 2.3.6 Trabajo y operaciones en oficina

Para el procesamiento de la información obtenida de la toma de puntos se utilizó el software AutoCAD Civil 3D 2020, el cual modelara la información de los puntos de campo y crearemos la superficie para tomar información de ella y utilizarla en la realización del expediente de posibles riesgos potenciales.

#### 2.3.6.1 Importación de los puntos al AutoCAD Civil 3D.

Los puntos almacenados por la estación total con el nombre de archivo de Q-1, fueron importados en el programa de AutoCAD Civil 3D y cargados con el nombre de grupo de puntos QUEBRADA 1.

***Imagen 29 Importación de puntos al AutoCAD Civil 3D quebrada km 184+700***

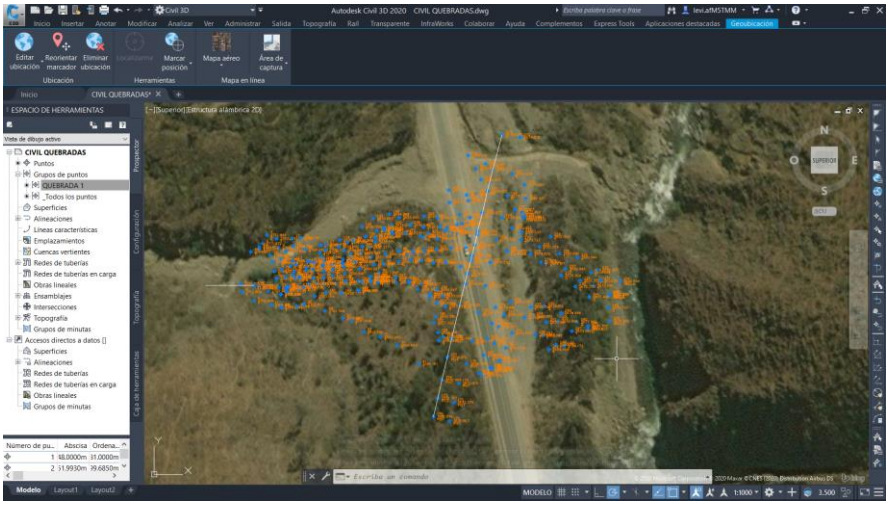



***Fuente: Elaboración Propia.***

#### 2.3.6.1.1 Nube de Puntos.

La nube de puntos se genera luego de importar los puntos del archivo de la estación total, siendo un total de 298 puntos para este sector.

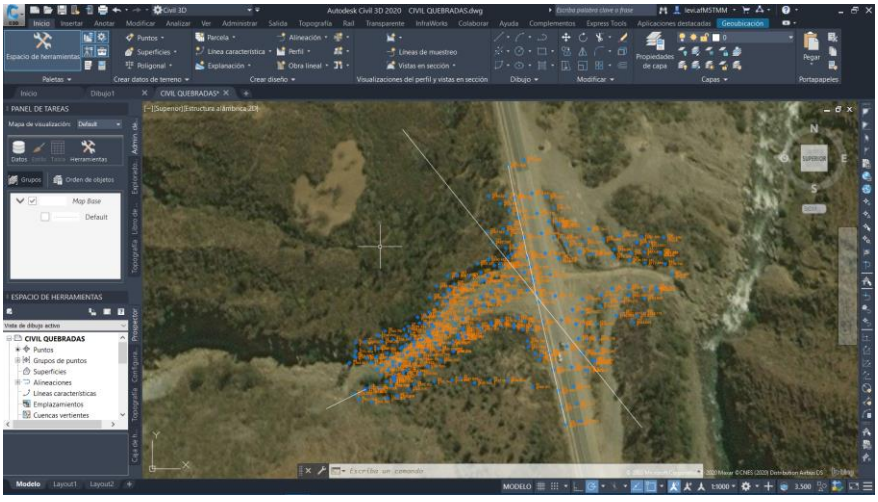
***Imagen 30 Nube de puntos en AutoCAD Civil 3D quebrada km 184+700***



***Fuente: Elaboración Propia.***

Se observa la línea blanca es el borde izquierdo de la vía, esto sucede debido a que los puntos y la georreferenciación fueron tomados con el GPS GARMIN y este tiene un error de 3m en cuanto a localización y la brújula en cuanto a georreferenciación.

***Imagen 31 Giro de los puntos de la quebrada km 184+700***



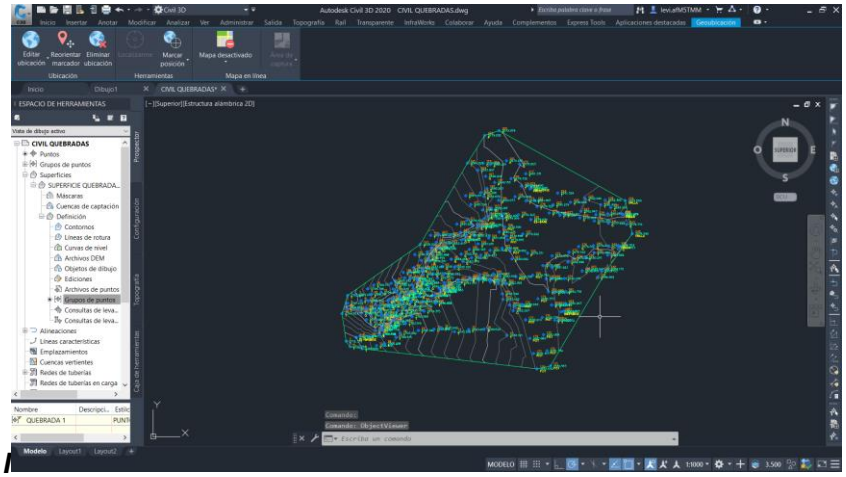
***Fuente: Elaboración Propia.***

Se realizó el giro de los puntos con respecto a la estación E-01, ya que este punto fue tomado con el GPS y de ahí parte todo el levantamiento.

### 2.3.6.2 Creación de la Superficie.

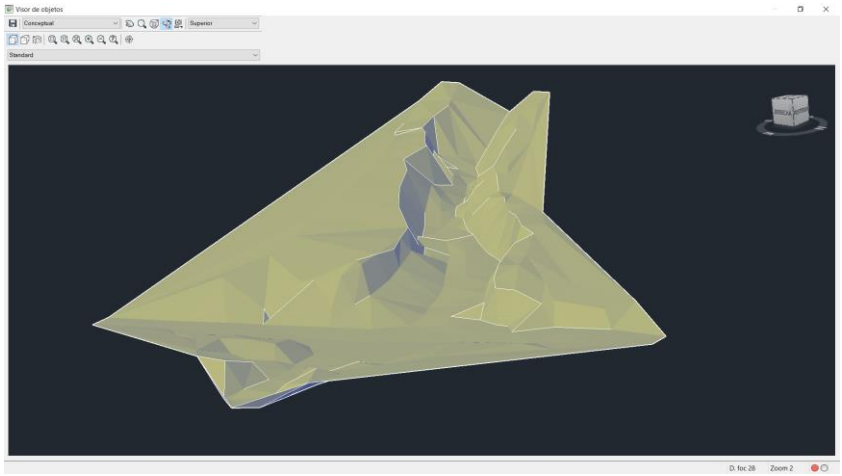
Luego de generado la nube de puntos se procede a crear la superficie del terreno y poder realizar los cálculos que nos brinda el programa.

***Imagen 32 Creación de la superficie de la quebrada km 184+700***



***Fuente: Elaboración Propia.***

***Imagen 33 Vista de la superficie en 3D de la quebrada km 184+700***

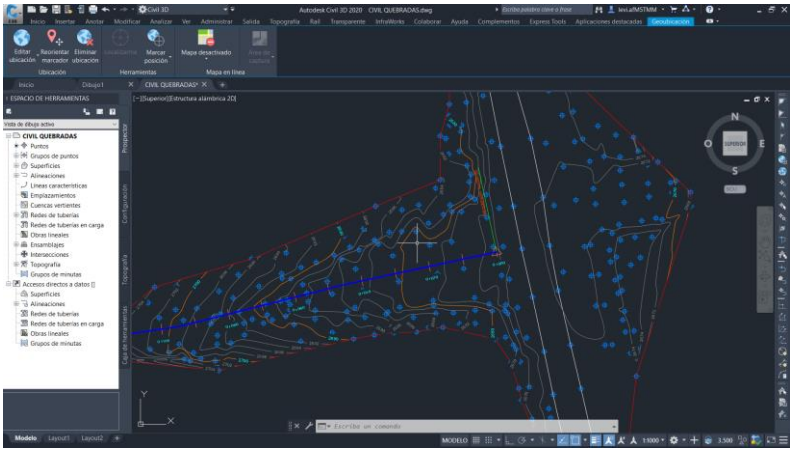


***Fuente: Elaboración Propia.***

### 2.3.6.3 Cálculo del Volumen

Se realizó el procedimiento de creación de un alineamiento en lo más próximo al eje de la quebrada para poder tener secciones regulares.

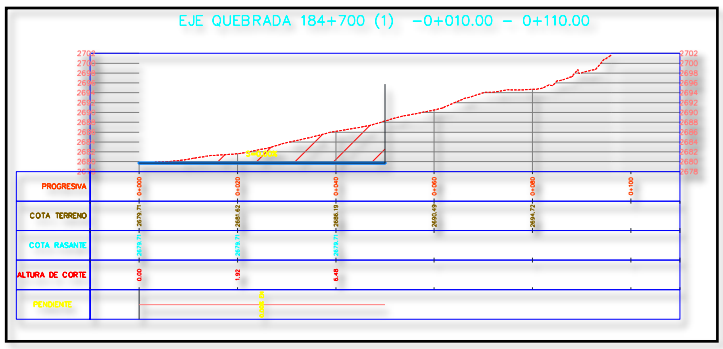
***Imagen 34 Alineamiento en el eje de la quebrada km 184+700***



***Fuente: Elaboración Propia.***

Se crea el perfil longitudinal en base al alineamiento al cual se aumenta el alineamiento vertical con una línea de pendiente de 0% que será como fondo del terreno hasta donde será el corte como intervención de la situación de riesgo potencial.

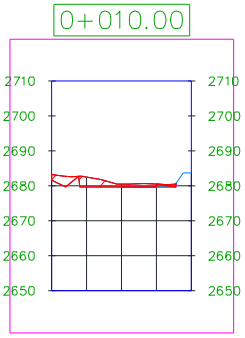
***Gráfico 4 Perfil longitudinal de la quebrada km 184+700***




***Fuente: Elaboración Propia.***

Luego se procede a generar los ensambles y corredor vial en las secciones transversales para definir el área de corte a intervenir en la situación de riesgo potencial.

***Gráfico 5 Sección transversal de la quebrada km 184+700***




***Fuente: Elaboración Propia.***

Una vez definido el alineamiento, perfil longitudinal y secciones transversales se realiza el cálculo del volumen mediante la opción de informe de volumen:

***Gráfico 6 Volumen de corte en la quebrada km 184+700***

## Informe de volumen

**Proyecto: D:\TESIS DRONES SET2020\PROCESAMIENTO QUEBRADAS\CIVIL QUEBRADAS 7.dwg**
Alineación: EJE QUEBRADA 01
Grupo de líneas de muestreo: SECCIONES 01
P.K. inicial: 0+010.000
P.K. final: 0+090.000

| P.K. | Área de desmonte (metros cuadrados) | Volumen de desmonte (metros cúbicos) | Volumen reutilizable (metros cúbicos) | Área de terraplén (metros cuadrados) | Volumen de terraplén (metros cúbicos) | Vol. desmonte acumul. (metros cúbicos) | Vol. reutilizable acumul. (metros cúbicos) | Vol. terraplén acumul. (metros cúbicos) | Vol. neto acumul. (pies cúbicos) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+010.000 | 49.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0+020.000 | 59.40 | 520.49 | 520.49 | 0.00 | 0.00 | 520.49 | 520.49 | 0.00 | 520.49 |
| 0+030.000 | 83.12 | 712.58 | 712.58 | 0.00 | 0.00 | 1233.07 | 1233.07 | 0.00 | 1233.07 |
| 0+040.000 | 99.37 | 903.79 | 903.79 | 0.00 | 0.00 | 2136.86 | 2136.86 | 0.00 | 2136.86 |
| 0+050.000 | 108.60 | 1039.88 | 1039.88 | 0.00 | 0.00 | 3176.73 | 3176.73 | 0.00 | 3176.73 |
| 0+060.000 | 0.00 | 540.86 | 540.86 | 0.00 | 0.00 | 3717.59 | 3717.59 | 0.00 | 3717.59 |
| 0+070.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3717.59 | 3717.59 | 0.00 | 3717.59 |
| 0+080.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3717.59 | 3717.59 | 0.00 | 3717.59 |
| 0+090.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3717.59 | 3717.59 | 0.00 | 3717.59 |

***Fuente: Elaboración Propia.***

## 2.4 Levantamiento topográfico con aerofotogrametría usando Drone Phantom 4

De la misma manera que el levantamiento topográfico con estación total y como lugares de estudio con el fin de comparación entre los métodos se realizó el levantamiento topográfico con aerofotogrametría al margen izquierdo en los Km 184+400 y Km 184+700 de la carretera Desviación Cerro de Pasco – Huánuco, en donde encontramos dos quebradas de 500m aproximados de extensión.

### 2.4.1 Planificación del levantamiento

Para poder tener el mejor resultado con este método es importante la planificación para así obtener la mayor cantidad de fotografías y poder obtener una mejor calidad y precisión al momento de procesar la información tomada en campo.

Para realizar el vuelo del dron en las 2 quebradas, se debe de hacer una planificación del recorrido de vuelo, en otras palabras (línea de vuelo), que debe ser paralelo y equidistante, y debe cruzar por el área que se quiere volar, su escala, dirección, resolución, altura de vuelo, el traslape frontal y transversal de las fotografías tomadas y el tiempo de vuelo. Parámetros que se deben determinar mediante la información preliminar recopilada del terreno.

Equipos y herramientas:

- UAV- liviano Phantom 4 Pro.

- Teléfono Smartphone (Samsung A80)
- Radios de control.
- Triplay de 1.00 x 1.00(dianas)

#### 2.4.1.1 Datos preliminares de la zona de vuelo

Para poder realizar el reconocimiento de campo, se extrajo información de imágenes satelitales del programa Google Earth, después de ello se realizó la visita de campo in situ de las Quebradas Km 184+400 y Km 184+700. Esto es importante ya que nos servirá para determinar las zonas de despegue y aterrizaje del dron, de igual manera nos servirá para poder determinar donde se ubicarán nuestros puntos de control terrestre.

#### 2.4.1.2 Análisis de riesgos y peligros de vuelo

Se verificó la zona para ubicar la zona de despegue y aterrizaje del dron.

Se verificó que no existen obstáculos para el vuelo del dron.

Se apreció que no existe la presencia de aves en abundancia en las zonas de vuelo, lo cual sería un riesgo al momento de realizar el vuelo del dron.

Se verificó que el clima sea el adecuado para realizar el vuelo con el dron en ambas quebradas.

#### 2.4.1.3 Análisis de la exigencia del proyecto

##### 2.4.1.3.1 Estudio de la zona de trabajo

El lugar de trabajo es en el tramo II (Chicrin – Huánuco) del corredor vial Dv. Cerro de Pasco – Huánuco – Tingo María – Emp.PE-5N(Puente Pumahuasi).

El tramo se encuentra en el distrito de San Rafael, Provincia de Ambo, Departamento de Huánuco.

El clima de la zona es frío, 13°C en el momento de realizar el proceso de levantamiento fotogramétrico de la quebrada.

#### 2.4.1.3.2 Reconocimiento del área de vuelo

Para el levantamiento fotogramétrico de las Quebradas Km 184+400 y 184+700, se tomó como límite 100 metros a la entrada de la quebrada, el ancho de la carretera y 30 metros a la salida de la quebrada.

### 2.4.2 Pre vuelo

#### 2.4.2.1 Señalización y georreferenciación de puntos de control en el área de trabajo

La señalización de los puntos de control terrestre, se diseñó en planchas de triplay de 1.00m x 1.00m que tienen como símbolo una diana topográfica, las cuales se colocaron dentro del área de vuelo.

***Imagen 35 Ubicación de las dianas para la georreferenciación de los puntos de control de la quebrada del km 184+400***

***Fuente: Elaboración Propia.***

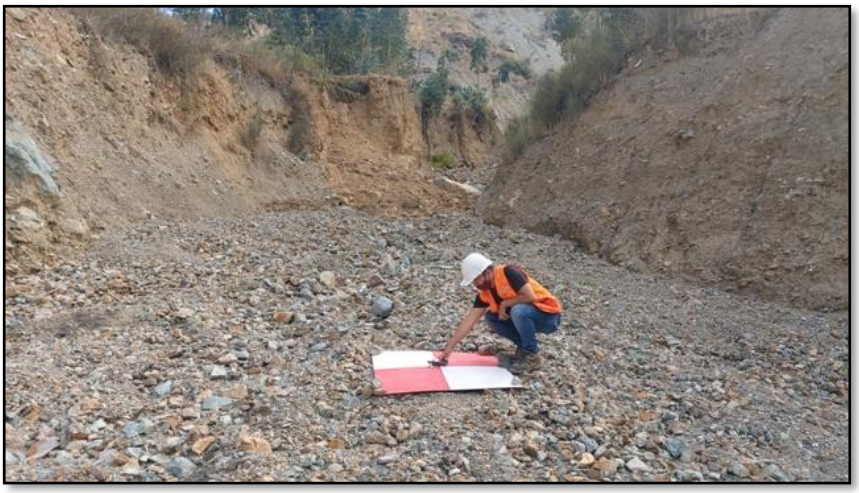
Para la georreferenciación de los puntos se utilizó la ayuda de un GPS Garmin. Se determinaron 5 zonas, para la ubicación de la georreferenciación y ubicación de los puntos de control.

***Tabla 3 Tabla de coordenadas de los puntos de control ubicados con el GPS Garmin de la quebrada km 184+400***

| Punto | Norte(m) | Este(m) | Cota(m.s.n.m) |
|---|---|---|---|
| **1** | 8859315.366 | 370821.794 | 2692.262695 |
| **2** | 8859297.394 | 370836.206 | 2688.760498 |
| **3** | 8859319.599 | 370859.997 | 2681.932373 |
| **4** | 8859343.384 | 370892.325 | 2673.758545 |
| **5** | 8859305.601 | 370902.649 | 2674.109375 |

***Fuente: Elaboración Propia.***

***Tabla 4 Ubicación de las dianas para la georreferenciación de los puntos de control de la quebrada del km 184+700***



***Fuente: Elaboración Propia.***

Para la georreferenciación de los puntos se utilizó la ayuda de un GPS Garmin. Se determinaron 5 zonas, para la ubicación de la georreferenciación y ubicación de los puntos de control.

***Tabla 5 Tabla de coordenadas de los puntos de control ubicados con el GPS Garmin de la quebrada km 184+700***

| Punto | Norte(m) | Este(m) | Cota(m.s.n.m) |
|---|---|---|---|
| **1** | 8859578.46 | 370762.344 | 2695.449219 |
| **2** | 8859594.359 | 370755.277 | 2702.895264 |
| **3** | 8859651.479 | 370830.301 | 2675.518066 |
| **4** | 8859621.07 | 370801.173 | 2681.515869 |
| **5** | 8859613.345 | 370835.588 | 2675.104736 |

***Fuente: Elaboración Propia.***

### 2.4.3 Vuelo sobre el terreno

#### 2.4.3.1 Despegue del dron

El lugar de despegue y aterrizaje del dron se estableció en la salida de la Quebrada Km 184+400, a unos metros de la carretera.

Se realizó el check list del dron antes del vuelo fotogramétrico sobre la vía a levantar

***Tabla 6 Check list para la preparación de vuelo de las quebradas km 184+400 y 184+700***

| PREPARACIÓN QUEBRADA KM 184+400 y 184+700 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **N°** | **ÍTEMS** | **INDICACIONES** | **SI** | **NO** |
| 1 | PREVENCIÓN METEOROLÓGICA | VELOCIDAD DE VIENTO, NUBES, LLUVIAS(CONDICIONES ATMOSFÉRICAS | | X |
| 2 | ÍNDICE KP SOLAR | VOLAR CON UN KP INFERIOR A 4 | X | |
| 3 | NOTAM O DROTAM | NOTICIAS DE LA DGAC - MTC PARA LOS VUELOS | | |
| 4 | ZONAS DE VUELO OACI Y DGAC-MTC | VERIFICAR SI ESTÁ PERMITIDO VOLAR LA ZONA A SOBREVOLAR | X | |
| 5 | PERMISOS Y DOCUMENTOS | DNI, ACREDITACIÓN DE PILOTO/OPERADOR DE RPA, REGISTRO DE RPA, ETC | X | |
| 6 | APP DE PLANIFICACIÓN DE VUELO | INSTALAR Y/O ACTUALIZAR SI SE REQUIERE | X | |
| 7 | PLANIFICACIÓN DE VUELO | TIEMPO, ALTURA, RECUBRIMIENTO, ETC (TEÓRICO), EN EL APP | X | |
| 8 | ESTADO DEL RPAS | VERIFICAR RPA, HELICES, CONTROL REMOTO, CAMARA, DISPO. MOVIL, ETC | X | |
| 9 | TARJETA SD | TENER VARIAS TARJETAS SD DE 16 O 32GB | X | |
| 10 | HÉLICES DE LA RPA | 2 JUEGOS DE HELICES COMO MÍNIMO O POR RPA | X | |
| 11 | BATERÍA DE LA RPA | CARGADO AL 100% | X | |
| 12 | FIRMWARE DE LA RPA | ACTUALIZAR SI SE REQUIERE | X | |
| 13 | BATERIA DEL CONTROL REMOTO | CARGADO AL 100% | X | |
| 14 | FIRMWARE DEL CONTROL REMOTO | ACTUALIZAR SI SE REQUIERE | X | |
| 15 | BATERIA DEL DISPOSITIVO MÓVIL | CARGADO AL 100% | X | |
| 16 | PARASOL PARA EL CONTROL REMOTO | OPCIONAL PARA EL DISPOSITIVO MOVIL | | |
| 17 | GAFAS DE SOL | OPCIONAL PARA EL PILOTO | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 18 | ANEMOMETRO | OPCIONAL PARA MEDIR LA VELOCIDAD DEL VIENTO | X | |
| 19 | MALETA O ESTUCHE DEL RPAS | GUARDAR EL RPAS | X | |

***Tabla 7 Check list para el pre vuelo de las quebradas km 184+400 y km 184+700***

| PRE VUELO QUEBRADA KM 184+400 y 184+700 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **N°** | **ÍTEMS** | **DESCRIPCIÓN** | **SI** | **NO** |
| 1 | METEOROLOGÍA EN LA ZONA DE VUELO | VELOCIDAD Y DIRECCIÓN DEL VIENTO, NUBES, LLUVIAS, ETC | | X |
| 2 | INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS | KP, ANTENAS DE COMUNICACIÓN, TORRES DE ALTA TENSIÓN, ETC | | X |
| 3 | PUNTO DE DESPEGUE | ESTABLECEMOS UN PUNTO SEGURO, AMPLIO Y LIBRE DE PARTÍCULAS | X | |
| 4 | ESTADO DEL RPAS | VERIFICAR RPA, HÉLICES, CONTROL REMOTO, CÁMARA, DISP. MÓVIL, ETC | X | |
| 5 | PONER LA TARJETA SD A LA RPA | SELECCIÓN DE TARJETA SD, VERIFICAMOS SU CAPACIDAD | X | |
| 6 | PONER LA CÁMARA | TIPO DE CÁMARA, RBG, TÉRMICO, MULTIESPECTRAL(OPCIONAL) | X | |
| 7 | PONER FILTRO DE LENTE DE LA RPA | OPCIÓN PARA LA LENTE | X | |
| 8 | MONTAJE DE HÉLICES A LA RPA | SEGUIR LAS INDICACIONES DEL FABRICANTE | X | |
| 9 | MONTAJE DE BATERÍA A LA RPA | SEGUIR LAS INDICACIONES DEL FABRICANTE | X | |
| 10 | MONTAR PARASOL AL CONTROL REMOTO | OPCIONAL | | |
| 11 | MONTAR EL DISP. MÓVIL EN EL SOPORTE DEL C.R | OPCIONAL | | |
| 12 | ENLAZAR EL DISP. MÓVIL AL C.R( CABLE O WIFI) | OBLIGATORIO | X | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 13 | QUITAR PROTECTOR DE GIMBAL | OBLIGATORIO | X | |
| 14 | QUITAR PROTECTOR DE LENTE DE LA RPA | OBLIGATORIO | X | |
| 15 | LIMPIAR LENTE DE LA RPA | LIMPIAR DE IMPUREZAS | X | |
| 16 | SWITCH DE MODO DE VUELO DEL C.R | COLOCAR A LA POSICIÓN ADECUADA | X | |
| 17 | ANTENA DE CONTROL REMOTO | POSICIÓN DE LA(S) ANTENAS(S), INDICACIONES DEL FABRICANTE | X | |
| 18 | ENCENDIDO DEL CONTROL REMOTO | | X | |
| 19 | ENCENDIDO DE LA RPA | | X | |
| 20 | RPA EN EL PUNTO DE DESPEGUE | UBICAMOS LA RPA EN SU POSICIÓN PARA INICIAR EL VUELO | X | |
| 21 | BIMBAL | COMPROBAR MOVIMIENTO | X | |
| 22 | CALIBRACIÓN DE LA RPA | OPCIONAL, RECOMENDADO | X | |
| 23 | ABRIR LA APP DEL DISPOSITIVO MÓVIL | CONECTAR LA RPA, Y ABRIR PLAN DE VUELO | X | |
| 24 | TELEMETRÍA | VISUALIZAR VELOCIDAD, ALTURA DE VUELO, POSICIÓN, ETC | X | |

***Fuente: Elaboración propia***

***Imagen 36 Verificación del correcto funcionamiento del Drone en el quebrada km 184+400***

***Fuente: Elaboración Propia.***

***Imagen 37 Verificación del correcto funcionamiento del drone en el quebrada km 184+700***

***Fuente: Elaboración Propia.***

### 2.4.3.2 Planificación programada de vuelo con software para drones

La planificación del vuelo se realizó con la aplicación Pix4Dcapture.

#### 2.4.3.2.1 Distancia de muestreo de la tierra

La distancia de muestreo para el levantamiento fotogramétrico de la Quebrada Km 184+400 fue de 79 m y para la Quebrada Km 184+700 fue de 91 m.

#### 2.4.3.2.2 Velocidad de vuelo

La velocidad de vuelo seleccionada para el levantamiento de la Quebrada Km 184+400 fue de 1.65m/s. y para la Quebrada Km 184+700 fue de 3.59 m/s.

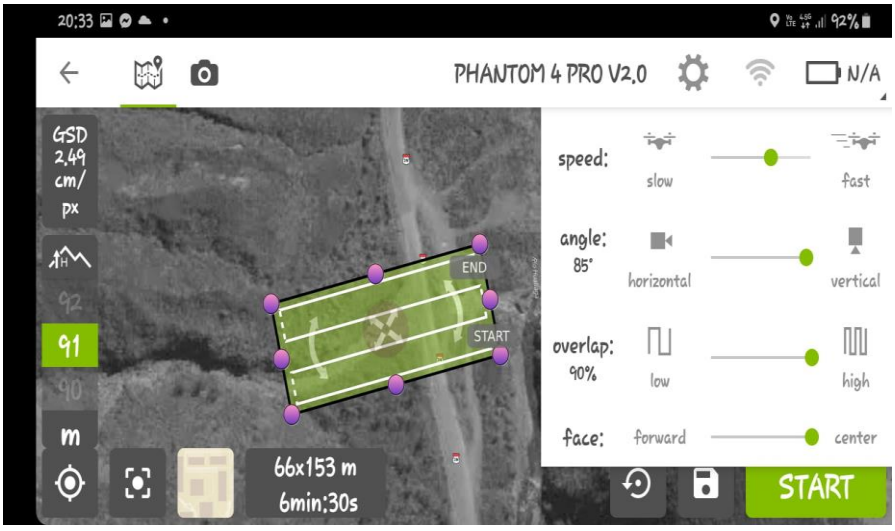
#### 2.4.3.2.3 Traslape longitudinal y lateral entre fotos

El traslape utilizado para el levantamiento fotogramétrico de la Quebrada Km 184+400 y la Quebrada Km 184+700 fue de 90%.

***Figura 9 Captura de pantalla de las características del plan de vuelo de la quebrada km 184+400***

***Fuente: Elaboración Propia.***

***Figura 10 Captura de pantalla de las características del plan de vuelo de la quebrada km 184+700***




***Fuente: Elaboración Propia.***

### 2.4.3.2.4 Angulo de inclinación de la cámara

Para el levantamiento fotogramétrico de la Quebrada Km 184+400 y la Quebrada Km 184+700, utilizamos el ángulo de la cámara a 85 grados.

#### 2.4.3.2.5 Señal satélite y GPS

La cantidad de satélites que se captó durante el levantamiento fotogramétrico de la Quebrada Km 184+400 fue de 10 satélites y de la Quebrada Km 184+700 fue de 13 satélites, teniendo así una buena señal para la ubicación del dron, tanto para el despegue como para el aterrizaje.

#### 2.4.3.2.6 Aterrizaje del dron

El aterrizaje del dron fue en el mismo punto de despegue tanto en la Quebrada Km 184+400 como en la Quebrada Km 184+700, eso gracias a la ubicación GPS que tiene el equipo.

### 2.4.4 Trabajo en campo

**QUEBRADA KM 184+400**

Siguiendo la ruta de vuelo la cual tuvo un tiempo total de 8 minutos a una altura de 79 metros sobre el terreno, cubriendo un área aproximadamente de 13182 m2 con una cantidad de 115 fotografías en total.

***Imagen 38 Inicio del vuelo del drone quebrada km 184+400***

***Fuente: Elaboración Propia.***

Para realizar el vuelo solo se necesitó un piloto debido a que el AUV sigue de manera automática la ruta delimitada en el programa Pix4Dcapture.

***Imagen 39 Drone en elevación para empezar con su ruta de vuelo quebrada km 184+400***

***Fuente: Elaboración Propia.***

***Imagen 40 Aterrizaje del drone quebrada km 184+400***

***Fuente: Elaboración Propia.***

## QUEBRADA KM 184+700

Siguiendo la ruta de vuelo la cual tuvo un tiempo total de 6mim, 36 segundos minutos a una altura de 91 metros sobre el terreno, cubriendo un área aproximadamente de 10098 m2 con una cantidad de 72 fotografías en total.

***Imagen 41 Inicio del vuelo del drone quebrada km 184+700***

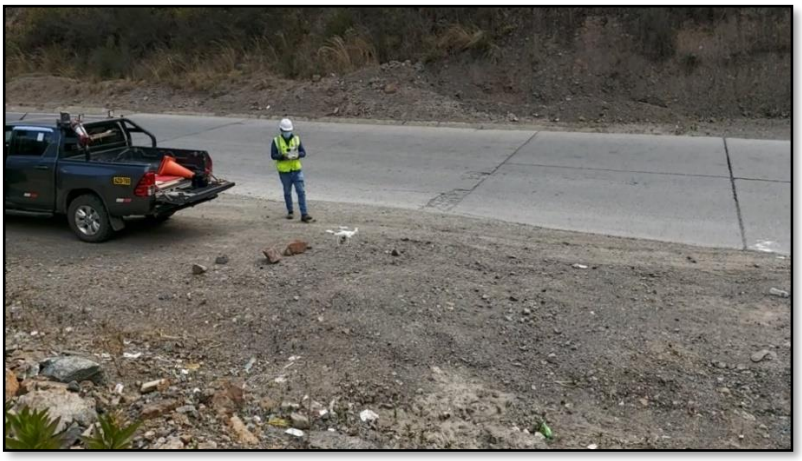
***Fuente: Elaboración Propia.***

Para realizar el vuelo solo se necesitó un piloto debido a que el UAV sigue de manera automática la ruta delimitada en el programa Pix4Dcapture.

***Imagen 42 Drone en elevación para empezar con su ruta de vuelo quebrada km 184+700***

***Fuente: Elaboración Propia.***

***Imagen 43 Aterrizaje del drone en el quebrada km 184+700***



***Fuente: Elaboración Propia.***

### 2.4.5 Trabajo en oficina

Pix4Dmapper es un programa para construir modelos tridimensionales a partir de fotografías tomadas por UAV bajo principios de la fotogrametría aérea, modelando una representación espacial del terreno y todos los objetos capturados en las imágenes para obtener su composición, volumen y relieve del terreno.

Este programa nos ayuda a procesar las imágenes tomadas en el plan de vuelo, buscando puntos de coincidencia en las fotografías traslapadas y generar una nube de puntos densa para procesarlos y obtener una malla de puntos, apoyándose en puntos de control georreferenciados.

Por último, los datos serán exportados al programa Civil 3D, mediante la herramienta Autodesk Recap se exportará la nube de puntos densa al Civil

3D, para luego crear las curvas de nivel de las Quebradas Km 184+400 y Km 184+700.

Para generar las curvas de nivel a partir de las fotografías tomadas por el UAV, es necesario:

- Fotografías aéreas del sector en estudio.
- Coordenadas de los puntos de control.
- Pix4dmapper
- AutoCAD Civil 3D

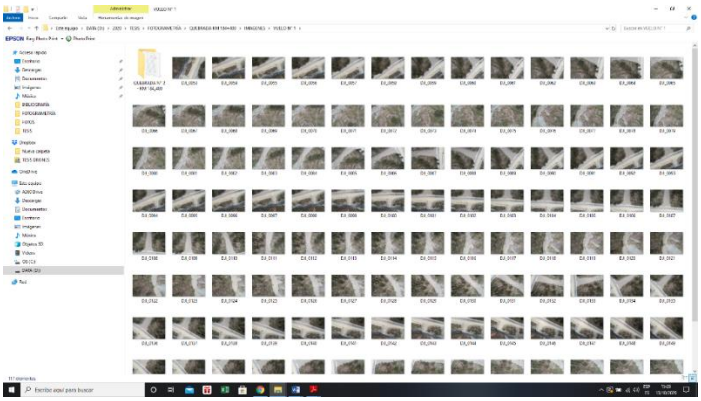
Los pasos para poder realizar todo el proceso fueron los siguientes:

**QUEBRADA KM 184+400**

**Descargar las fotos del Dron a la computadora**

Se realizó la descarga utilizando un adaptador de micro SD de la marca Kingston, en el cual se encontraban todas las fotografías tomadas durante el proceso de vuelo. Para mayor seguridad después de cada vuelo podemos descargar todas las fotografías a una portátil.

***Figura 11 Archivo de fotos en la PC quebrada km 184+400***

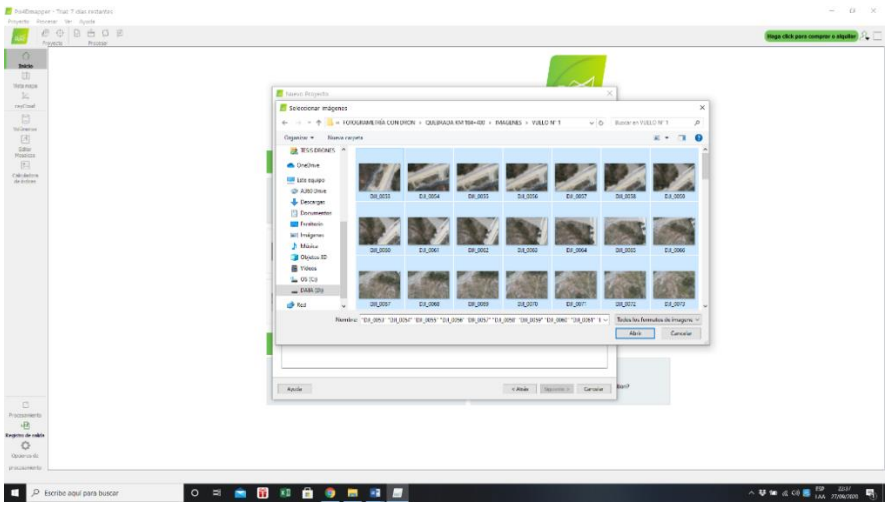


***Fuente: Elaboración Propia.***

## Importación de imágenes al programa Pix4Dmapper

Para importar las fotos con las cuales vamos a trabajar, se entra al programa Pix4Dmapper y generamos un nuevo proyecto el cual le damos un nombre, en este caso Quebrada Km 184+400, seguidamente nos vamos a importar imágenes.

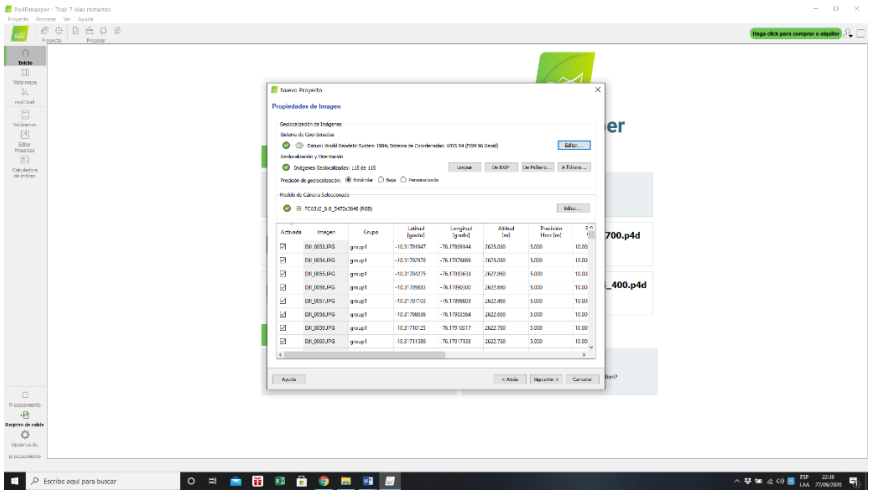
***Figura 12 Importación de imágenes quebrada km 184+400 al programa Pix4Dmapper***



***Fuente: Elaboración Propia.***

Una vez insertadas las imágenes, se puede apreciar en la caja de referencia la latitud, longitud y altitud al momento de tomar las fotografías

***Figura 13 Coordenadas de fotografías quebrada km 184+400***

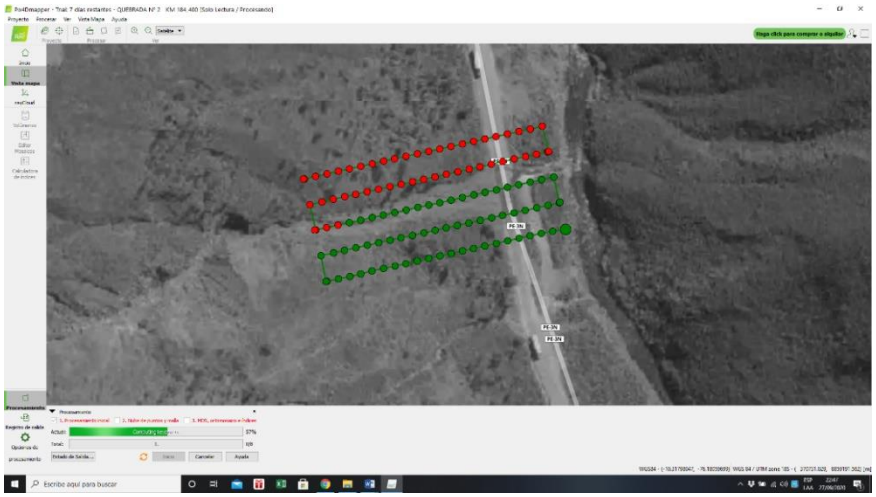


***Fuente: Elaboración Propia.***

## Procesamiento inicial

Seleccionamos solo la opción 1(procesamiento inicial) y le damos iniciar para luego georreferenciar.

***Figura 14 Procesamiento inicial quebrada km 184+400 en el programa Pix4Dmapper***



***Fuente: Elaboración Propia.***

**Georreferenciación de puntos en el software**

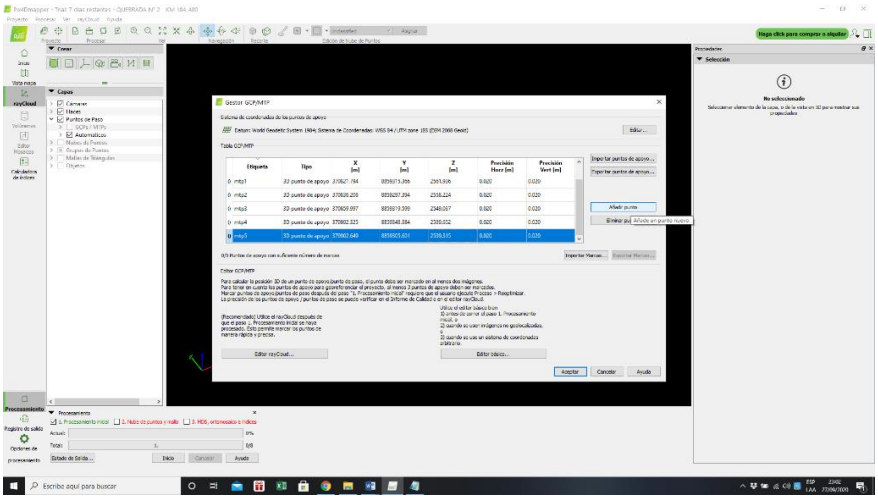
En este paso utilizaremos el procedimiento de levantamiento de puntos georreferenciados que realizamos en el campo con la ayuda del GPS, es decir importaremos las coordenadas que se tomó con el GPS, a los cuales llamaremos puntos de control terrestre.

Para este procedimiento será importante exportar los datos del GPS y generar un archivo de texto, en donde figuren las coordenadas de los puntos levantados en el terreno. Para nuestro trabajo de campo generamos 5 puntos de control terrestres, con los cuales realizaremos el proceso de georreferenciación de puntos en el Pix4Dmapper.

Para iniciar la georreferenciación nos vamos a la aplicación pix4D mapper en el icono gestor GCP/MTP para poder introducir las coordenadas de nuestros 5 puntos de control.

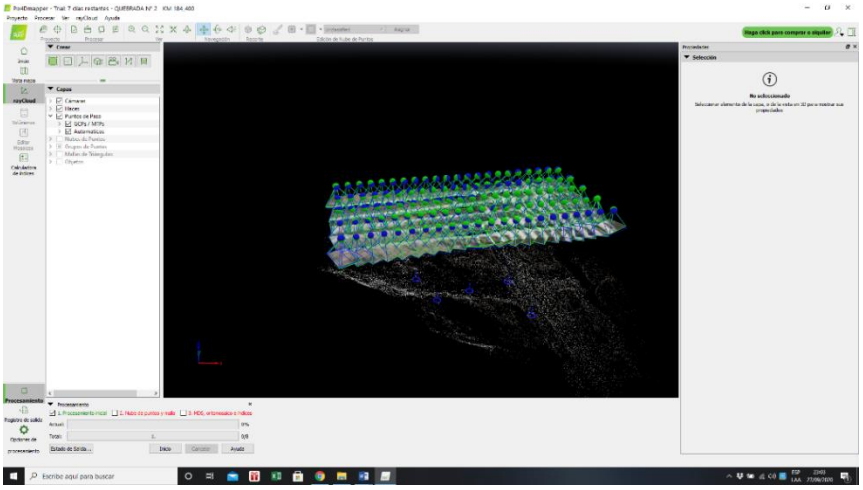
Para iniciar la georreferenciación en el programa crearemos marcadores y los enlazaremos con cada foto en donde aparece el punto de control terrestre.

***Figura 15 Ingreso de puntos de control quebrada km 184+400 en el Pix4Dmapper***



***Fuente: Elaboración Propia.***

***Figura 16 Vista de puntos de control en el Pix4Dmapper quebrada km 184+400***



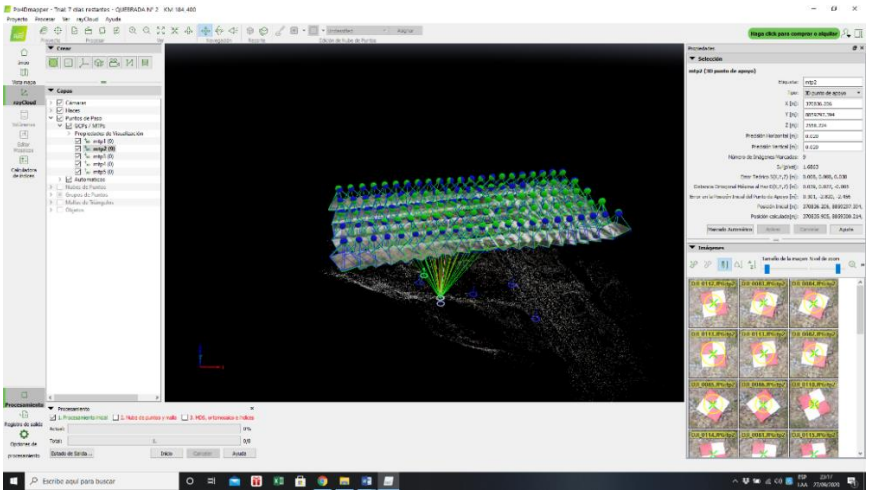
***Fuente: Elaboración Propia.***

Seleccionamos la fotografía en donde se encuentra marcado el punto de control terrestre con un símbolo de una diamantina, con el cursor nos ubicamos sobre la marca y da clic izquierdo para poder activar la

georreferenciación, mientras más fotografías marquemos, más preciso será.

Realiza este proceso en todos los puntos de control terrestres y en varias de las fotografías que se aprecia el símbolo topográfico.

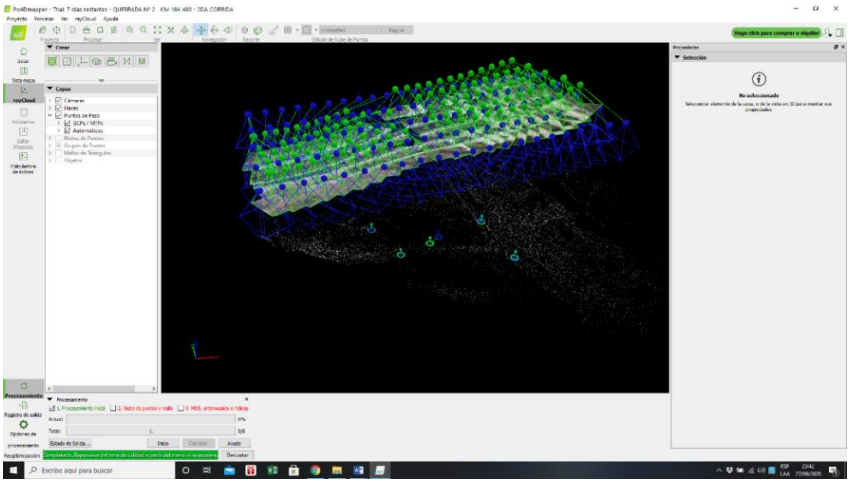
***Figura 17 Geoferenciación de puntos de control quebrada km 184+400 en el Pix4Dmapper***



***Fuente: Elaboración Propia.***

Seguidamente nos vamos al icono procesar y le damos reoptimizar, para luego tener un modelo más preciso.

***Figura 18 Reoptimización de puntos de control quebrada km 184+700***

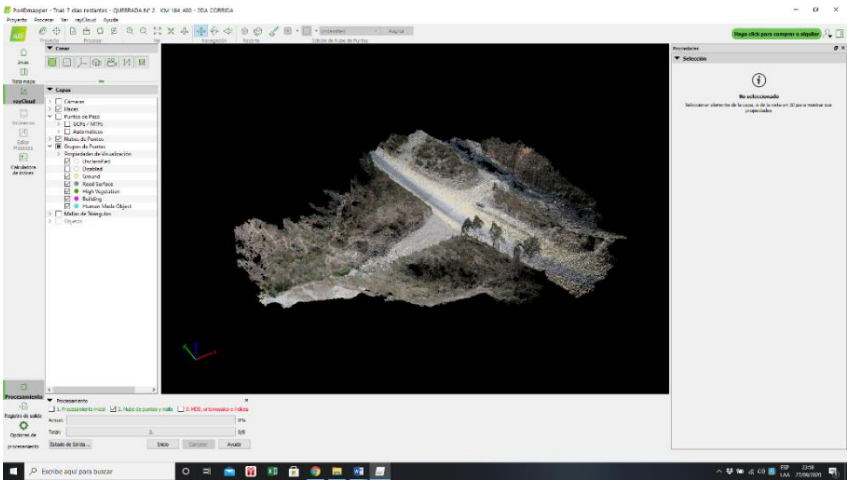


***Fuente: Elaboración Propia.***

**Creación de nube de puntos y malla**

Seleccionamos solo la opción 2(nube de puntos y malla), desactivamos la opción 1 y le damos iniciar.

***Figura 19 Nube de puntos densa quebrada km 184+400***

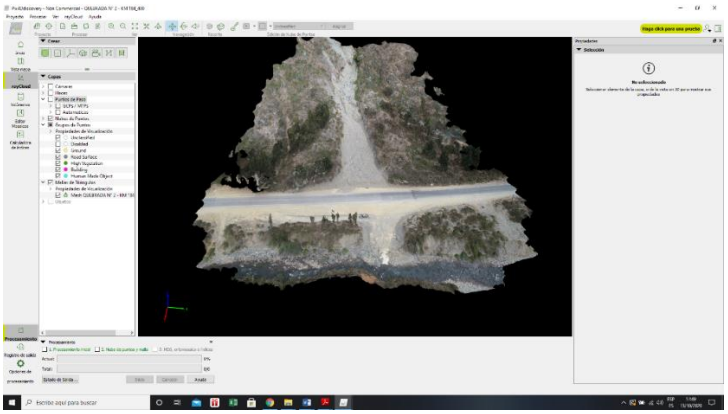


***Fuente: Elaboración Propia.***

**Creación de la malla de puntos**

Apagamos la nube de puntos y generamos la malla de puntos

***Figura 20 Malla de puntos quebrada km 184+400 en el Pix4Dmapper***



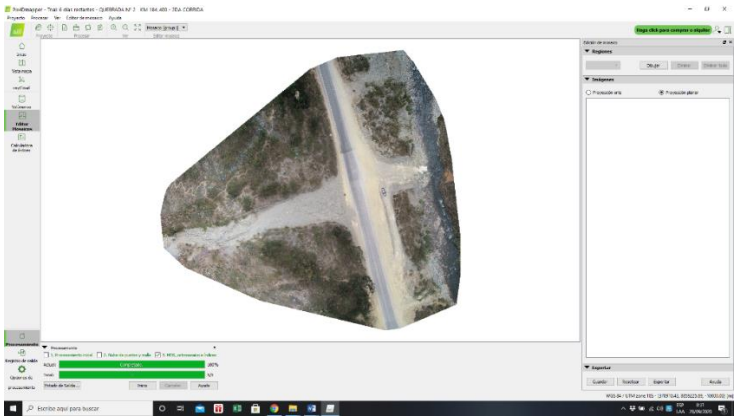
***Fuente: Elaboración Propia.***

**Creación del orto mosaico**

Seleccionamos solo la opción 3(orto mosaico), desactivamos la opción 2 y le damos iniciar.

El orto mosaico es una imagen que se encuentra a una escala dada con dimensiones reales, que no presenta deformaciones y puede darse en tiempo real, este producto nos sirve para poder insertar en el civil 3D, el cual nos ayudara en el proceso de la creación de curvas de nivel.

***Figura 21 Orto mosaico quebrada km 184+400 en el Pix4Dmapper***



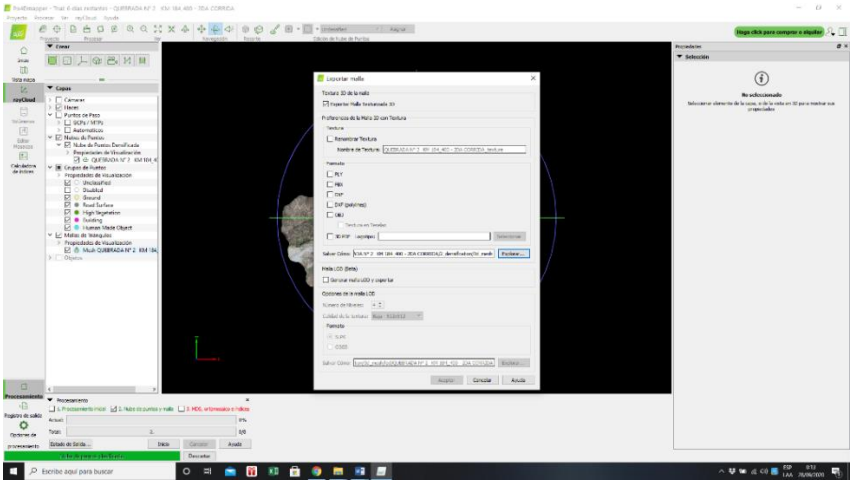
***Fuente Elaboración Propia.***

**Creación de las curvas de nivel a partir de la nube de puntos generada en pix4Dmapper**

Una vez generada la nube de puntos densa, nos vamos a la opción nubes de puntos, seleccionamos nube de puntos densificada, propiedades de visualización, luego hacemos click derecho y le damos en la opción exportar nube de puntos, antes de exportar quitamos los objetos humanos, la vegetación y solamente dejamos tierra y superficie de carretera.

Seguidamente damos la ubicación en donde se guardará el archivo, también seleccionamos el tipo de formato con el que se guardará el archivo, en este caso lo guardamos en formato LAS y se le puso el nombre Quebrada Km 184+400

***Figura 22 Exportación de nube de puntos en formato LAS de la quebrada km 184+400***

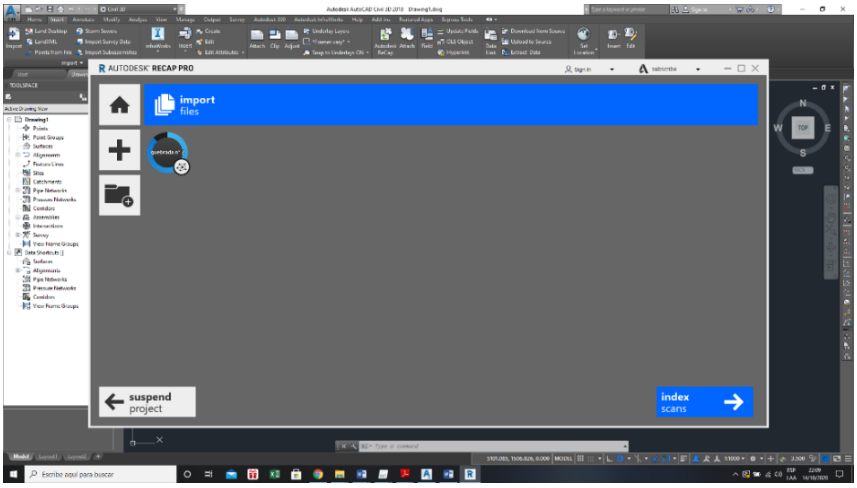


***Fuente Elaboración Propia.***

Para generar las curvas de nivel, importamos la nube de puntos en el Civil 3D de la siguiente manera.

Ya en el programa Civil 3D nos vamos a la ventana insertar y utilizaremos la herramienta Autodesk Recap, que es la que gestiona nube de puntos en civil 3D 2018, una vez en la herramienta Recap seleccionamos un nuevo proyecto e importamos la nube de puntos que exportamos del programa pix4Dmapper en formato LAS.

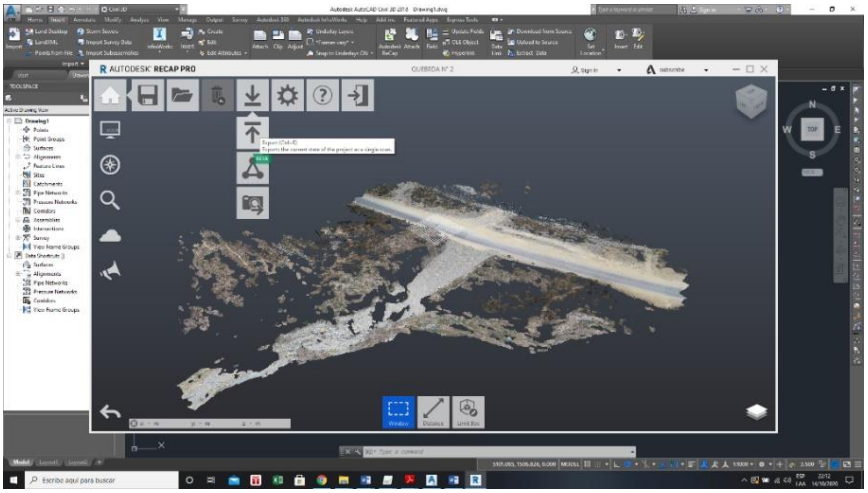
***Figura 23 Importación de nube puntos quebrada km 184+400***




***Fuente Elaboración Propia.***

Una vez importado la nube de puntos lo que haremos es exportarlo a formato RCS para que lo pueda leer el Civil 3D

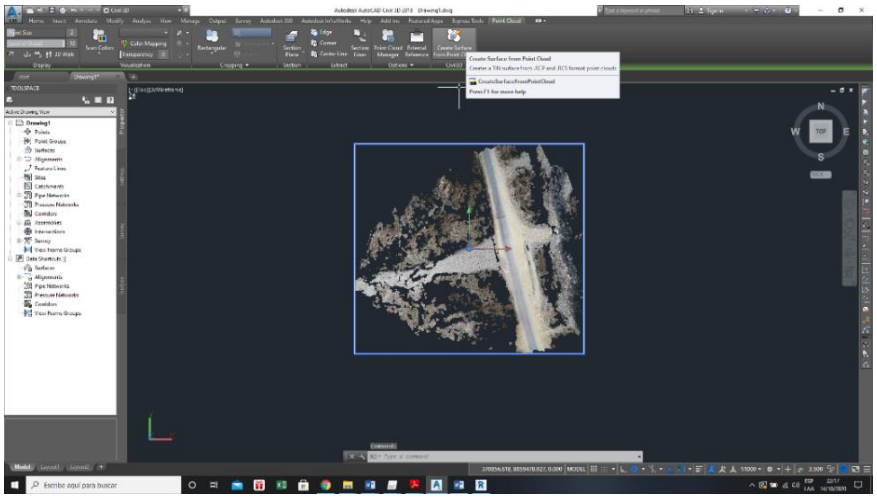
***Figura 24 Exportación en formato RCS para poder abrir en el Civil 3D quebrada km 184+400***




***Fuente Elaboración Propia.***

Luego entramos al Civil 3D y seleccionamos la herramienta Enlazar (Attach), una vez enlazado nos vamos directamente a la carpeta donde guardamos la nube de puntos en formato RCS y finalmente le damos abrir.

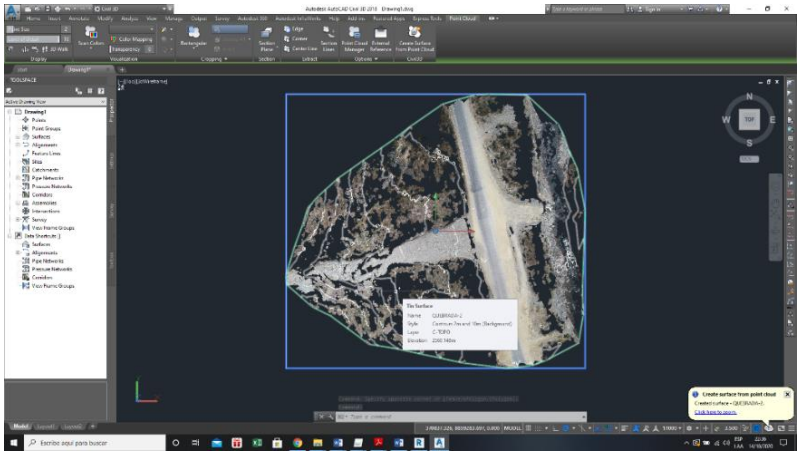
***Figura 25 Enlazando nube de puntos quebrada km 184+400***



***Fuente Elaboración Propia.***

Finalmente seleccionamos la nube de puntos y nos aparece la herramienta crear curvas de nivel a partir de la nube de puntos, le damos click para generar las curvas de nivel.

***Figura 26 Curvas de nivel quebrada km 184+400***

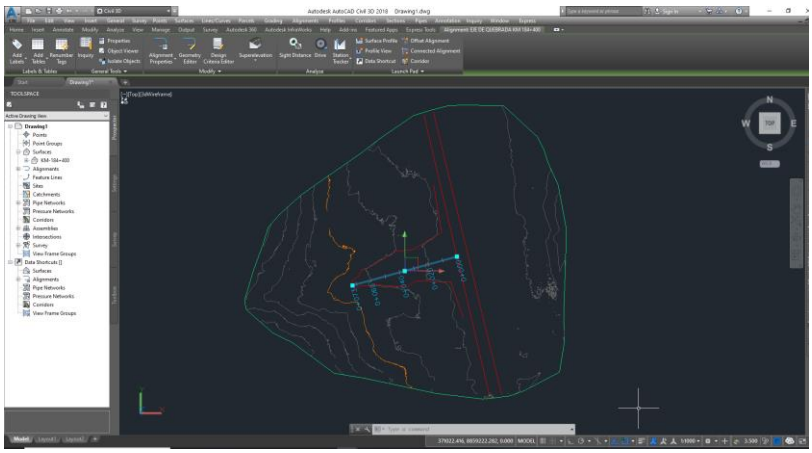


***Fuente Elaboración Propia.***

## Cálculo del Volumen

Se realizó el procedimiento de creación de un alineamiento en el eje de la quebrada.

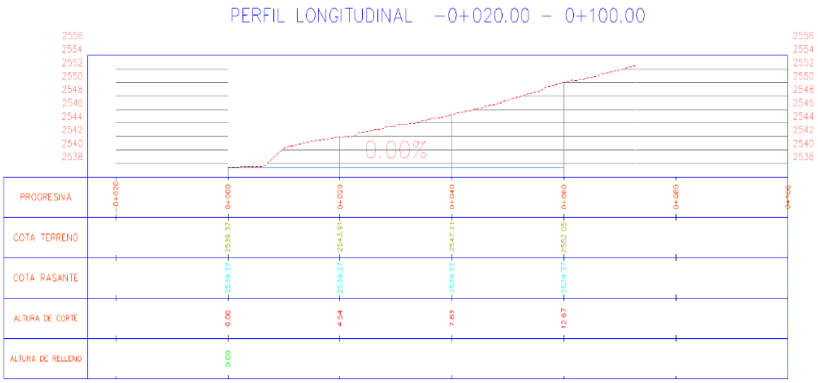
***Figura 27 Creación de alineamiento en eje de quebrada km 184+400***



***Fuente. Elaboración Propia***

Se crea el perfil longitudinal en base al alineamiento

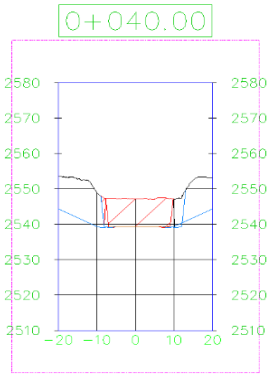
***Gráfico 7 Perfil longitudinal quebrada km 184+400***




***Fuente. Elaboración Propia***

Luego se procede a generar las secciones transversales

***Gráfico 8 Secciones transversales quebrada km 184+400***




***Fuente. Elaboración Propia***

Una vez definido el alineamiento, perfil longitudinal y secciones transversales se realiza el cálculo del volumen mediante la opción de informe de volumen:

***Gráfico 9 Volumen total de corte quebrada km 184+400***

## Volume Report

**Project: C:\Users\asus\Desktop\CURVAS DE NIVEL DE QUEBRADAS\QUEBRADA N° 2 - KM 184+400\CURVAS DE NIVEL EN CIVIL 3D\KM 184+400.dwg**
Alignment: EJE DE QUEBRADA KM 184+400
Sample Line Group: SECCIÓN TÍPICA - QUEBRADA
Start Sta: 0+000.000
End Sta: 0+070.000

| Station | Cut Area (Sq.m.) | Cut Volume (Cu.m.) | Reusable Volume (Cu.m.) | Fill Area (Sq.m.) | Fill Volume (Cu.m.) | Cum. Cut Vol. (Cu.m.) | Cum. Reusable Vol. (Cu.m.) | Cum. Fill Vol. (Cu.m.) | Cum. Net Vol. (Cu.m.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+000.000 | 1.53 | 0.00 | 0.00 | 1.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0+010.000 | 81.59 | 415.59 | 415.59 | 0.00 | 7.69 | 415.59 | 415.59 | 7.69 | 407.91 |
| 0+020.000 | 137.28 | 1094.34 | 1094.34 | 0.00 | 0.00 | 1509.93 | 1509.93 | 7.69 | 1502.25 |
| 0+030.000 | 146.23 | 1417.54 | 1417.54 | 0.00 | 0.00 | 2927.47 | 2927.47 | 7.69 | 2919.79 |
| 0+040.000 | 138.30 | 1422.62 | 1422.62 | 0.00 | 0.00 | 4350.09 | 4350.09 | 7.69 | 4342.40 |
| 0+050.000 | 177.42 | 1578.57 | 1578.57 | 0.00 | 0.00 | 5928.66 | 5928.66 | 7.69 | 5920.97 |
| 0+060.000 | 220.32 | 1988.68 | 1988.68 | 0.00 | 0.00 | 7917.34 | 7917.34 | 7.69 | 7909.66 |
| 0+070.000 | 0.00 | 1101.60 | 1101.60 | 0.00 | 0.00 | 9018.94 | 9018.94 | 7.69 | 9011.26 |

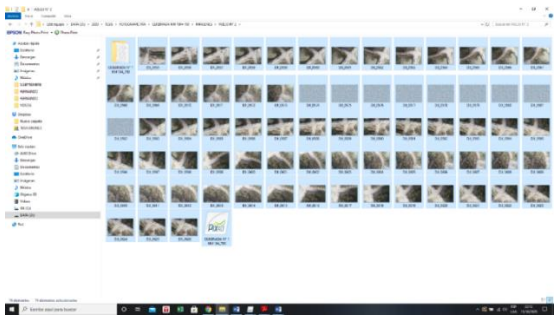
***Fuente. Elaboración Propia***

## QUEBRADA KM 184+700

### Descargar las fotos del Dron a la computadora

Se realizó la descarga utilizando un adaptador de micro SD de la marca Kingston, en el cual se encontraban todas las fotografías tomadas durante el proceso de vuelo. Para mayor seguridad después de cada vuelo podemos descargar todas las fotografías a una portátil.

***Figura 28 Archivo de fotografías quebrada km 184+700***

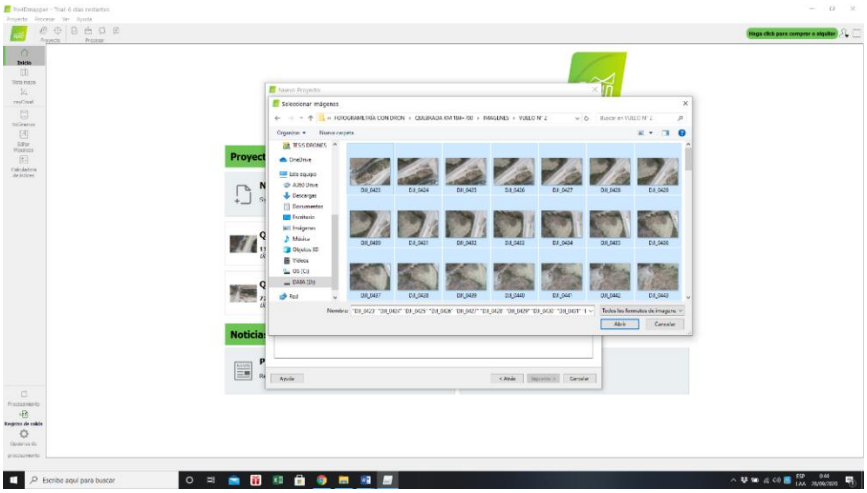


***Fuente: Elaboración Propia.***

## Importación de imágenes al programa Pix4Dmapper

Para importar las fotos con las cuales vamos a trabajar, se entra al programa Pix4Dmapper y generamos un nuevo proyecto el cual le damos un nombre, en este caso Quebrada Km 184+700, seguidamente nos vamos a importar imágenes.

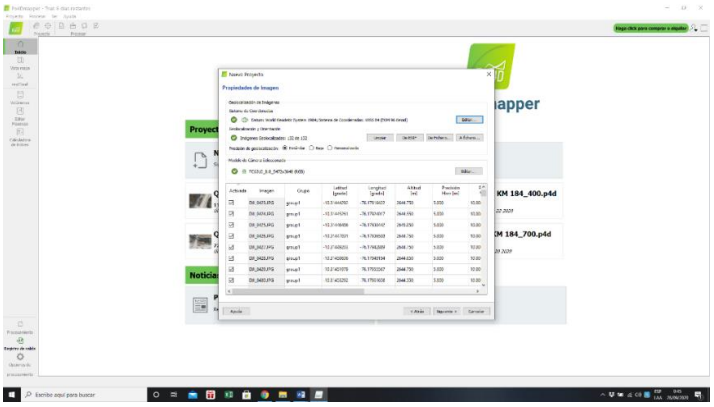
***Figura 29 Importación de imágenes al programa Pix4Dmapper quebrada km 184+700***



***Fuente: Elaboración Propia.***

Una vez insertadas las imágenes, se puede apreciar en la caja de referencia la latitud, longitud y altitud al momento de tomar las fotografías

***Figura 30 Coordenadas de fotografías quebradas km 184+700***

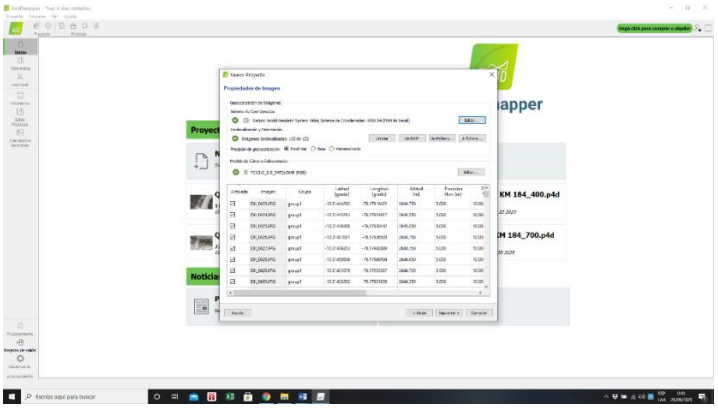


***Fuente: Elaboración Propia.***

## Procesamiento inicial

Seleccionamos solo la opción 1(procesamiento inicial) y le damos iniciar para luego georreferenciar.

***Figura 31 Procesamiento inicial en el Pix4dmapper quebrada km 184+700***



***Fuente: Elaboración Propia.***

## Georreferenciación de puntos en el software

En este paso utilizaremos el procedimiento de levantamiento de puntos georreferenciados que realizamos en el campo con la ayuda del GPS, es decir

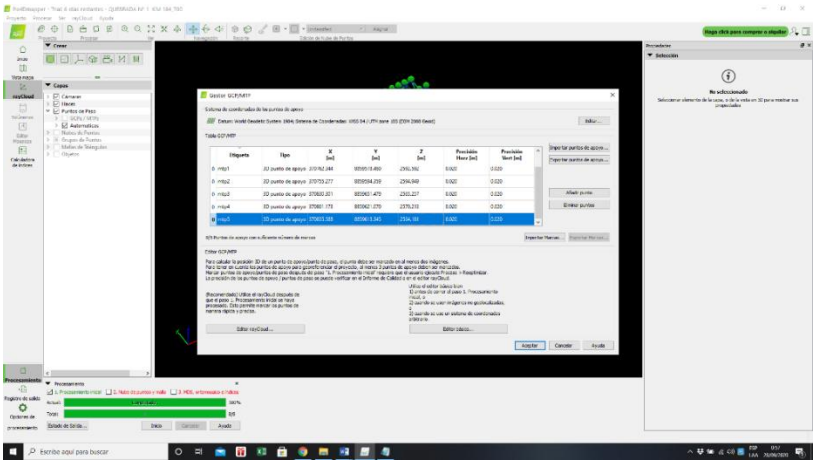
importaremos las coordenadas que se tomó con el GPS, a los cuales llamaremos puntos de control terrestre.

Para este procedimiento será importante exportar los datos del GPS y generar un archivo de texto, en donde figuren las coordenadas de los puntos levantados en el terreno. Para nuestro trabajo de campo generamos 5 puntos de control terrestres, con los cuales realizaremos el proceso de georreferenciación de puntos en el Pix4Dmapper.

Para iniciar la georreferenciación nos vamos a la aplicación pix4D mapper en el icono gestor GCP/MTP para poder introducir las coordenadas de nuestros 5 puntos de control.

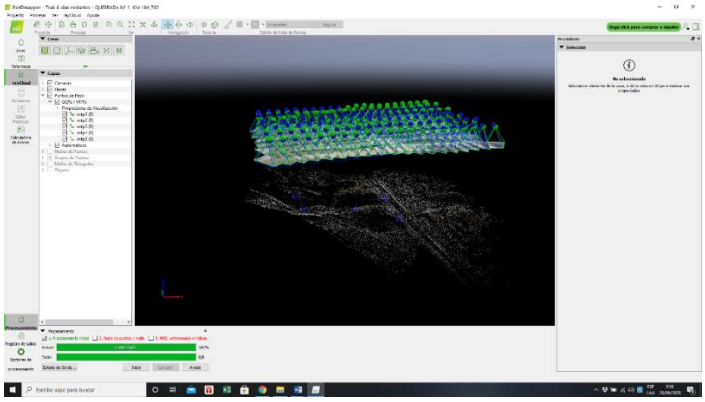
Para iniciar la georreferenciación en el programa crearemos marcadores y los enlazaremos con cada foto en donde aparece el punto de control terrestre.

***Figura 32 Ingresando puntos de control quebrada km 184+700 en el Pix4Dmapper***



***Fuente: Elaboración Propia.***

***Figura 33 Puntos de control quebrada km 184+700 en el Pix4Dmapper***

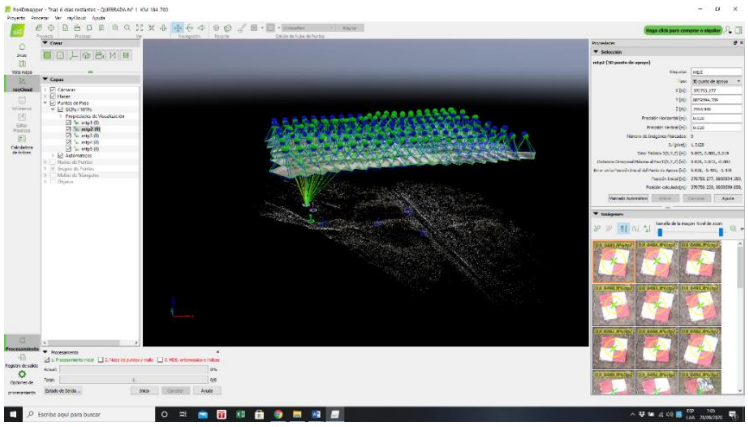


***Fuente: Elaboración Propia.***

Seleccionamos la fotografía en donde se encuentra marcado el punto de control terrestre con un símbolo de una diamantina, con el cursor nos ubicamos sobre la marca y da clic izquierdo para poder activar la georreferenciación, mientras más fotografías marquemos, más preciso será.

Realiza este proceso en todos los puntos de control terrestres y en varias de las fotografías que se aprecia el símbolo topográfico.

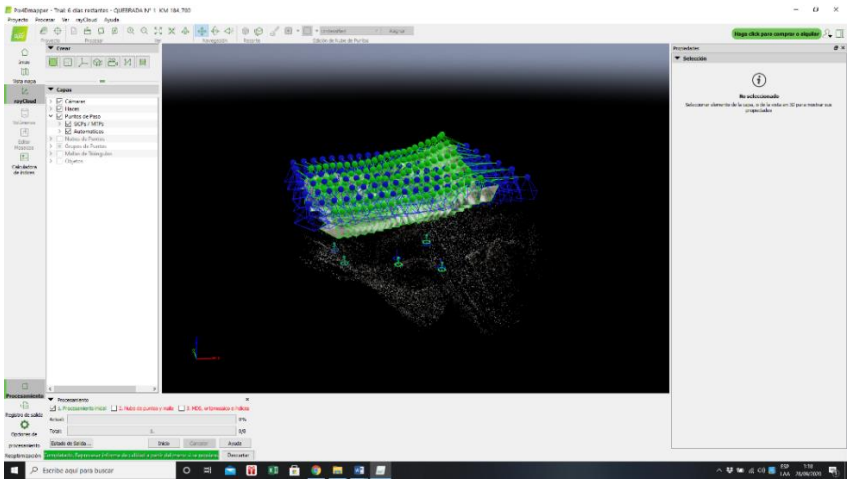
***Figura 34 Georreferenciación de puntos de control quebrada km 184+700***



***Fuente: Elaboración Propia.***

Seguidamente nos vamos al icono procesar y le damos reoptimaizar, para luego tener un modelo más preciso.

***Figura 35 Reoptimización de puntos de control quebrada km 184+700***

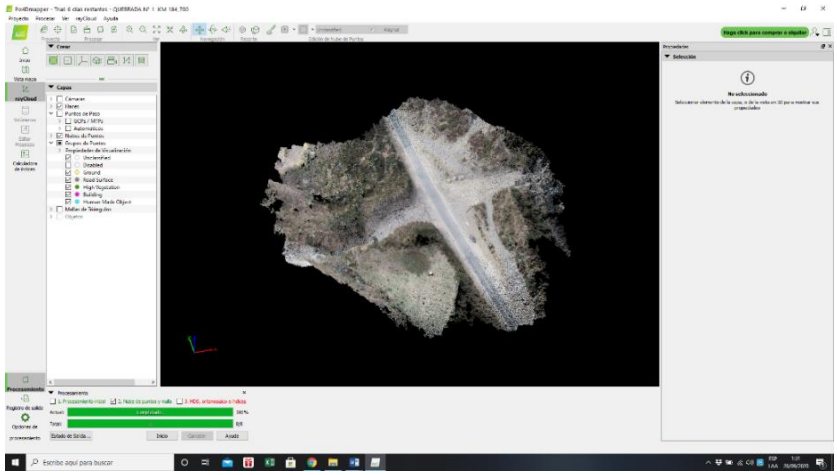


***Fuente: Elaboración Propia.***

**Creación de nube de puntos y malla**

Seleccionamos solo la opción 2(nube de puntos y malla), desactivamos la opción 1 y le damos iniciar.

***Figura 36 Nube de puntos densa quebrada km 184+700***

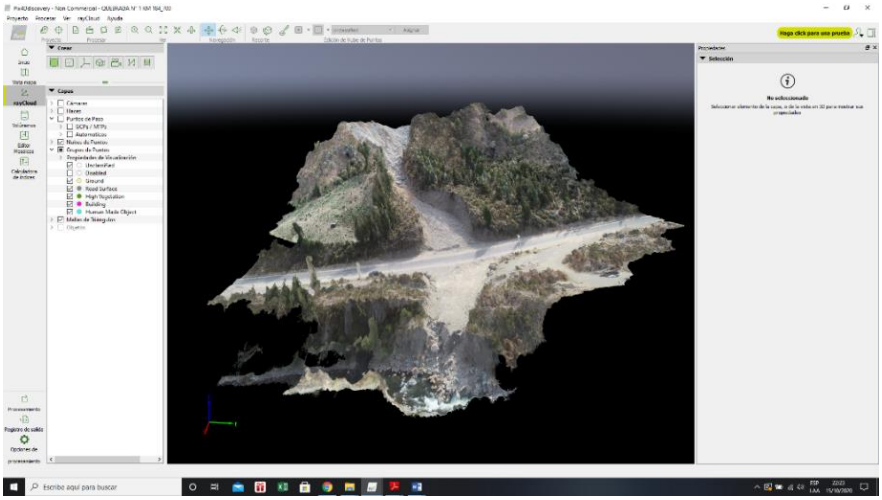


***Fuente: Elaboración Propia.***

## Creación de la malla de puntos

Apagamos la nube de puntos y generamos la malla de puntos

***Figura 37 Malla de puntos quebrada km 184+700***



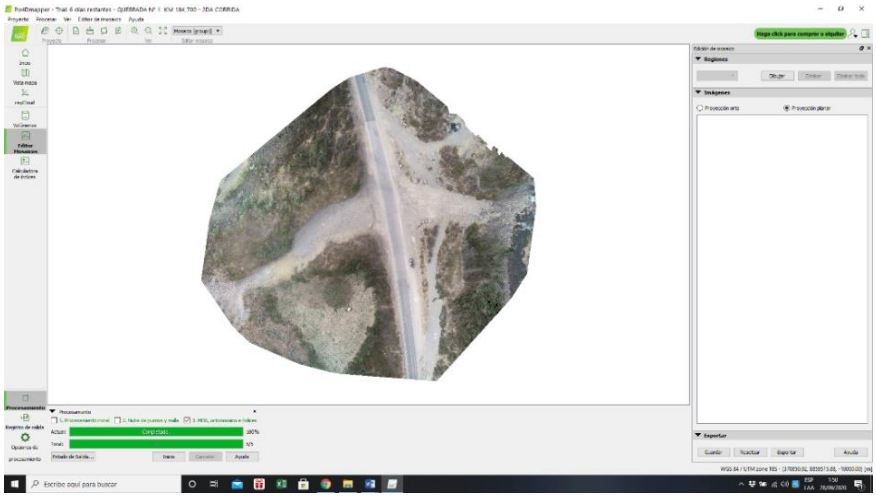
***Fuente: Elaboración Propia.***

## Creación del orto mosaico

Seleccionamos solo la opción 3(orto mosaico), desactivamos la opción 2 y le damos iniciar.

El orto mosaico es una imagen que se encuentra a una escala dada con dimensiones reales, que no presenta deformaciones y puede darse en tiempo real, este producto nos sirve para poder insertar en el civil 3D, el cual nos ayudara en el proceso de la creación de curvas de nivel.

***Figura 38 Orto mosaico quebrada km 184+700***



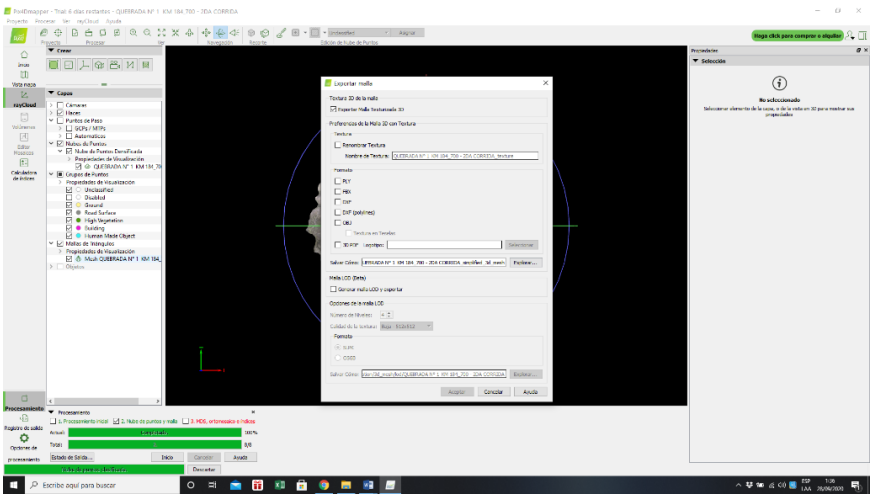
***Fuente Elaboración Propia.***

**Creación de las curvas de nivel a partir de la nube de puntos generada en pix4Dmapper**

Una vez generada la nube de puntos densa, nos vamos a la opción nubes de puntos, seleccionamos nube de puntos densificada, propiedades de visualización, luego hacemos click derecho y le damos en la opción exportar nube de puntos, antes de exportar quitamos los objetos humanos, la vegetación y solamente dejamos tierra y superficie de carretera.

Seguidamente damos la ubicación en donde se guardará el archivo, también seleccionamos el tipo de formato con el que se guardará el archivo, en este caso lo guardamos en formato LAS y se le puso el nombre Quebrada Km 184+700.

***Figura 39 Exportación de nube de puntos en formato LAS quebrada km 184+700***

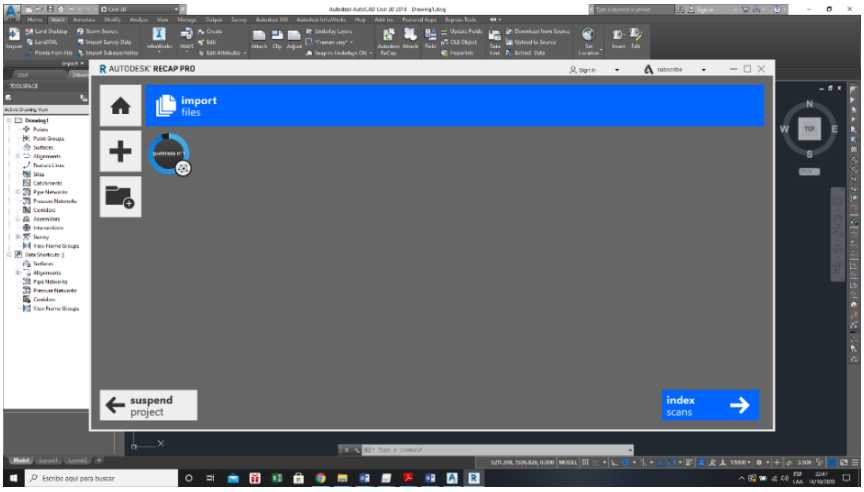


***Fuente Elaboración Propia.***

Para generar las curvas de nivel, importamos la nube de puntos en el Civil 3D de la siguiente manera.

Ya en el programa Civil 3D nos vamos a la ventana insertar y utilizaremos la herramienta Autodesk Recap, que es la que gestiona nube de puntos en civil 3D 2018, una vez en la herramienta Recap seleccionamos un nuevo proyecto e importamos la nube de puntos que exportamos del programa pix4Dmapper en formato LAS.

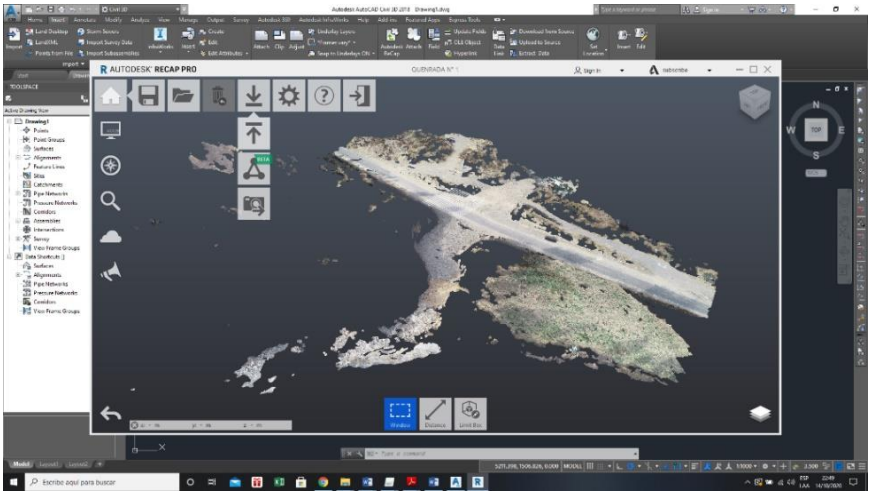
***Figura 40 Importación de nube de puntos quebrada km 184+700***




***Fuente Elaboración Propia.***

Una vez importado la nube de puntos lo que haremos es exportarlo a formato RCS para que lo pueda leer el Civil 3D

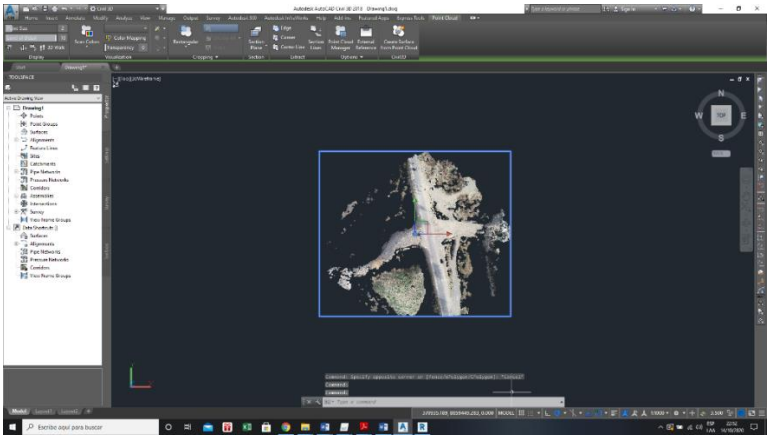
***Figura 41 Exportación en formato RCS para poder abrir en el Civil 3D quebrada km 184+700***




***Fuente Elaboración Propia.***

Luego entramos al Civil 3D y seleccionamos la herramienta Enlazar (Attach), una vez enlazado nos vamos directamente a la carpeta donde guardamos la nube de puntos en formato RCS y finalmente le damos abrir

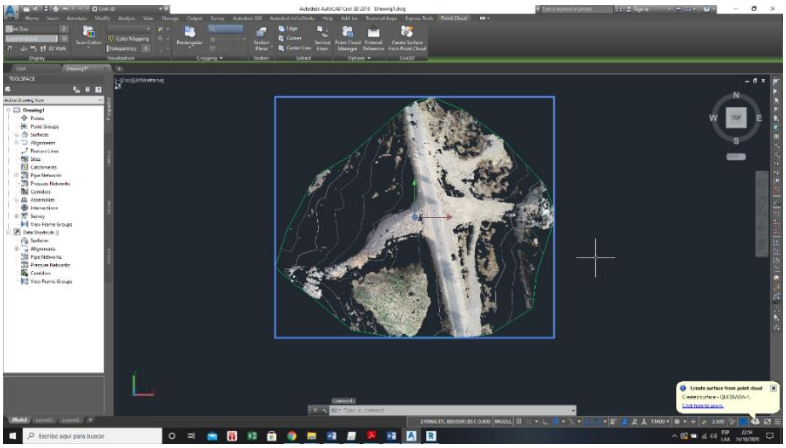
***Figura 42 Enlazando nube de puntos quebrada km 184+700***



***Fuente Elaboración Propia.***

Finalmente seleccionamos la nube de puntos y nos aparece la herramienta crear curvas de nivel a partir de la nube de puntos, le damos click para generar las curvas de nivel.

***Figura 43 Curvas de nivel quebrada km 184+700***

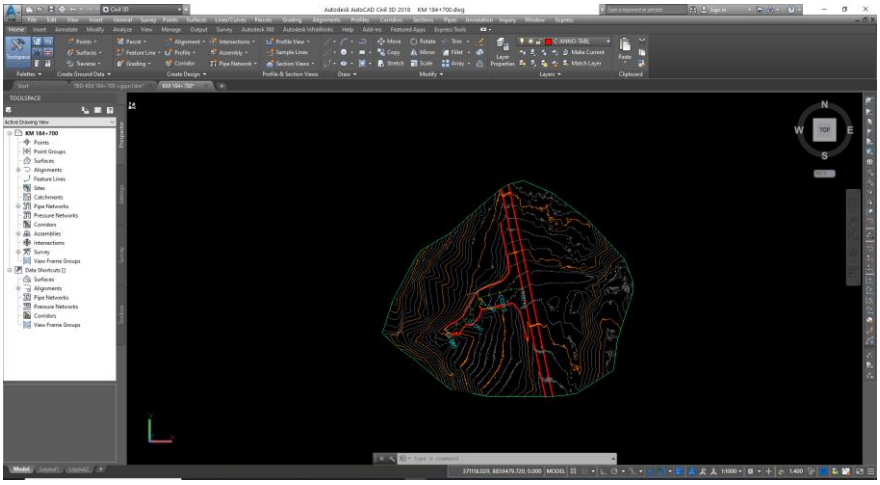


***Fuente Elaboración Propia.***

## Cálculo del Volumen

Se realizó el procedimiento de creación de un alineamiento en el eje de la quebrada.

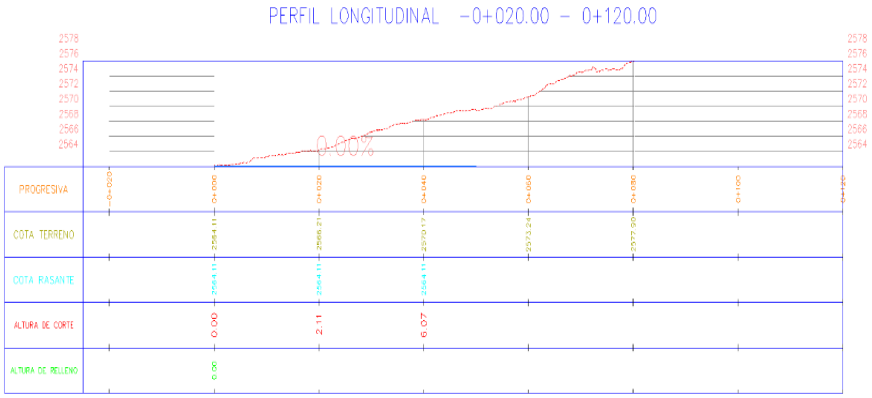
***Figura 44 Alineamiento en el eje de la quebrada km 184+700***



***Fuente: Elaboración Propia.***

Se crea el perfil longitudinal en base al alineamiento

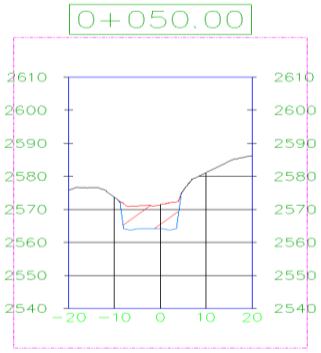
***Gráfico 10 Perfil longitudinal quebrada km 184+700***




***Fuente: Elaboración Propia.***

Luego se procede a generar las secciones transversales.

***Gráfico 11 Secciones transversales quebrada km 184+700***




***Fuente: Elaboración Propia.***

Una vez definido el alineamiento, perfil longitudinal y secciones transversales se realiza el cálculo del volumen mediante la opción de informe de volumen:

***Gráfico 12 Volumen de corte quebrada km 184+700***

**Volume Report**

**Project: C:\Users\asus\Desktop\CURVAS DE NIVEL DE QUEBRADAS\QUEBRADA Nº 1 - KM 184+700\CURVAS DE NIVEL EN CIVIL 3D\KM 184+700.dwg**
Alignment: EJE DE QUEBRADA KM 184+700
Sample Line Group: SECCION TIPICA - QUEBRADA
Start Sta: 0+010.000
End Sta: 0+080.000

| Station | Cut Area (Sq.m.) | Cut Volume (Cu.m.) | Reusable Volume (Cu.m.) | Fill Area (Sq.m.) | Fill Volume (Cu.m.) | Cum. Cut Vol. (Cu.m.) | Cum. Reusable Vol. (Cu.m.) | Cum. Fill Vol. (Cu.m.) | Cum. Net Vol. (Cu.m.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+010.000 | 38.00 | 0.00 | 0.00 | 3.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0+020.000 | 70.45 | 542.21 | 542.21 | 0.00 | 15.60 | 542.21 | 542.21 | 15.60 | 526.61 |
| 0+030.000 | 114.03 | 922.37 | 922.37 | 0.00 | 0.00 | 1464.58 | 1464.58 | 15.60 | 1448.98 |
| 0+040.000 | 109.84 | 803.10 | 803.10 | 0.02 | 0.02 | 2267.68 | 2267.68 | 15.62 | 2252.05 |
| 0+050.000 | 91.67 | 1007.57 | 1007.57 | 0.00 | 0.09 | 3275.25 | 3275.25 | 15.71 | 3259.53 |
| 0+060.000 | 0.00 | 458.35 | 458.35 | 0.00 | 0.00 | 3733.59 | 3733.59 | 15.71 | 3717.88 |
| 0+070.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3733.59 | 3733.59 | 15.71 | 3717.88 |
| 0+080.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3733.59 | 3733.59 | 15.71 | 3717.88 |

***Fuente: Elaboración Propia.***

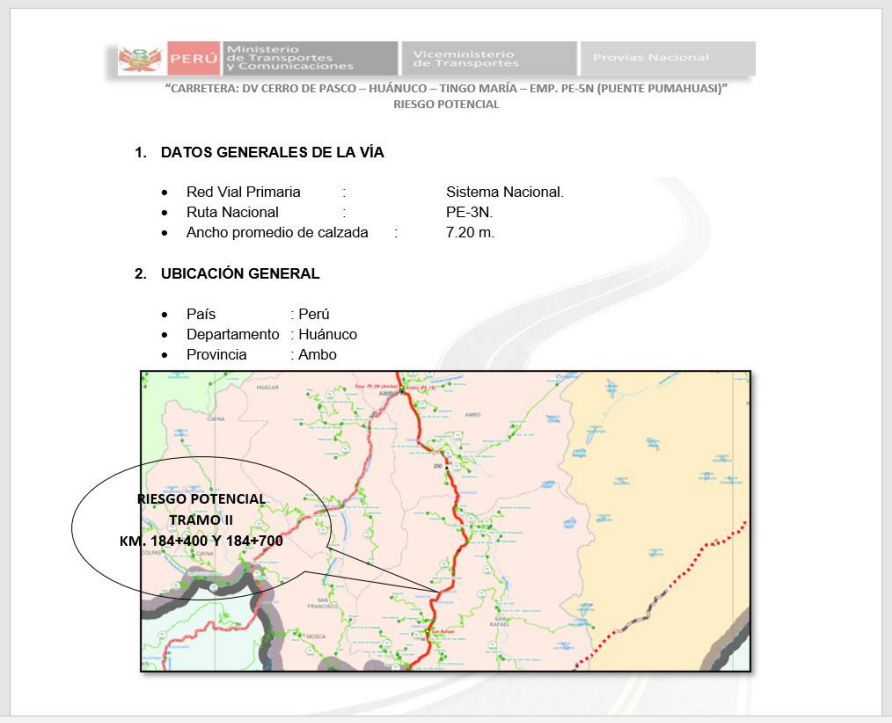
## 2.5 Elaboración del Expediente de Situación de Riesgo Potencial

Para realizar la elaboración del expediente técnico de Situación de Riesgo Potencial, se guio del formato utilizado por el **CONTRATISTA**

**CONSERVADOR** del tramo en estudio y del Manual de Carreteras – Conservación Vial, el cual consta de las siguientes partes:

- Memoria descriptiva: se describen datos generales de la vía, ubicación, y la memoria descriptiva propiamente dicha donde se colocaron datos como antecedentes, justificación, objetivos generales, objetivos específicos, ubicación y descripción del riesgo potencial, causas y efectos del riesgo potencial, periodo de atención de la situación de riesgo potencial, actividades proyectadas, presupuesto del riesgo potencial, conclusiones y recomendaciones, y anexos.

***Imagen 44 Vista general de la memoria descriptiva del expediente de situación de riesgo potencial***




***Fuente: Elaboración Propia***

Dentro de las actividades planteadas según el Manual de Carreteras – Conservación Vial para la atención de la situación de riesgo potencial se tiene:

- Movilización y desmovilización
- Topografía y georreferenciación
- Mantenimiento de transito temporal y seguridad vial
- Perfilado de taludes
- Limpieza de material proveniente del perfilado de taludes

- Metrados

Para los metrados se utilizaron hojas Excel con fórmulas de cálculo simples, para el caso del cálculo de volumen de corte es automatizado con el programa AutoCAD Civil 3D.

***Tabla 8 Planilla de metrados quebrada km 184+400***

| PROG. | ÁREA DE CORTE M2 | VOLUMEN DE CORTE EN BANCO M3 | VOLUMEN DE CORTE ESPONJAMIENTO M3 | ÁREA DE RELLENO M2 | VOLUMEN DE RELLENO M3 | VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE EN BANCO M3 | VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE EN ESPONJAMIENTO M3 | VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO M3 | VOLUMEN DE ELIMINACIÓN M3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+000.00 | 1.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0+010.00 | 81.59 | 415.59 | 498.71 | 0.00 | 0.00 | 415.59 | 498.71 | 0.00 | 498.71 |
| 0+020.00 | 137.28 | 1094.34 | 1313.21 | 0.00 | 0.00 | 1509.93 | 1811.92 | 0.00 | 1811.92 |
| 0+030.00 | 146.23 | 1417.54 | 1701.05 | 0.00 | 0.00 | 2927.47 | 3512.96 | 0.00 | 3512.96 |
| 0+040.00 | 138.30 | 1422.62 | 1707.14 | 0.00 | 0.00 | 4350.09 | 5220.11 | 0.00 | 5220.11 |
| 0+050.00 | 177.42 | 1578.57 | 1894.28 | 0.00 | 0.00 | 5928.66 | 7114.39 | 0.00 | 7114.39 |
| 0+060.00 | 220.32 | 1988.68 | 2386.42 | 0.00 | 0.00 | 7917.34 | 9500.81 | 0.00 | 9500.81 |
| 0+070.00 | 0.00 | 1101.60 | 1321.92 | 0.00 | 0.00 | 9018.94 | 10822.73 | 0.00 | 10822.73 |

***Fuente: Elaboración Propia***

***Tabla 9 Planilla de metrados quebrada km 184+700***

| PROG. | ÁREA DE CORTE M2 | VOLUMEN DE CORTE EN BANCO M3 | VOLUMEN DE CORTE ESPONJAMIENTO M3 | ÁREA DE RELLENO M2 | VOLUMEN DE RELLENO M3 | VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE EN BANCO M3 | VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE EN ESPONJAMIENTO M3 | VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO M3 | VOLUMEN DE ELIMINACIÓN M3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+000.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0+010.00 | 38.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0+020.00 | 70.45 | 542.21 | 650.65 | 0.00 | 0.00 | 542.21 | 650.65 | 0.00 | 650.65 |
| 0+030.00 | 114.03 | 922.37 | 1106.84 | 0.00 | 0.00 | 1464.58 | 1757.50 | 0.00 | 1757.50 |
| 0+040.00 | 109.84 | 803.10 | 963.72 | 0.00 | 0.00 | 2267.68 | 2721.22 | 0.00 | 2721.22 |
| 0+050.00 | 91.67 | 1007.57 | 1209.08 | 0.00 | 0.00 | 3275.25 | 3930.30 | 0.00 | 3930.30 |
| 0+060.00 | 0.00 | 458.35 | 550.02 | 0.00 | 0.00 | 3733.60 | 4480.32 | 0.00 | 4480.32 |
| 0+070.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

***Fuente: Elaboración Propia***

- Presupuesto

El presupuesto calculado para la atención de la situación de riesgo potencial se utiliza los metrados calculados por el costo unitario de las partidas e insumos del TDR o de la pactación de precios entre el CONTRATISTA CONSERVADOR y PROVIAS NACIONAL

***Tabla 10 Presupuesto del riesgo potencial con aerofotogrametría quebrada 184+400***

| ÍTEM | ACTIVIDAD EJECUTADA | UND | CANT. | COSTO EMERGENCIA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | METRADO | P.U. SIN IGV OFERTADO | TOTAL S/. |
| **1.00** | **MANO DE OBRA** | | | | | **2,030.08** |
| 1.02 | PEÓN EXPLANACIONES | HH | 2 | 48.80 | 21.80 | 1,063.84 |
| 1.03 | VIGÍA DIURNO | HH | 2 | 97.60 | 9.90 | 966.24 |
| **2.00** | **EQUIPOS** | | | | | **61,772.50** |
| 2.01 | CAMA BAJA | HM | 1 | 16.00 | 349.36 | 5,589.76 |
| 2.02 | EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115 - 165 HP | HM | 1 | 48.80 | 240.00 | 11,712.00 |
| 2.05 | CARGADOR FRONTAL 197 HP | HM | 1 | 48.80 | 330.00 | 16,104.00 |
| 2.06 | CAMIÓN VOLQUETE 6X4, 15M3 | HM | 2 | 97.60 | 150.00 | 14,640.00 |
| 2.07 | CAMIÓN VOLQUETE 6X4, 17M3 | HM | 2 | 97.60 | 190.00 | 18,544.00 |
| 2.18 | CAMIONETA PICK UP | HM | 1 | 48.80 | 15.83 | 772.50 |
| | **SUBTOTAL** | | | | | 63,802.58 |
| | **UTILIDAD 10%** | | | | | 6,380.26 |
| | **TOTAL SIN I.G.V.** | | | | | 70,182.84 |
| | **I.G.V. 18%** | | | | | 12,632.91 |
| | **TOTAL** | | | | | **82,815.75** |

***Fuente: Elaboración Propia***

***Tabla 11 Presupuesto del riesgo potencial con aerofotogrametría quebrada 184+700***

| ÍTEM | ACTIVIDAD EJECUTADA | UND | CANT. | COSTO EMERGENCIA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | METRADO | P.U. SIN IGV OFERTADO | TOTAL S/. |
| **1.00** | **MANO DE OBRA** | | | | | **931.84** |
| 1.02 | PEÓN EXPLANACIONES | HH | 2 | 22.40 | 21.80 | 488.32 |
| 1.03 | VIGÍA DIURNO | HH | 2 | 44.80 | 9.90 | 443.52 |
| **2.00** | **EQUIPOS** | | | | | **29,327.65** |
| 2.01 | CAMA BAJA | HM | 1 | 14.40 | 562.50 | 8,100.00 |
| 2.02 | EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115 - 165 HP | HM | 1 | 22.40 | 240.00 | 5,376.00 |
| 2.05 | CARGADOR FRONTAL 197 HP | HM | 1 | 22.40 | 330.00 | 7,392.00 |
| 2.06 | CAMIÓN VOLQUETE 6X4, 15M3 | HM | 5 | 44.80 | 150.00 | 6,720.00 |
| 2.18 | CAMIONETA PICK UP | HM | 1 | 22.40 | 15.83 | 354.59 |
| | **SUBTOTAL** | | | | | 30,259.49 |
| | **UTILIDAD 10%** | | | | | 3,025.95 |
| | **TOTAL SIN I.G.V.** | | | | | 33,285.44 |
| | **I.G.V. 18%** | | | | | 5,991.38 |
| | **TOTAL** | | | | | **39,276.82** |

***Fuente: Elaboración Propia***

- Cronograma

El tiempo de trabajo de cada actividad y del total del tiempo que dure la atención de la situación de riesgo potencial será consecuencia de los metrados y rendimientos de cada partida.

***Cuadro 1 Cronograma de Situación de Riesgo potencial quebrada km 184+400***

| ÍTEM | ACTIVIDAD | | | UNID | | SEMANA 1 | | | | | | | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DESCRIPCIÓN | PROG INI | PROG FIN | | | DIA 1 | DIA 2 | DIA 3 | DIA 4 | DIA 5 | DIA 6 | DIA 7 | |
| | **TRAMO II: CHICRIN - HUÁNUCO** | | | | | | | | | | | | |
| **01.00** | **MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN** | | | | | | | | | | | | |
| | **F1:** 01 cama baja | | | hm | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| **02.00** | **MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD VIAL** | | | | | | | | | | | | |
| | **F2:** 02 vigías | | | M | | | | | | | | | |
| | | 184+350 | 184+450 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| **03.00** | **PERFILADO DE TALUDES** | | | | | | | | | | | | |
| | **F3:** 01 Excavadora sobre oruga +01 auxiliar | | | m3 | | | | | | | | | |
| | | 184+400 | 184+400 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| **04.00** | **ELIMINACIÓN DE MATERIAL SUELTO AL DME** | | | km | | | | | | | | | |
| | F3: 02 volquetes 15m3+ 02 volquetes 17m3 + 01 Excavadora sobre orugas | | | | | | | | | | | | |
| | | 184+400 | 183+300 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

***Fuente: Elaboración Propia***

***Cuadro 2 Cronograma de situación de riesgo potencial quebrada km 184+700***

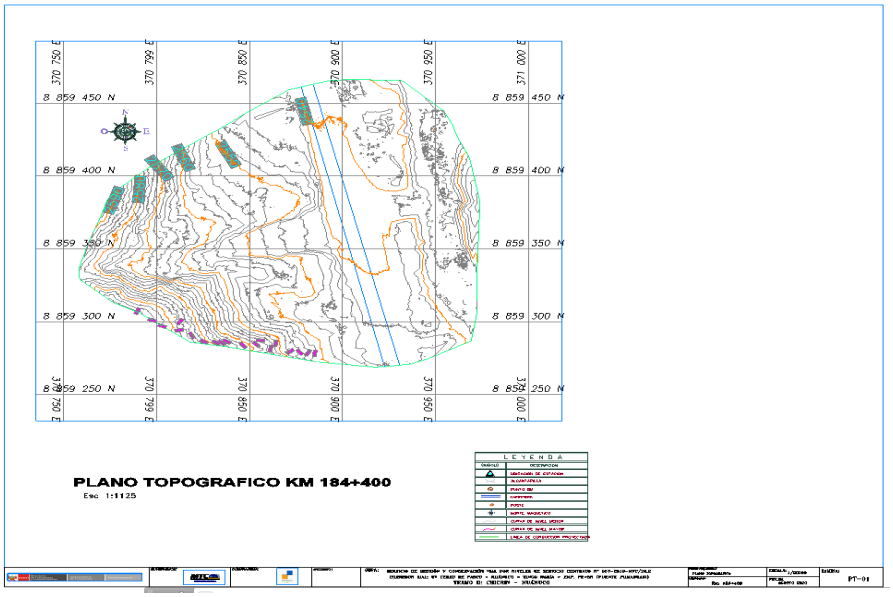
| ÍTEM | ACTIVIDAD | | | UNID | | SEMANA 1 | | | | | | | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DESCRIPCIÓN | PROG INI | PROG FIN | | | DIA 1 | DIA 2 | DIA 3 | DIA 4 | DIA 5 | DIA 6 | DIA 7 | |
| | **TRAMO II: CHICRIN - HUÁNUCO** | | | | | | | | | | | | |
| **01.00** | **MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN** | | | | | | | | | | | | |
| | **F1:** 01 cama baja | | | hm | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| **02.00** | **MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD VIAL** | | | | | | | | | | | | |
| | **F2:** 02 vigías | | | M | | | | | | | | | |
| | | 184+650 | 184+750 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| **03.00** | **PERFILADO DE TALUDES** | | | | | | | | | | | | |
| | **F3:** 01 Excavadora sobre oruga +01 auxiliar | | | m3 | | | | | | | | | |
| | | 184+700 | 184+700 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| **04.00** | **ELIMINACION DE MATERIAL SUELTO AL DME** | | | km | | | | | | | | | |
| | F3: 02 volquetes 15m3+ 02 volquetes 17m3 + 01 Excavadora sobre orugas | | | | | | | | | | | | |
| | | 184+700 | 183+300 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

***Fuente: Elaboración Propia***

- Planos

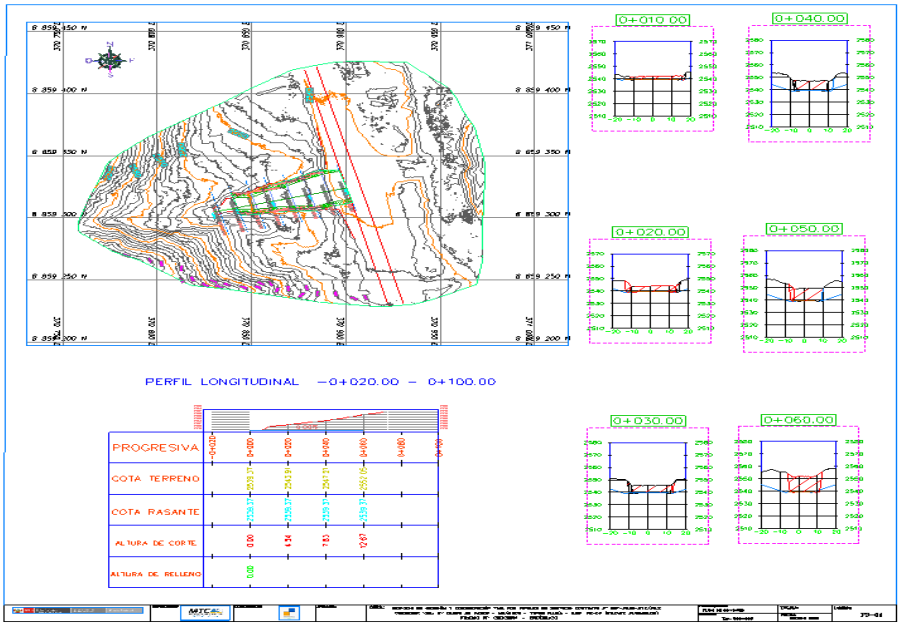
Se realizó el dibujo de los planos básicos como son los de ubicación y localización, plano topográfico, plano en planta y perfil, secciones transversales.

***Figura 45 Plano topográfico quebrada km 184+400 con aerofotogrametría***



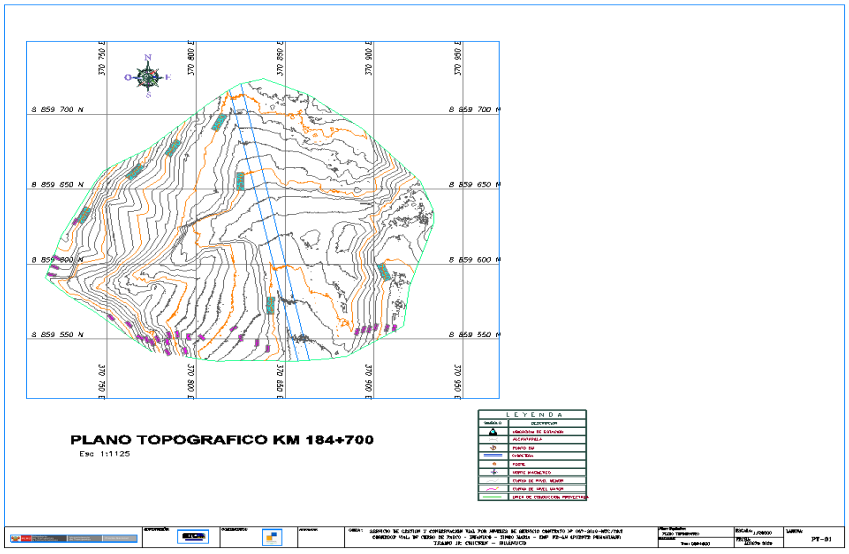

***Fuente: Elaboración Propia***

***Figura 46 Plano de secciones transversales quebrada km 184+400 con aerofotogrametría***



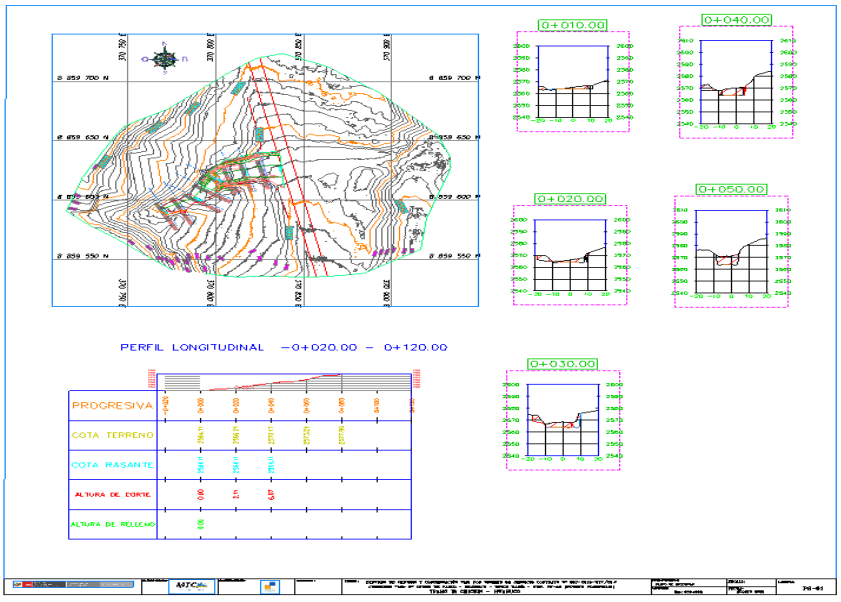

***Fuente: Elaboración Propia***

***Figura 47 Plano topográficos quebrada km 184+700 con aerofotogrametría***




***Fuente: Elaboración Propia***

***Figura 48 Plano de secciones transversales quebrada km 184+700 con aerofotogrametría***




***Fuente: Elaboración Propia***

- Panel fotográfico

Se elaboró un panel fotográfico que incluyen fotografías del reconocimiento de campo, levantamiento topográfico con estación total y con el drone Phantom 4 pro.

**PANEL FOTOGRAFICO FECHA 14/09/2020**

**SECTOR KM 184+400 - TRAMO II (CHICRIN – HUANUCO)**

| | |
|---|---|
| **IMAGEN 1:** Planificación de vuelo con la aplicación Pix4D en la progresiva 184+400 | **IMAGEN 2:** Vista panorámica de la quebrada del km 184+400 |
| | |
| **IMAGEN 3:** Vista del levantamiento fotogramétrico con el Drone Phamtom 4 pro | **IMAGEN 4:** Vista del material suelto próximo a deslizarse en la quebrada |
| | |
| **IMAGEN 3:** Colocación de Puntos de control en la quebrada 184+400 para el levantamiento fotogramétrico | **IMAGEN 4:** Toma de coordenadas en los puntos de control de la quebrara 184+400 |
| | |

PANEL FOTOGRAFICO FECHA 14/09/2020

SECTOR KM 184+700 - TRAMO II (CHICRIN – HUANUCO)

| | |
|---|---|
| **IMAGEN 1:** Planificación de vuelo con la aplicación Pix4D en la progresiva 184+700 | **IMAGEN 2:** Vista panorámica de la quebrada del km 184+700 |
| | |
| **IMAGEN 3:** Vista del levantamiento fotogramétrico con el Drone Phamtom 4 pro | **IMAGEN 4:** Vista del material suelto próximo a deslizarse en la quebrada |
| | |
| **IMAGEN 3:** Colocación de Puntos de control en la quebrada 184+700 para el levantamiento fotogramétrico | **IMAGEN 4:** Toma de coordenadas en los puntos de control de la quebrara 184+700 |
| | |

# CAPITULO III

## 3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 3.1 Expediente de Situación de Riesgo Potencial

Durante la elaboración del expediente de situación de riesgo potencial se consideraron de cierta manera las actividades en el manual de carreteras – conservación vial y el formato utilizado por la empresa encargada del servicio de gestión de conservación vial.

Se encontró que para la actividad que se plantea realizar el cual es la limpieza del cauce de la quebrada no se encuentra en el manual, entonces se plantea una actividad similar como es el Perfilado de Taludes. Esto es debido a que una situación de riesgo potencial es una acción preventiva de un suceso que pueda afectar a la estructura vial adyacente.

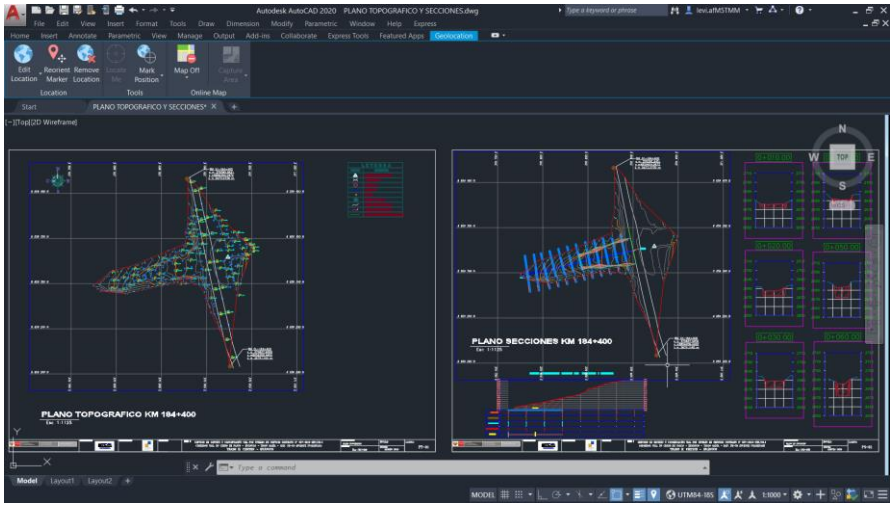
El contenido de este expediente comprende las partes de memoria descriptiva, metrados, presupuesto, planos y panel fotográfico; de lo cual se decidió solo realizar un solo expediente con los datos obtenidos con la aerofotogrametría; ya que el procesamiento de los datos obtenidos con la estación total es menos preciso, observándose esto en los perfiles longitudinales y secciones transversales, y los volúmenes de corte serán menos precisos.

## 3.2 Plano Topográfico del área en estudio

Luego de haber procesado los datos de campo obtenidos con la estación total y con el drone Phantom 4, se elaboraron los planos topográficos correspondientes con ayuda del AutoCAD Civil 3D y AutoCAD.

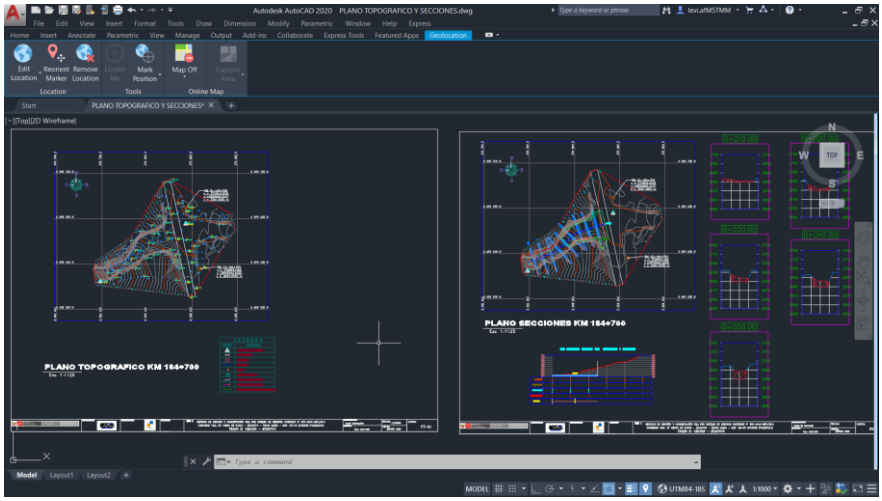
En el caso del plano topográfico del levantamiento con estación total el procesamiento de la información es desde la importación de puntos, generación de superficie, perfil longitudinal y secciones transversales; estos pasos fueron realizados de manera rápida ya que solo se tuvieron 298 puntos el sector 184+700 y 260 puntos el sector 184+400.

***Figura 49 Elaboración de planos topográficos quebrada km 184+400 con estación total***




***Fuente: Elaboración Propia***

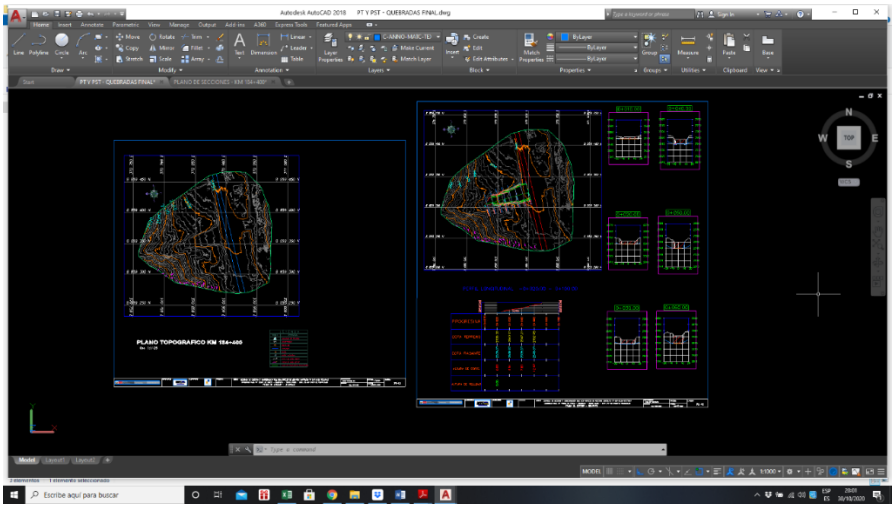
***Figura 50 Elaboración de planos topográficos quebrada km 184+700 con estación total***




***Fuente: Elaboración Propia***

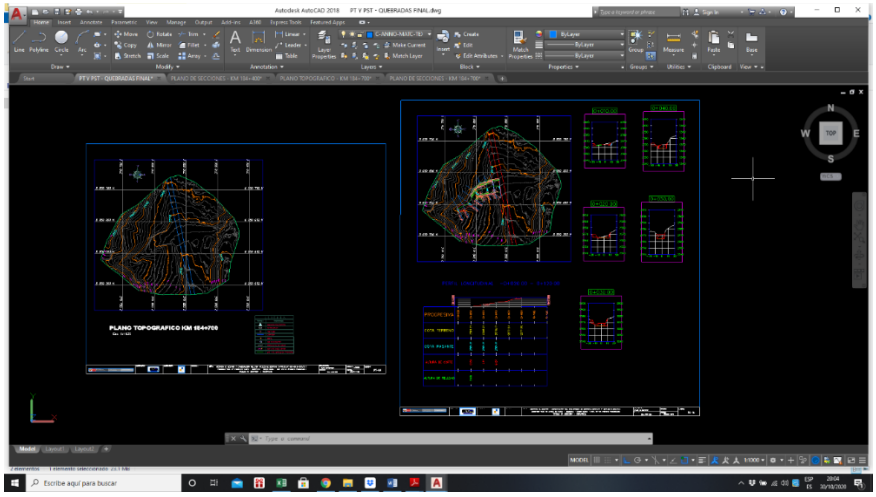
Para el plano topográfico del levantamiento con drone, al realizar el procesamiento de las fotografías en el programa Pix4Dmapper, este nos genera una nube de puntos, la cual exportamos y guardamos en una carpeta en formato LAS. Seguidamente para generar las curvas de nivel, con ayuda de la herramienta Autodesk Recap, importamos la nube de puntos al Civil 3D que exportamos del programa Pix4Dmapper en formato LAS, luego guardamos el archivo en formato RCS. Luego, ya en el Civil 3D, seleccionamos la herramienta Enlazar (Attach) y abrimos el archivo guardado en formato RCS. Finalmente seleccionamos la nube de puntos y creamos las curvas de nivel a partir de la opción generar curvas de nivel a partir de la nube de puntos, para así poder crear el perfil longitudinal y secciones transversales.

***Figura 51 Elaboración de planos topográficos quebrada km 184+400 con aerofotogrametría***



***Fuente: Elaboración Propia***

***Figura 52 Elaboración de planos topográficos quebrada km 184+700 con aerofotogrametría***



***Fuente: Elaboración Propia***

La presentación de ambos planos incluye el plano topográfico en planta, el perfil longitudinal de la quebrada, las secciones transversales de la quebrada.

Al realizar el procedimiento de elaboración del plano topográfico y el procesamiento de datos se tuvieron las siguientes ventajas y desventajas:

***Cuadro 3 Ventajas y desventajas del levantamiento con estación total y drone***

| VENTAJAS Y DESVENTAJAS | | |
|---|---|---|
| | **VENTAJAS** | **DESVENTAJAS** |
| **LEVANTAMIENTO CON ESTACIÓN TOTAL** | - Rápida obtención de puntos.<br>- Procesamiento de datos con rapidez.<br>- Edición y corrección de datos fáciles.<br>- Plan de trabajo mínimo en campo<br>- Equipo de procesamiento de datos básico. | - La cantidad de puntos depende del tiempo de levantamiento<br>- Se necesita personal capacitado<br>- Se necesita monumentar puntos de control fijos y permanentes.<br>- Operador de equipo con experiencia<br>- Riesgo del personal en áreas vulnerables. |
| **LEVANTAMIENTO CON DRONE** | - Gran cantidad de puntos.<br>- Rápida obtención de datos de campo<br>- Manejo del instrumento y software sencillo<br>- Gran precisión en terrenos planos. | - Corrección de datos tediosa<br>- Equipo de procesamiento de datos de requisitos altos.<br>- Es necesario una planificación detallada<br>- Puntos de control georreferenciados.<br>- Tramite de permisos de vuelo en zonas urbanas. |

***Fuente: Elaboración Propia***

Luego de haber realizado el levantamiento con estación total y drone, procesado los datos, calculado los volúmenes de corte y elaborado el

expediente de situación de riesgo potencial se realizaron los análisis técnico y económico haciendo comparación entre ellos.

## 3.3 Análisis Técnico comparativo entre el levantamiento con estación total y el levantamiento con Drone Phantom 4

Seleccionado estos dos métodos como alternativas para obtener datos del terreno a estudiar, se elaboraron los planos y cálculos de volúmenes que son parte fundamental para la presentación de la orden de servicio de la situación de riesgo potencial, a continuación de analizaran cada uno de los procesos realizados durante el estudio:

### 3.3.1 Inspección de campo

En cada uno de los dos levantamientos se necesitó conocer el área de estudio, que son dos quebradas ubicadas en los km 184+400 y km 184+700 en corredor vial: DV. Cerro de Pasco – Huánuco; de lo cual se reconoció el área para cada uno de los levantamientos, estado actual de las quebradas, clima de la zona y ubicación geográfica.

No hubo una inspección distinta para cada caso ya que fue general considerando los detalles señalados anteriormente.

### 3.3.2 Planificación de levantamiento

Para el caso del levantamiento topográfico con estación total, la planificación del levantamiento incumbió realizar el análisis de que herramientas, materiales y personal necesarias para la señalización de puntos, monumentación, y obtención de datos de campo.

En cambio, para el levantamiento con drone, la planificación es mucho más rigurosa, siguiendo ciertos parámetros:

Lo primero que se debe de hacer es conocer el área que vamos a volar, saber si hay pendientes pronunciadas, saber que tan densa es la vegetación, es muy importante conocer el lugar antes de planificar una ruta de vuelo.

Seguidamente es saber si es posible volar en zona o es necesario solicitar un permiso para volar (como se da en el caso de los aeropuertos o zonas urbanas).

Tenemos que verificar ciertos parámetros meteorológicos (como son el clima, la temperatura, el viento, el índice Kp, etc), que me informaran si la zona es apta para poder volar el dron.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente dicho podemos pasar a la planificación de vuelo, donde debemos tener en cuenta los siguientes puntos.

- Tipo de terreno
- Aplicación móvil con la que voy a realizar el vuelo
- Resolución GSD esperada
- Altura de vuelo
- Velocidad a la que se va a volar
- Porcentaje de recubrimiento estereoscópico(también llamado traslape)
- Angulo de inclinación de la cámara

De estos dos métodos podemos decir que para un levantamiento con drone se necesita una mejor planificación, ya que esta depende de parámetros de

clima, viento, radiación y programación del vuelo automatizado, más el levantamiento topográfico con estación total es una planificación más sencilla.

### 3.3.3 Trabajo de campo

Al realizar el trabajo de campo durante el levantamiento con estación total, es necesario que el personal que realiza el trabajo de prismeros tengan conocimiento o estén capacitados para la correcta colocación del prisma en el terreno y nivelación de este, así como el lenguaje que se utiliza para el desplazamiento y toma de cada punto.

Fue también necesario la monumentación de puntos fijos llamados BM-1 y BM-2, tanto en la progresiva km 184+400 y km 184 +700.

Todo este trabajo conllevo 4 horas de trabajo en el progresivo km 184+400 y 4 horas en el progresivo km 184+700.

Por otra parte, durante el trabajo de campo en el levantamiento con drone, luego de realizar toda la planificación del levantamiento; una vez en la zona de estudio se procedió a colocar los puntos de control, colocando 5 puntos de control en cada área y sus respectivas coordenadas de estos puntos tomados con el GPS GARMIN.

Luego se procedió a realizar el vuelo planificado en cada zona, teniendo una duración de 45 minutos en cada una de las zonas de estudio.

### 3.3.4 Trabajo de oficina o gabinete

Para el procesamiento de los datos en gabinete, de los datos obtenidos en campo del levantamiento con estación, se exporto de la memoria de la

estación y se copió a la laptop y luego se realizó todo el procedimiento en el AutoCAD Civil 3D, con la facilidad y rapidez de edición y corrección de los puntos tomados en campo.

Todo este proceso se realizó con mucha facilidad y rapidez debido a que los puntos tomados en campo solo fueron 260 para la progresiva Km 184+400 y de 298 puntos para la progresiva Km 184+700.

Mientras que para el procesamiento de los datos de campo obtenidos en el levantamiento con drone, el almacenamiento y proceso de información esta semiautomatizada, ya que cada fotografía almacena los datos obtenidos del terreno y estos fueron procesados en gabinete con ayuda del programa Pix4D mapper y obteniendo como resultado la generación de la superficie del terreno, para el procesamiento de estos datos fue necesario una laptop con características altas en procesador y tarjeta gráfica, ya que de lo contrario el procesamiento se haría con dificultad hasta imposible por la gran cantidad de datos que se obtiene en las fotografías y de la cantidad de puntos generados teniendo un aproximado de 10 millones de puntos.

El tiempo de procesamiento de datos obtenidos con estación total fue de 5 horas para ambos puntos, en el caso de los datos obtenidos con el drone Phantom 4 fueron de 5 horas; no habiendo mucha diferencia significativa en el procesamiento de datos en ambos métodos .

### 3.3.5 Elaboración del expediente de riesgo potencial

Para elaborar el expediente de situación de riesgo potencial se tuvieron en cuenta los modelos utilizados por el contratista encargado del servicio de gestión y conservación del tramo, no se realizó dos expedientes uno por cada método ya que la variación solo es la cantidad de volumen de corte que dio como resultado del cálculo en ambos procesamientos de datos.

Del análisis del tiempo de estos procedimientos para cada tipo de levantamiento se tiene el siguiente cuadro:

***Cuadro 4 Calculo de tiempo por procedimiento***

| Tipo de levantamiento | Procedimiento | Tiempo |
|---|---|---|
| Estación total | Inspección de campo | 2 horas |
| | Planificación | 1 hora |
| | Trabajo en campo | 8 horas |
| | Trabajo en gabinete | 5 horas |
| Total | | 16 horas |
| Drone Phamton | Inspección de campo | 2 horas |
| | Planificación | 1 hora |
| | Trabajo en campo | 1.5 hora |
| | Trabajo en gabinete | 5 horas |
| Total | | 9.5 horas |

Se obtiene como resultado una diferencia de 6.5 horas, siendo mas eficiente el levantamiento con drone Phamton 4 pro en el tiempo tomado durante el trabajo en campo.

## 3.4 Análisis Económico comparativo entre el levantamiento con estación total y el levantamiento con Drone Phantom 4

Para el presente estudio se realizaron actividades desde la planificación de los levantamientos, en donde se utilizaron equipos, herramientas, materiales y personal; todo ello incurriendo en gastos los cuales fueron los siguientes:

***Cuadro 5 Presupuesto del levantamiento topográficos con estación total***

| Presupuesto Levantamiento topográfico con estación total | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Unidad** | **Cantidad** | **Precio unitario** | **Parcial** |
| **Personal** | | | | |
| Operador de estación total | Dia | 01 | 120.00 | 120.00 |
| Prismeros | Dia | 02 | 50.00 | 100.00 |
| **Materiales** | | | | |
| Cemento | Bolsa | 0.5 | 22.00 | 11.00 |
| Clavos de calamina | Kg | 0.5 | 5.00 | 2.50 |
| Tubo PVC 4” | Und | 0.5 | 23.50 | 11.80 |
| Spray Esmalte Rojo | Und | 02 | 10.90 | 21.80 |
| Corrector | Und | 01 | 3.00 | 3.00 |
| Galonera 5lt | Und | 01 | 6.50 | 6.50 |
| Plástico doble 2mx2m | Und | 01 | 2.00 | 2.00 |
| **Herramientas** | | | | |
| Badilejo chico | Und. | 01 | 5.00 | 5.00 |
| Barreta | Und | 01 | 22.00 | 22.00 |
| Pico | Und. | 01 | 15.00 | 15.00 |
| **Equipo** | | | | |
| Estación total topcon es65 incluido 02 prismas | Und | 01 | 120.00 | 120.00 |
| GPS Garmin | Und | 01 | 25.00 | 25.00 |
| | | | **Total** | **465.60** |

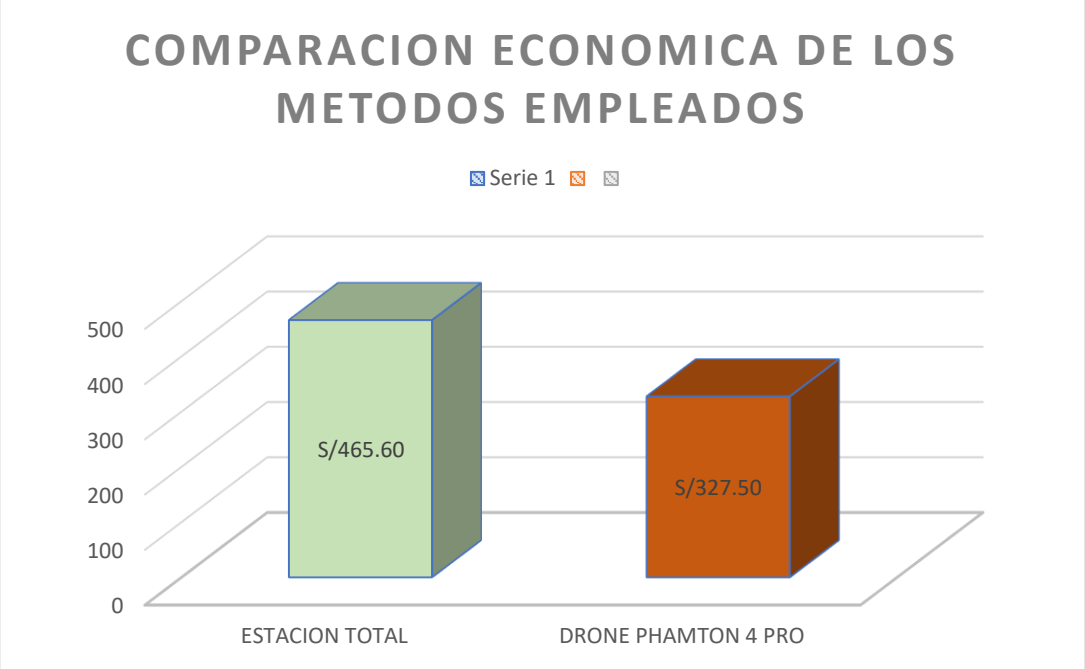
***Fuente: Elaboración Propia***

***Cuadro 6 Presupuesto del levantamiento topográficos con drone Phantom 4 pro***

| Presupuesto Levantamiento Aerofotogramétrico | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Descripción** | **Unidad** | **Cantidad** | **Precio unitario** | **Parcial** |
| **Personal** | | | | |
| Operador de Drone Phantom 4 | Dia | 0.5 | 200.00 | 100.00 |
| **Materiales** | | | | |
| Triplay 1.00x1.00 | Und | 5.00 | 23.00 | 115.00 |
| **Equipo** | | | | |
| Drone Phantom 4 | Und | 0.5 | 200.00 | 100.00 |
| GPS Garmin | Und | 0.5 | 25.00 | 12.50 |
| | | **Total** | | **327.50** |

***Fuente: Elaboración Propia***

***Gráfico 13 Comparación de costos de levantamientos***




***Fuente: Elaboración Propia***

- Se puede observar que el costo por levantamiento topográfico con estación total es mayor a la del levantamiento aerofotogramétrico, pero esto es debido a que el alquiler de equipos, el costo del operador del

equipo es por día, y el rendimiento del levantamiento con estación total es de 02 sectores por día, y la del levantamiento aerofotogramétrico puede ser hasta de 04 sectores por día, de lo cual resulta económicamente más factible realizar levantamientos aerofotogramétrico en situaciones de riesgo potenciales teniendo las consideraciones durante la etapa de planificación de vuelo y tipo de terreno.

## CONCLUSIONES

- Se verifica la hipótesis de que el levantamiento topográfico con estación total es menos eficiente económicamente y en tiempo con relación al levantamiento topográfico con drone en la elaboración del expediente de una Situación de Riesgos Potenciales del km 184+400 y km 184+700 en la carretera Dv. Cerro de Pasco – Huánuco.
- Se concluye que el levantamiento topográfico con estación total es menos eficiente económicamente ya que tiene un costo de S/ 456.00 y el de un levantamiento aerofotogramétrico es de S/327.50 para elaboración de expedientes de situaciones de riesgos potenciales.
- Del análisis del tiempo utilizado para cada tipo de levantamiento, se concluye que el levantamiento con drone Phamton 4 es más eficiente, necesitando solo necesita de 45 minutos para la recolección de datos de campo por sector analizado, mientras que para el levantamiento topográfico con estación total es necesario de hasta 4 horas por sector analizado de riesgos potenciales.
- El procedimiento para realizar un levantamiento topográfico y aerofotogramétrico son la inspección de campo, planificación de levantamiento, trabajo y operación en campo y trabajo y operación en oficina.
- El contenido que debe tener la orden de servicio de una situación de riesgo potencial deberá contener una memoria de cálculo,

especificaciones técnicas, cronogramas de trabajo, y presupuesto estimado.

- Las ventajas del levantamiento topográfico con estación total es la fácil planificación para realizar el levantamiento, se puede realizar levantamientos en todo tipo de terrenos, y la desventaja es el riesgo de acceder a lugares peligrosos con la posibilidad de sufrir accidentes durante la obtención de datos de campo.
- Las ventajas del levantamiento aerofotogramétrico es la rapidez de toma de datos de campo y el fácil manejo del equipo de vuelo, la desventaja es que la planificación depende de parámetros clima, viento, radiación y parámetros legales, y no se puede realizar buenos levantamientos en zonas con demasiada vegetación.
- El rendimiento del levantamiento aerofotogramétrico para estudios de situaciones de riesgo potencial es mejor por la mayor cantidad de sectores analizados en un día.

## RECOMENDACIONES

- Para realizar una correcta obtención de datos de campo para levantamientos con estación total o aerofotogrametría se debe realizar una correcta planificación del levantamiento para obtener la mayor precisión de datos de campo.
- Se recomienda optar por el levantamiento aerofotogramétrico para este tipo de situaciones de riesgo potencial y así no poner en riesgo la integridad física del personal de campo y del mismo operador del equipo debido al rendimiento que se tiene de sectores levantados por día.
- Para una mayor eficiencia al realizar expedientes de situaciones de riesgo potencial mediante el levantamiento aerofotogramétrico se debe plantear más puntos de situaciones de riesgo potencial a levantar por día.

## LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

1. Estudiar otras situaciones de riesgo potencial en el tramo Dv. Cerro de Pasco – Huánuco, mediante el uso de drones.
2. Realizar el estudio de evaluación de fallas mediante el método PCI en el tramo Dv. Cerro de Pasco - Huánuco, mediante el uso del dron.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Santamaría Sandoval, José Omar. “Comparación técnica económica utilizando Dron y Estación total para el diseño geométrico de carreteras, centro poblado Cruz del Médano - Mórrope” Tes. Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo, 2019.
2. Ayala Valdivia, Mak Robert, “Evaluación de levantamientos topográficos con Drone(DJI Phantom 4 pro) y Estación total, quebrada Señor de Quinuapata del distrito de ayacucho,Perú 2018” Tes. Ingeniero Civil, Universidad Privada de Trujillo, 2018.
3. Sedano Mateo, Fredy Diogenes y Pari Rendon, Rufo Winson, “Ventajas en los levantamientos topográficos con el uso de vehículos aereos no tripulados(UAV)” Tes. Bachiller, Universidad Privada del Norte, 2018.
4. Sanchez Vargas, Irvin Jonathan, “Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con Dron en la Plaza San Luis - 2017” Tes. Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo, 2017.
5. Olortegui Borja, Manuel Alejandro y Sotelo de la Torre, Christian Orlando, “Levantamiento aerofotogramétrico, efectos e imporatancia para sus aplicaciones en sector urbano de las moras – Huánuco 2016” Tes. Ingeniero Civil, Universidad Nacional Hermilio Valdizan, 2016.

6. Solis Solares, Oswin David José, “Comparación de costos entre método convencional de medición topográfica con estación total y fotogrametría, para elaborar estudios de prefactibilidad en el diseño geométrico de carreteras” Tes. Ingeniero Civil, Universidad San Carlos de Guatemala, 2016.
7. Jimenez Cajas, Wilson Gabriel y Padro Garrido, José David, “Análisis técnico comparativo entre los métodos topográficos tradicionales y el método de aerofotogrametría con vehículo aéreo no tripulado” Tes. Ingeniero Civil, Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2017.
8. Claros Zelaya, René Alberto, Guevara Aguilar, Alex Enrique y Pacas Cruz, Nelson Ricardo, “Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de vehiculos aéreos no tripulados” Tes. Ingeniero Civil, Universidad de el Salvador, 2016.
9. Tacca QQuelca, Hilario, “Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topografico utilizando la fotogrametría con drones al método tradicional” Tes. Ingeniero Topógrafo y agrimensor, Universidad Nacional del Altiplano, 2015.
10. Cruz Melendez, Eduardo, “Estación total aplicada al levantamiento topográfico de una comunidad rural” Tes. Ingeniero Civil, Escuela

Superior de Ingeniera y Arquitectura U.P Zacatenco, 2008.

11. "Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial", 2018.(Versión marzo de 2014).
12. García Marquez, Fernando. "Curso básico de topografía" 1994, Mexico D.F.
13. Aura "Topografía con estación total" 2015, Cajamarca – Perú.
14. Hernandez Valencia, Leopoldo. "Manual de operaciones de la estación total" 2011.
15. Quirós Rosado, Elia. "Introducción a la fotogrametría y cartografía aplicadas a la ingeniería civil" 2014, Cacerés – España.

# ANEXOS

# *MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES*

## *PROYECTO ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE NACIONAL*

## *PROVIAS NACIONAL*

***SERVICIO DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL: DV CERRO DE PASCO – HUÁNUCO – TINGO MARÍA – EMP. PE-5N (PUENTE PUMAHUASI) CONTRATO N°057-2019-MTC/20.2***

***DV CERRO DE PASCO – HUÁNUCO – TINGO MARÍA – EMP. PE-5N (PUENTE PUMAHUASI)***

***RIESGO POTENCIAL***

***"OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA POR EFECTOS DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES (CON MATERIAL SUELTO QUE PONE EN PELIGRO LA INFRAESTRUCTURA VIAL), SECTOR KM 184+400 y KM 184+700, TRAMO II (CHICRIN - HUÁNUCO)".***

***SEPTIEMBRE – 2020***

# ÍNDICE

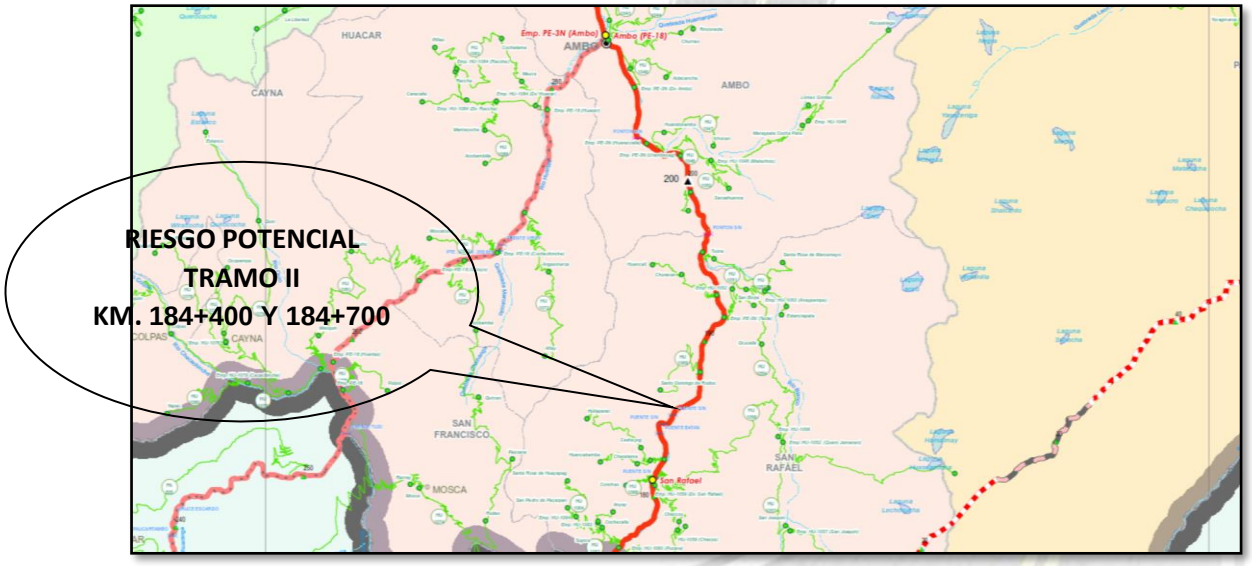
1. DATOS GENERALES DE LA VÍA ..... 3
2. UBICACIÓN GENERAL ..... 3
3. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL RIESGO POTENCIAL ..... 3
3.1. ANTECEDENTES ..... 3
3.1.1. DEL CONTRATO ..... 3
3.1.2. DE LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA ..... 4
3.1.3. DE LOS EVENTOS SOLICITADOS ..... 4
3.2. JUSTIFICACIÓN ..... 4
3.3. OBJETIVOS GENERALES ..... 5
3.3.1. DE LA EJECUCIÓN ..... 5
3.3.2. DEL EXPEDIENTE ..... 5
3.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 5
3.5. UBICACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL ..... 5
CUADRO N°1: UBICACIÓN DE LOS RIESGOS POTENCIALES ..... 5
3.6. DESCRIPCIÓN DEL RIESGO POTENCIAL ..... 6
3.7. CAUSAS DEL RIESGO POTENCIAL ..... 6
3.8. EFECTOS DEL RIESGO POTENCIAL ..... 6
3.9. PERIODO DE ATENCIÓN DE LA SITUACIÓN DE RIESGO POTENCIAL ..... 7
3.10. ACTIVIDADES PROYECTADAS ..... 7
3.10.1. MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN ..... 7
3.10.2. TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN ..... 7
3.10.3. MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL ..... 8
3.10.4. PERFILADO DE TALUDES ..... 10
3.10.5. LIMPIEZA DE MATERIAL PROVENIENTE DEL PERFILADO DE TALUDES ..... 11
3.11. PRESUPUESTO DEL RIESGO POTENCIAL ..... 12
3.12. CONCLUSIONES ..... 12
3.13. RECOMENDACIONES ..... 12
3.14. ANEXOS ..... 12

## 1. DATOS GENERALES DE LA VÍA

- Red Vial Primaria : Sistema Nacional.
- Ruta Nacional : PE-3N.
- Ancho promedio de calzada : 7.20 m.

## 2. UBICACIÓN GENERAL

- País : Perú
- Departamento : Huánuco
- Provincia : Ambo




## 3. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL RIESGO POTENCIAL

### 3.1. ANTECEDENTES

#### 3.1.1.DEL CONTRATO

- El 03/06/2019 se dio la Buena Pro del Concurso Público N° 0050-2018-MTCI20, al postor MOTA - ENGIL PERU S.A. por un Valor Adjudicado de S/ 28'241,747.13 inc. IGV.
- Se firmó el contrato N° 057-2019-MTC/20.2 el día el 04/07/2019 por un periodo de 03 años.
- Se le otorgó al Contratista Conservador el 20% de Adelanto Directo equivalente al S/ 5'648,349.43 el 18/07/2019.
- El 07/08/2019, se firmó el Acta de Transferencia de la Admiración de Áreas y Bienes correspondiente al Servicio de Gestión y Conservación por Niveles de Servicio del Corredor Vial: Dv. Cerro De Pasco - Huánuco - Tingo María - Emp. PE.5N (Puente Pumahuasi).
- Con fecha 08/08/2019 se inicia con las actividades de conservación vial en el corredor vial Dv. Cerro de Pasco - Huánuco - Tingo María - Emp. PE.5N (Puente Pumahuasi).

### 3.1.2.DE LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA

- Los Términos de Referencia definen la SITUACIÓN DE RIESGO POTENCIAL será definido por el CONTRATANTE y es todo aquel factor que sin llegar a restringir la transitabilidad, (por no haber ocurrido el evento imprevisto, y no siendo responsabilidad del CONTRATISTA CONSERVADOR por inacción), presenta características de constituir una Emergencia Vial, que generara en un futuro inmediato o próximo una situación de interrupción del tránsito, de inseguridad para el usuario y de poner en peligro la infraestructura.
  Se trata de problemas que comprometan el entorno social-ambiental, la seguridad del tránsito o la infraestructura vial; abarca trabajos para prevenir o mitigar potenciales impactos al entorno socio-ambiental, trabajos para mejorar la seguridad del tránsito de los vehículos y peatones (como plazoletas de cruce, sendas peatonales, pases peatonales o vehiculares, paradas de buses, elementos de drenaje necesarios, señalización adicional u otros similares), o trabajos para atender la preservación de la infraestructura vial en aspectos no previstos e otros alcances del CONTRATO (como limpieza de cauces de ríos adicionales, reparación de estructuras de puentes, atención de puntos críticos y otro deterioro no contemplado en la conservación).

- De acuerdo a los Términos de Referencia es de obligación del Contratista Conservador que las especificaciones de materiales y procedimientos de ejecución a emplearse en todas las actividades del contrato se deberán ajustar a lo establecido en los términos de referencia y en los siguientes documentos:
  - "Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial" – 2014 del MTC.
  - "Manual para la Conservación de Carreteras No Pavimentas de Bajo Volumen de Tránsito" del MTC.
  - "Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2000) y sus modificatorias".
  - "Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013)".

### 3.1.3.DE LOS EVENTOS SOLICITADOS

- En cumplimiento de los Términos de Referencia, el Contratista Conservador observo en el corredor vial en la progresiva km. 184+400 del Tramo II Chicrin - Huánuco, una situación de Riesgo Potencial, por efecto de colmatación de material suelto en la quebrada del mismo punto, para lo cual presenta a la Supervisión el Expediente de Situación de Riesgo Potencial.

## 3.2. JUSTIFICACIÓN

La obstrucción de la vía por efectos de deslizamientos de tierras de los taludes con material suelto, afectan al tránsito, a la infraestructura vial y a la propiedad de los usuarios; esto origina que los responsables de PROVIAS NACIONAL y el Contratista Conservador, inicien la intervención inmediata en la limpieza del material suelto que se encuentra en el taludes superior, este material suelto ponen en riesgo la seguridad de los usuarios de la vía y su patrimonio, a través de la Atención del Riesgo Potencial: "OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA POR EFECTOS DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES (CON MATERIAL SUELTO QUE PONE EN PELIGRO LA INFRAESTRUCTURA VIAL), SECTOR KM 184+400 y KM 184+700, TRAMO II (CHICRIN - HUÁNUCO)".

La elaboración del presente Expediente se justifica por la necesidad de describir y cuantificar en costos y tiempo los trabajos que se ejecutaran en el Riesgo Potencial, cuya cuantificación se realizará por recursos empleados. Esto en concordancia con los TDR.

## 3.3. OBJETIVOS GENERALES

### 3.3.1.DE LA EJECUCIÓN

- Mitigar el Riesgo Potencial por deslizamiento de material suelto de taludes al margen derecho de la vía, que ponen en riesgo la seguridad de los usuarios y de la infraestructura vial.

### 3.3.2.DEL EXPEDIENTE

- El expediente tiene la finalidad de informar, describir y valorizar la limpieza de material suelto, cuya cuantificación de acuerdo a los TDR se realizará tanto por recursos empleados, al costo ofertado por el Contratista Conservador y a la Pactación de Precios.

## 3.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Eliminación de material suelto, para atender el Riesgo Potencial que presentan estos factores en los tramos referidos.
- Prevenir y mantener la seguridad vial en el sector ante cualquier evento imprevisto.

## 3.5. UBICACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL

El sector afectado se encuentra en las progresivas Km. 184+400 Y 184+700.

**CUADRO N°1: UBICACIÓN DE LOS RIESGOS POTENCIALES**

| UBICACIÓN KM. | SITUACIÓN DEL TRANSITO | FECHA DE OCURRENCIA | FECHA DE INTERVENCIÓN | |
|---|---|---|---|---|
| | | | INICIO | FINAL |
| 184+400 | TRANSITABLE | - | - | - |
| 184+700 | TRANSITABLE | - | - | - |

- La fecha de inicio será informada con una Orden de Servicio.

**TRAMO II: CHICRIN – HUÁNUCO: KM 184+700**

**TRAMO II: CHICRIN – HUÁNUCO: KM 184+400**

## 3.6. DESCRIPCIÓN DEL RIESGO POTENCIAL

Tal como se menciona en los antecedentes, el Contratista Conservador dispone de los recurso y equipo necesario para la Atención del Riesgo Potencial y con fecha 14/09/2020, solicita a la Supervisión la Orden de Servicio para atender los riesgos potenciales mencionados

Antes de la intervención del sector se mostraba:

- Material acumulado en el lado izquierdo de la vía y material suelto en el talud del margen derecho próximo a deslizarse por efecto de lluvias en la progresivo KM 184+400 Y KM 184+700

El Contratista Conservador, identifico estas Situaciones de Riesgos Potenciales, por constituir una Emergencia Vial, que en un futuro inmediato o próximo generara una situación de interrupción al tránsito.

## 3.7. CAUSAS DEL RIESGO POTENCIAL

- Por efectos de lluvias, que originan el lavado del material suelto en los taludes de la vía y quebradas colmatadas con material suelto que son un peligro para la infraestructura vial.

## 3.8. EFECTOS DEL RIESGO POTENCIAL

Los efectos próximos de la Situación de Riesgo Potencial en el corredor son:

- Transito restringido e inseguro de vehículos livianos y pesados en el sector afectado
- Peligro inminente a los usuarios de la vía y patrimonio vial.
- Perdida de nivel de servicio de la vía en el sector afectado.

## 3.9. PERIODO DE ATENCIÓN DE LA SITUACIÓN DE RIESGO POTENCIAL

Los trabajos realizados para la atención del Riesgo Potencial, se iniciarán de acuerdo a lo siguiente:

- Fecha de la Orden de Servicio

## 3.10. ACTIVIDADES PROYECTADAS

### 3.10.1. MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN

**DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en el traslado de personal, equipo, materiales y otros que sean necesarios, al lugar en que desarrollará el riesgo potencial antes de iniciar y al finalizar el periodo de los trabajos de riesgo potencial. La movilización incluye la obtención y pago de permisos y seguros.

**CONSIDERACIONES GENERALES**

El traslado del equipo pesado se puede efectuar en camiones de cama baja, mientras que el equipo liviano puede trasladarse por sus propios medios, llevando el equipo liviano no autopropulsado como herramientas, martillos neumáticos, vibradores, etc.

El Contratista antes de transportar el equipo mecánico al sitio del riesgo potencial deberá someterlo a inspección de la entidad contratante. Este equipo será revisado por el supervisor y de no encontrarlo satisfactorio en cuanto a su condición y operatividad deberá rechazarlo, en cuyo caso el contratista deberá reemplazarlo por otro similar en buenas condiciones de operación. El rechazo del equipo no podrá generar ningún reclamo por parte del contratista.

Si el contratista opta por transportar un equipo diferente al ofertado, deberá presentar la documentación para la Pactación de Precio.

El contratista no podrá retirar de la obra ningún equipo sin autorización de la Supervisión.

**MEDICIÓN**

La movilización se medirá en forma global.

**PAGO**

El pago se realizará por los recursos empleados y sustentados por el Contratista Conservador.

### 3.10.2. TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN

**DESCRIPCIÓN**

Basándose en los planos y levantamientos topográficos del proyecto de conservación vial, sus referencias y BMs, se procederá a los trabajos de topografía y georreferenciación del proyecto, en los que de ser necesario se efectuaran los ajustes correspondientes a las condiciones reales encontradas en el terreno. El

Contratista Conservador será el responsable de los mismos, así como de cuidado y resguardo de los puntos físicos y estacas que será revisado y aprobado por el Supervisor.

**EQUIPO**

Se deberá implementar el equipo de topografía y georreferenciación necesarios, capaz de trabajar dentro de los rangos de tolerancia especificados. Así mismo se deberá proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo.

**SECCION TRANSVERSAL**

Las secciones transversales del terreno natural deberán ser referidas al eje de la carretera. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20 m en tramos en tangente y de 10 m en tramos de curvas. En caso de quiebres en la topografía se tomarán secciones adicionales en los puntos de quiebre o por lo menos cada 5 m.

**LEVANTAMIENTOS MISCELÁNEOS**

Todos los trabajos de replanteo, reposición de estacas referenciadas, registro de datos y cálculos necesarios que se ejecuten durante el paso de una fase a otra de los trabajos constructivos deben ser ejecutados en forma constante que permitan la ejecución de los trabajos de conservación vial, la medición y verificación de cantidades de obra, en cualquier momento.

### 3.10.3. MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL

**DESCRIPCIÓN**

Las actividades que se especifican en esta sección abarcan lo concerniente al mantenimiento del tránsito durante la ejecución de las actividades de riesgo potencial. Los trabajos incluyen:

- El mantenimiento de desvíos que sean necesarios para facilitar las tareas de riesgo potencial.
- La provisión de facilidades necesarias para el acceso de viviendas, servicios, etc. ubicadas a lo largo de la vía en mantenimiento.
- La implementación, instalación y mantenimiento de dispositivos de control de tránsito y seguridad acorde a las distintas fases de la atención del riesgo potencial.
- El control de emisión de polvo en todos los sectores sin pavimentar de la vía principal y de los desvíos habilitados que se hallan abiertos al tránsito dentro del área del proyecto.
- El mantenimiento de la circulación habitual de animales domésticos y silvestres a las zonas de alimentación y abrevadero, cuando estuvieran afectadas por los trabajos de riesgo potencial.
- El transporte de personal a las zonas de ejecución de los trabajos de atención de riesgo potencial.

En general se incluyen todas las acciones, facilidades, dispositivos y operaciones que sean requeridos para garantizar la seguridad y confort del público usuario erradicando cualquier incomodidad y molestias que puedan ser ocasionados por deficientes servicios de mantenimiento de tránsito y seguridad vial.

El Contratista Conservador debe considerar los siguientes aspectos:

- **Control temporal de tránsito y seguridad vial**

  El tránsito vehicular durante la ejecución de las obras no deberá sufrir detenciones de duración excesiva. Para esto se deberá diseñar sistemas de control por medios visuales y sonoros, con personal capacitado de manera que se garantice la seguridad y confort del público y usuarios de la vía, así como la protección de las propiedades adyacentes. El control de tránsito se deberá mantener durante la atención del riesgo potencial.

- **Mantenimiento vial**

  La vía principal en atención, los desvíos, rutas alternas y toda aquella que se utilice para el tránsito vehicular y peatonal será mantenida en condiciones aceptables de transitabilidad y seguridad, durante el período de ejecución de la atención de riesgos potenciales incluyendo los días feriados, días en que no se ejecutan trabajos y aún en probables períodos de paralización. La vía no pavimentada deberá ser mantenida sin baches ni depresiones y con niveles de rugosidad que permita velocidad uniforme de operación de los vehículos en todo el tramo contratado.

- **Transporte de personal**

  El transporte de personal a las zonas en que se ejecutan la atención de riesgos potenciales, será efectuado en ómnibus con asientos y estado general bueno. No se permitirá de ninguna manera que el personal sea trasladado en las tolvas de volquetes o plataformas de camiones de transporte de materiales y enseres. Los horarios de transporte serán fijados por el Contratista Conservador, así como la cantidad de vehículos a utilizar en función al trabajo.

**MATERIALES**

Las señales, dispositivos de control, colores a utilizar y calidad del material estarán de acuerdo con lo normado en el Manual de Dispositivos para "Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" del MTC y todos ellos tendrán la posibilidad de ser trasladados rápidamente de un lugar a otro, para lo que deben contar con sistemas de soporte adecuados.
Todas las señales y dispositivos necesarios para la atención de riesgos potenciales son las siguientes:

- 02 señales restrictivas.
- 02 Señales preventivas.
- 02 Tranqueras.
- 04 Conos de 70 cm de alto
- 02 Señales informativas de horarios de pase.

Las señales y dispositivos deberán tener material con características retroreflectivas que aseguren su visibilidad en las noches, oscuridad y/o en condiciones de neblina o de la atmósfera según sea el caso.

**EQUIPOS**

El Contratista Conservador propondrá para consideración del supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar.

El contratista tiene la obligación de mantener en condiciones adecuadas, las vías y calles utilizadas como desvíos. En caso que, por efectos de desvío de tránsito, sobre las vías o calles urbanas se produzca algún deterioro en el pavimento o en los servicios públicos, el contratista deberá repararlos a su cuenta, costo y riesgo, previa aprobación del supervisor y conformidad de las autoridades que administran el servicio.
La instalación de los dispositivos y señales para el control de tránsito seguirá las siguientes disposiciones:

- Las señales y dispositivos de control deberán ser aprobados por el supervisor y estar disponibles antes del inicio de los trabajos de atención de riesgo potencial.
- Se instalarán solo los dispositivos y señales de control que se requieran en cada etapa de la atención del riesgo potencial.
- Los dispositivos y señales deben ser reubicados cuando sea necesario.
- Las unidades perdidas, sustraídas, en mal estado, destruidas o calificadas en estado inaceptable por la supervisión deberán ser inmediatamente sustituidas.
- Las señales y dispositivos deben ser limpiadas y reparadas periódicamente.
- Las señales y dispositivos serán retiradas totalmente cuando las actividades de atención de riesgo potencial se hayan concluido.
- El personal que controla el tránsito debe usar equipo de comunicación portátil y silbatos en sectores en que se alterne el tráfico como efecto de las operaciones de los trabajos de atención de riesgo potencial. También deben usar señales que indiquen al usuario el paso autorizado o la detención del tránsito.

**ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Los trabajos de mantenimiento de tránsito y seguridad vial según lo indicado en esta sección serán evaluados y aceptados por la Supervisión.

**MEDICIÓN**

El Mantenimiento de tránsito y seguridad vial se medirá en forma global.

**PAGO**

El pago será por los recursos empleados.

### 3.10.4. PERFILADO DE TALUDES

**DESCRIPCION**

Este trabajo consiste en uniformizar los taludes que presentan irregularidades superficiales empleando equipo y herramientas manuales, de tal manera que permanezcan, en lo posible, estables y sin procesos erosivos severos.
El objetivo es mantener el talud con una inclinación estable, sin que se produzcan caídas de material o de piedras constantemente o evitar que se puedan generar deslizamientos que puedan afectar la seguridad de los usuarios. Además, se pretende lograr una buena apariencia visual y mejorar el aspecto ambiental.

**MATERIALES**

Para la ejecución de esta actividad no se requiere el suministro de materiales.

**EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

Para la ejecución de esta actividad, se requiere los siguientes equipos:

- 01 Excavadora
- 01 Retroexcavadora
- 03 Camiones volquetes
- 01 Motoniveladora
- 01 Rodillo liso
- Señales verticales
- Herramientas manuales

**PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN**

El procedimiento general es el siguiente:

- Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad, que garanticen la ejecución segura de los trabajos y el ordenamiento del tránsito sin riesgos de accidentes durante el tiempo requerido.
- El personal debe contar con uniformes, y todo el equipo de protección personal de acuerdo con las normas establecidas vigentes sobre la materia.
- Tomar fotografías de casos sobresalientes y/o representativos.
- Desquinchar y peinar el talud con equipo, complementando la actividad con herramientas manuales, en los casos que resulte necesario o en sitios donde no pueda operar el equipo.
- Limpiar y depositar los materiales excedentes y dispositivos de seguridad.
- Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad.

**ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Los trabajos de perfilado de taludes según lo indicado en esta sección serán evaluados y aceptados por la Supervisión.

**MEDICIÓN**

El perfilado de los taludes se medirá en forma global.

**PAGO**

El pago será por los recursos empleados

### 3.10.5. LIMPIEZA DE MATERIAL PROVENIENTE DEL PERFILADO DE TALUDES

**DESCRIPCIÓN**

Este trabajo consiste en limpiar el material producto del perfilado de taludes, con el fin de mantener la vía libre y sin peligro para los usuarios. El volumen total de los materiales por evacuar será mayor de 15 m3.

El material puede ser fangoso (huayco), pétreo (derrumbe) o una combinación de los dos tipos de materiales.

**MATERIALES**

No se emplearán materiales.

**EQUIPOS Y HERRAMIENTAS**

El equipo requerido consiste en una excavadora, retroexcavadora y volquetes; así como, herramientas de mano, equipo de transporte y otros.

**PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN**

Antes de empezar las actividades el contratista colocará las señales preventivas reglamentarias para garantizar la seguridad del personal y los usuarios de la carretera.

El contratista informará a los usuarios sobre los acontecimientos mediante la radio, avisos y/o prensa local.

De acuerdo al Plan de Gestión Vial, el Contratista Conservador empleará un DME autorizado, donde serán transportados los materiales por eliminar.

Los materiales en el DME serán extendidos y nivelados por la retroexcavadora. La colocación de los materiales en el DME deberá ser realizada asegurando la estabilidad de los materiales. Particularmente no se dejará pendientes de talud mayor que 1 m (Vertical) por 2.5 m (Horizontal) y se deberá conservar el curso natural de las quebradas que pudieran atravesar el DME.

**ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS**

La supervisión aceptará los trabajos cuando compruebe que se han realizado a satisfacción.

**MEDICIÓN**

La medición se realizará en forma global.

**PAGO**

Se pagará según los recursos empleados.

## 3.11. PRESUPUESTO DEL RIESGO POTENCIAL

El presupuesto de la atención del Riesgo Potencial es CIENTO VEINTIDOS MIL NOVENTA Y DOS CON 97/100 NUEVOS SOLES inc. IGV

## 3.12. CONCLUSIONES

- Se tiene esta zona afectada tanto en el margen derecho e izquierdo de la vía con material proveniente de las lluvias.
- El volumen a transportar para la quebrada km 184+400 es de 10822.73 m3 para la quebrada km 184+700 es de 4480.32 m3 de material suelto.
- El trabajo solo corresponde al perfilado y a la limpieza del material proveniente del perfilado y depositado al DME ubicado en los progresivos km 183+300.

## 3.13. RECOMENDACIONES

- Se recomienda intervenir la zona antes de que por efectos de lluvia se vea afectado la infraestructura vial, la transitabilidad y la propiedad de los usuarios.

## 3.14. ANEXOS

# A. METRADOS

## METRADO DEL RIESGO POTENCIAL
## CALCULO DE VOLUMEN

**SECTOR:** 184+400
**PROGRESIVA INICIAL:** 184+400
**PROGRESIVA FINAL :** 184+400

| PROGRESIVA | AREA DE CORTE M2 | VOLUMEN DE CORTE EN BANCO M3 | VOLUMEN DE CORTE ESPONJAMIENTO M3 | AREA DE RELLENO M2 | VOLUMEN DE RELLENO M3 | VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE EN BANCO M3 | VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE EN ESPONJAMIENTO M3 | VOLUMEN ACUMULADO DE RELLNO M3 | VOLUMEN DE ELIMINACION M3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+000.00 | 1.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0+010.00 | 81.59 | 415.59 | 498.71 | 0.00 | 0.00 | 415.59 | 498.71 | 0.00 | 498.71 |
| 0+020.00 | 137.28 | 1094.34 | 1313.21 | 0.00 | 0.00 | 1509.93 | 1811.92 | 0.00 | 1811.92 |
| 0+030.00 | 146.23 | 1417.54 | 1701.05 | 0.00 | 0.00 | 2927.47 | 3512.96 | 0.00 | 3512.96 |
| 0+040.00 | 138.30 | 1422.62 | 1707.14 | 0.00 | 0.00 | 4350.09 | 5220.11 | 0.00 | 5220.11 |
| 0+050.00 | 177.42 | 1578.57 | 1894.28 | 0.00 | 0.00 | 5928.66 | 7114.39 | 0.00 | 7114.39 |
| 0+060.00 | 220.32 | 1988.68 | 2386.42 | 0.00 | 0.00 | 7917.34 | 9500.81 | 0.00 | 9500.81 |
| 0+070.00 | 0.00 | 1101.60 | 1321.92 | 0.00 | 0.00 | 9018.94 | 10822.73 | 0.00 | 10822.73 |

**FACTOR DE ESPONJAMIENTO:** **20.00%**

**TOTAL VOLUMEN A ELIMINAR:** **10822.73 M3**

Fuente: Peurifoy y Schexnayder (2002). Construction Planning, Equipment and Methods. Mc Graw-Hill

## METRADO DEL RIESGO POTENCIAL
## CALCULO DE VOLUMEN

**SECTOR:** 184+700
**PROGRESIVA INICIAL:** 184+700
**PROGRESIVA FINAL :** 184+700

| PROGRESIVA | AREA DE CORTE M2 | VOLUMEN DE CORTE EN BANCO M3 | VOLUMEN DE CORTE ESPONJAMIENTO M3 | AREA DE RELLENO M2 | VOLUMEN DE RELLENO M3 | VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE EN BANCO M3 | VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE EN ESPONJAMIENTO M3 | VOLUMEN ACUMULADO DE RELLNO M3 | VOLUMEN DE ELIMINACION M3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | |
| 0+000.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0+010.00 | 38.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 0+020.00 | 70.45 | 542.21 | 650.65 | 0.00 | 0.00 | 542.21 | 650.65 | 0.00 | 650.65 |
| 0+030.00 | 114.03 | 922.37 | 1106.84 | 0.00 | 0.00 | 1464.58 | 1757.50 | 0.00 | 1757.50 |
| 0+040.00 | 109.84 | 803.10 | 963.72 | 0.00 | 0.00 | 2267.68 | 2721.22 | 0.00 | 2721.22 |
| 0+050.00 | 91.67 | 1007.57 | 1209.08 | 0.00 | 0.00 | 3275.25 | 3930.30 | 0.00 | 3930.30 |
| 0+060.00 | 0.00 | 458.35 | 550.02 | 0.00 | 0.00 | 3733.60 | 4480.32 | 0.00 | 4480.32 |
| 0+070.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | | |

**FACTOR DE ESPONJAMIENTO:** **20.00%**

**TOTAL VOLUMEN A ELIMINAR:** **4480.32 M3**

Fuente: Peurifoy y Schexnayder (2002). Construction Planning, Equipment and Methods. Mc Graw-Hill

## METRADO DEL RIESGO POTENCIAL
## CALCULO DE RENDIMIENTO

**SECTOR:** 336+050

| VOLUMEN | PROG. INICIO | PRROG. DME | DISTANCIA | VELOCIDAD VEH. | TIEMPO CARGA Y DESCARGA | TIEMPO VIAJE | TIEMPO TOTAL VIAJE | N° VEHICULOS | N° DIAS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10822.73 | 184+400 | 183+300 | 1.1 | 20 KM/H | 9 MINUTOS | 0.11 | 0.2585 | 4 | 6.10 |
| 4480.32 | 184+700 | 183+300 | 1.4 | 20 KM/H | 9 MINUTOS | 0.14 | 0.2885 | 4 | 2.80 |

**VOLUMEN TRANSPORTADO DIARIO :** **1800.00 M3/DIA**

**N° DIAS :** **6.10 DIAS**

# B. PRESUPUESTO

**SERVICIO:** SERVICIO DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL: DV CERRO DE PASCO – HUÁNUCO – TINGO MARÍA – EMP. PE-5N (PUENTE PUMAHUASI) CONTRATO N°057-2019-MTC/20.2

**CONTRATISTA-CONSERVADOR:** MOTAL ENGIL

**SUPERVISION:** PROVIAS NACIONAL - ZONAL HUANUCO

**SUB TRAMO:** TRAMO II (CHICRIN - HUÁNUCO)

**RIESGO POTENCIAL (CUANTIFICACION POR RECURSOS)**

## PRESUPUESTO DE RIESGO POTENCIAL

**ACTIVIDAD:** OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA POR EFECTOS DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES (CON MATERIAL SUELTO QUE PONE EN PELIGRO LA INFRAESTRUCTURA VIAL), SECTOR KM 184+400 y KM 184+700, TRAMO II (CHICRIN - HUÁNUCO)

**PROGRESIVA:** KM 184+400

| ITEM | ACTIVIDAD EJECUTADA | UND | CANT. | COSTO EMERGENCIA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | METRADO | P.U. SIN IGV OFERTADO | TOTAL S/. |
| **1.00** | **MANO DE OBRA** | | | | | **2,030.08** |
| 1.02 | PEON EXPLANACIONES | HH | 2 | 48.80 | 21.80 | 1,063.84 |
| 1.03 | VIGIA DIURNO | HH | 2 | 97.60 | 9.90 | 966.24 |
| | | | | | | |
| **2.00** | **EQUIPOS** | | | | | **61,772.50** |
| 2.01 | CAMA BAJA | HM | 1 | 16.00 | 349.36 | 5,589.76 |
| 2.02 | EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115 - 165 HP | HM | 1 | 48.80 | 240.00 | 11,712.00 |
| 2.05 | CARGADOR FRONTAL 197 HP | HM | 1 | 48.80 | 330.00 | 16,104.00 |
| 2.06 | CAMION VOLQUETE 6X4, 15M3 | HM | 2 | 97.60 | 150.00 | 14,640.00 |
| 2.07 | CAMION VOLQUETE 6X4, 17M3 | HM | 2 | 97.60 | 190.00 | 18,544.00 |
| 2.18 | CAMIONETA PICK UP | HM | 1 | 48.80 | 15.83 | 772.50 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | **SUBTOTAL** | | | | | 63,802.58 |
| | **UTILIDAD 10%** | | | | | 6,380.26 |
| | **TOTAL SIN I.G.V.** | | | | | 70,182.84 |
| | **I.G.V. 18%** | | | | | 12,632.91 |
| | **TOTAL** | | | | | **82,815.75** |

***SON: OCHENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS QUINCE CON 75/100 NUEVOS SOLES INC I.G.V***

**SERVICIO:** SERVICIO DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL: DV CERRO DE PASCO – HUÁNUCO – TINGO MARÍA – EMP. PE-5N (PUENTE PUMAHUASI) CONTRATO N°057-2019-MTC/20.2

**CONTRATISTA-CONSERVADOR:** MOTAL ENGIL

**SUPERVISION:** PROVIAS NACIONAL - ZONAL HUANUCO

**SUB TRAMO:** TRAMO II (CHICRIN - HUÁNUCO)

**RIESGO POTENCIAL (CUANTIFICACION POR RECURSOS)**

**ACTIVIDAD:** OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA POR EFECTOS DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES (CON MATERIAL SUELTO QUE PONE EN PELIGRO LA INFRAESTRUCTURA VIAL), SECTOR KM 184+400 y KM 184+700, TRAMO II (CHICRIN - HUÁNUCO)

# PLANILLA DE METRADOS Y RECURSOS

RIESGO POTENCIAL (CUANTIFICACION POR RECURSOS )

| TRABAJOS EJECUTADOS | | MANO DE OBRA UTILIZADA | | | | MAQUINARIA Y/O EQUIPOS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | METRADO | CAPATAZ | PEON | VIGIAS DIURNOS | VIGIAS NOCTURNO | CAMA BAJA | EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115 - 165 HP | CARGADOR FRONTAL 197 HP | CAMION VOLQUETE 6X4, 15M3 | CAMION VOLQUETE 6X4, 17M3 | CAMIONETA PICK UP | CAMION BARANDA - CAP. 4TN HYUNDAI |
| | | | | | | | | | | | | |
| DIA 1 | **10822.73 M3** | 0.00 | 8.00 | 16.00 | | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 16.00 | 16.00 | 8.00 | |
| DIA 2 | | 0.00 | 8.00 | 16.00 | | | 8.00 | 8.00 | 16.00 | 16.00 | 8.00 | |
| DIA 3 | | 0.00 | 8.00 | 16.00 | | | 8.00 | 8.00 | 16.00 | 16.00 | 8.00 | |
| DIA 4 | | 0.00 | 8.00 | 16.00 | | | 8.00 | 8.00 | 16.00 | 16.00 | 8.00 | |
| DIA 5 | | 0.00 | 8.00 | 16.00 | | | 8.00 | 8.00 | 16.00 | 16.00 | 8.00 | |
| DIA 6 | | 0.00 | 8.00 | 16.00 | | | 8.00 | 8.00 | 16.00 | 16.00 | 8.00 | |
| DIA 7 | | 0.00 | 0.80 | 1.60 | | 8.00 | 0.80 | 0.80 | 1.60 | 1.60 | 0.80 | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | 0.00 | 48.80 | 97.60 | 0.00 | 16.00 | 48.80 | 48.80 | 97.60 | 97.60 | 48.80 | 0.00 |

**SERVICIO:** SERVICIO DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL: DV CERRO DE PASCO – HUÁNUCO – TINGO MARÍA – EMP. PE-5N (PUENTE PUMAHUASI) CONTRATO N°057-2019-MTC/20.2

**CONTRATISTA-CONSERVADOR:** MOTAL ENGIL

**SUPERVISION:** PROVIAS NACIONAL - ZONAL HUANUCO

**SUB TRAMO:** TRAMO II (CHICRIN - HUÁNUCO)

**RIESGO POTENCIAL (CUANTIFICACION POR RECURSOS)**

## PRESUPUESTO DE RIESGO POTENCIAL

**ACTIVIDAD:** OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA POR EFECTOS DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES (CON MATERIAL SUELTO QUE PONE EN PELIGRO LA INFRAESTRUCTURA VIAL), SECTOR KM 184+400 y KM 184+700, TRAMO II (CHICRIN - HUÁNUCO)

**PROGRESIVA:** KM 184+700

| ITEM | ACTIVIDAD EJECUTADA | UND | CANT. | COSTO EMERGENCIA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | METRADO | P.U. SIN IGV OFERTADO | TOTAL S/. |
| **1.00** | **MANO DE OBRA** | | | | | **931.84** |
| 1.02 | PEON EXPLANACIONES | HH | 2 | 22.40 | 21.80 | 488.32 |
| 1.03 | VIGIA DIURNO | HH | 2 | 44.80 | 9.90 | 443.52 |
| | | | | | | |
| **2.00** | **EQUIPOS** | | | | | **29,327.65** |
| 2.01 | CAMA BAJA | HM | 1 | 14.40 | 562.50 | 8,100.00 |
| 2.02 | EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115 - 165 HP | HM | 1 | 22.40 | 240.00 | 5,376.00 |
| 2.05 | CARGADOR FRONTAL 197 HP | HM | 1 | 22.40 | 330.00 | 7,392.00 |
| 2.06 | CAMION VOLQUETE 6X4, 15M3 | HM | 5 | 44.80 | 150.00 | 6,720.00 |
| 2.18 | CAMIONETA PICK UP | HM | 1 | 22.40 | 15.83 | 354.59 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | **SUBTOTAL** | | | | | 30,259.49 |
| | **UTILIDAD 10%** | | | | | 3,025.95 |
| | **TOTAL SIN I.G.V.** | | | | | 33,285.44 |
| | **I.G.V. 18%** | | | | | 5,991.38 |
| | **TOTAL** | | | | | **39,276.82** |

***SON: TREINTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS SETENTA Y SEIS CON 82/100 NUEVOS SOLES INC I.G.V***

**SERVICIO:** **SERVICIO DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL: DV CERRO DE PASCO – HUÁNUCO – TINGO MARÍA – EMP. PE-5N (PUENTE PUMAHUASI) CONTRATO N°057-2019-MTC/20.2**

**CONTRATISTA-CONSERVADOR:** MOTAL ENGIL

**SUPERVISION:** PROVIAS NACIONAL - ZONAL HUANUCO

**SUB TRAMO:** TRAMO II (CHICRIN - HUÁNUCO)

**RIESGO POTENCIAL (CUANTIFICACION POR RECURSOS)**

**ACTIVIDAD:** OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA POR EFECTOS DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES (CON MATERIAL SUELTO QUE PONE EN PELIGRO LA INFRAESTRUCTURA VIAL), SECTOR KM 184+400 y KM 184+700, TRAMO II (CHICRIN - HUÁNUCO)

# PLANILLA DE METRADOS Y RECURSOS

RIESGO POTENCIAL (CUANTIFICACION POR RECURSOS )

| TRABAJOS EJECUTADOS | | MANO DE OBRA UTILIZADA | | | | MAQUINARIA Y/O EQUIPOS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FECHA | METRADO | CAPATAZ | PEON | VIGIAS DIURNOS | VIGIAS NOCTURNO | CAMA BAJA | EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115 - 165 HP | CARGADOR FRONTAL 197 HP | CAMION VOLQUETE 6X4, 15M3 | CAMION VOLQUETE 6X4, 17M3 | CAMIONETA PICK UP | CAMION BARANDA - CAP. 4TN HYUNDAI |
| | | | | | | | | | | | | |
| DIA 1 | **4480.32 M3** | 0.00 | 8.00 | 16.00 | | 8.00 | 8.00 | 8.00 | 16.00 | 16.00 | 8.00 | |
| DIA 2 | | 0.00 | 8.00 | 16.00 | | | 8.00 | 8.00 | 16.00 | 16.00 | 8.00 | |
| DIA 3 | | 0.00 | 6.40 | 12.80 | | 6.40 | 6.40 | 6.40 | 12.80 | 12.80 | 6.40 | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | 0.00 | 22.40 | 44.80 | 0.00 | 14.40 | 22.40 | 22.40 | 44.80 | 44.80 | 22.40 | 0.00 |

# C. CRONOGRAMA

| | FORMATO | | |
|---|---|---|---|
| PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones \| Viceministerio de Transportes \| Provías Nacional | **CRONOGRAMA DE OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA POR EFECTOS DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES (CON MATERIAL SUELTO QUE PONE EN PELIGRO LA INFRAESTRUCTURA VIAL), SECTOR KM 184+400, TRAMO II (CHICRIN - HUÁNUCO)** | **Fecha de elaboracion : 01/08/2020** | MOTA-ENGIL PERU |

**Proyecto: SERVICIO DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL: DV CERRO DE PASCO – HUÁNUCO – TINGO MARÍA – EMP. PE-5N (PUENTE PUMAHUASI) CONTRATO N°057-2019-MTC/20.2**

**Semana:** 1, 2, 3 y 4

| ITEM | ACTIVIDAD | | | UND | | SEMANA 1 | | | | | | | SEMANA 2 | | | | | | | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DESCRIPCION | PROG INI | PROG FIN | | | DIA 1 | DIA 2 | DIA 3 | DIA 4 | DIA 5 | DIA 6 | DIA 7 | DIA 8 | DIA 9 | DIA 10 | DIA 11 | DIA 12 | DIA 13 | DIA 14 | |
| | **TRAMO II: CHICRÍN - HUÁNUCO** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **01.00** | **MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **F1:** 01 cama baja | | | hm | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **02.00** | **MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD VIAL** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **F2:** 02 vigias | | | M | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 184+350 | 184+450 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **03.00** | **PERFILADO DE TALUDES** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **F3:** 01 Excavadora sobre oruga +01 auxiliar | | | m3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 184+400 | 184+400 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **04.00** | **ELIMINACION DE MATERIAL SUELTO AL DME** | | | km | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | F3: 02 volquetes 15m3+ 02 volquetes 17m3 + 01 Excavadora sobre orugas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 184+400 | 183+300 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Revisado por :

| | FORMATO | | |
|---|---|---|---|
| PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones · Viceministerio de Transportes · Provías Nacional | **CRONOGRAMA DE OBSTRUCCIÓN DE LA VÍA POR EFECTOS DE DESLIZAMIENTO DE TALUDES (CON MATERIAL SUELTO QUE PONE EN PELIGRO LA INFRAESTRUCTURA VIAL), SECTOR KM 184+700, TRAMO II (CHICRIN - HUÁNUCO)** | **Fecha de elaboracion : 01/08/2020** | MOTA-ENGIL PERU |

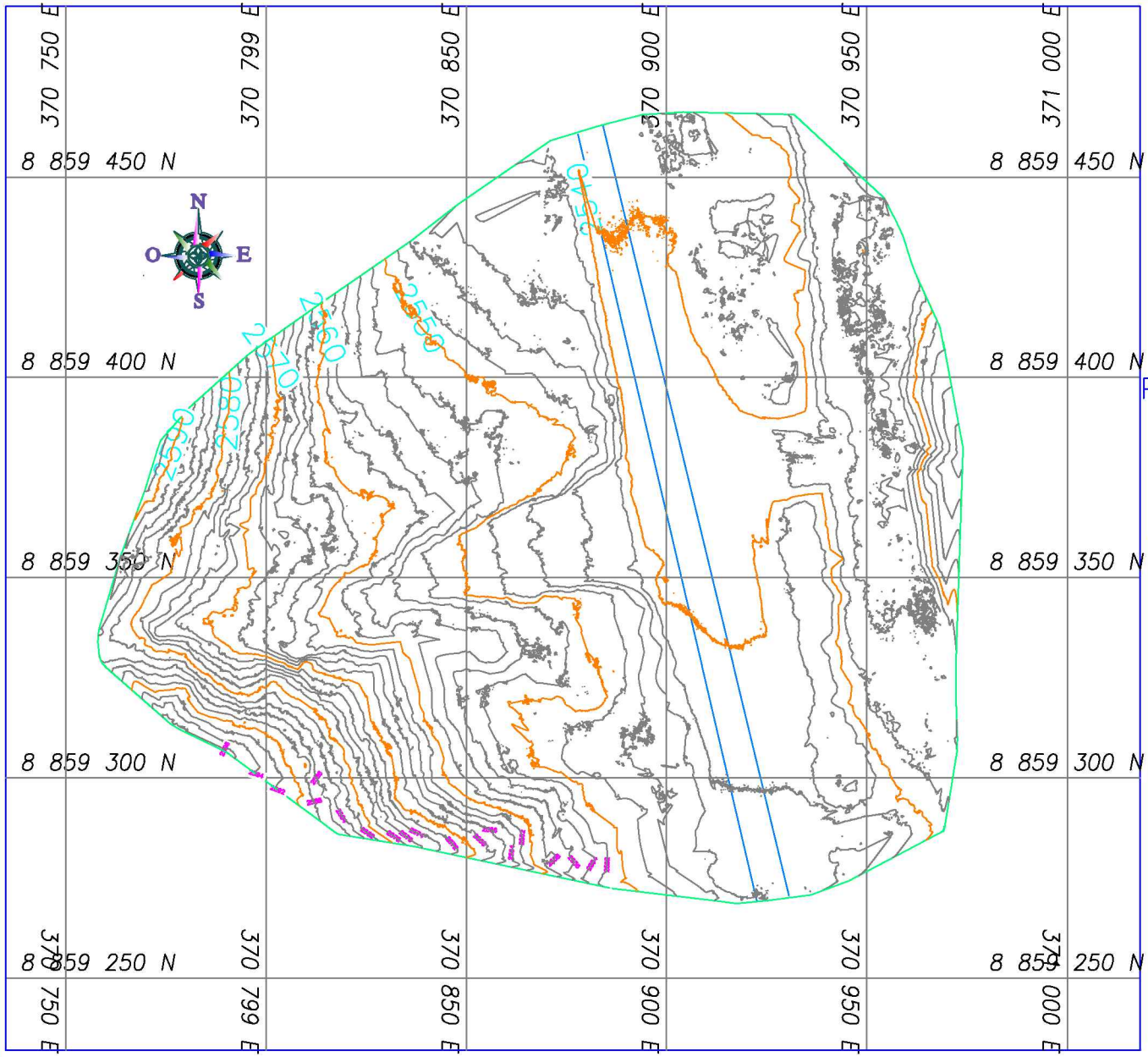
**Proyecto: SERVICIO DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN POR NIVELES DE SERVICIO DEL CORREDOR VIAL: DV CERRO DE PASCO – HUÁNUCO – TINGO MARÍA – EMP. PE-5N (PUENTE PUMAHUASI) CONTRATO N°057-2019-MTC/20.2**

**Semana:** 1, 2, 3 y 4

| ITEM | ACTIVIDAD | | | UND | | SEMANA 1 | | | | | | | SEMANA 2 | | | | | | | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DESCRIPCION | PROG INI | PROG FIN | | | DIA 1 | DIA 2 | DIA 3 | DIA 4 | DIA 5 | DIA 6 | DIA 7 | DIA 8 | DIA 9 | DIA 10 | DIA 11 | DIA 12 | DIA 13 | DIA 14 | |
| | **TRAMO V: ESTACA MACHAY - LA UNION** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **01.00** | **MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **F1:** 01 cama baja | | | hm | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **02.00** | **MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD VIAL** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **F2:** 02 vigias | | | M | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 184+650 | 184+750 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **03.00** | **PERFILADO DE TALUDES** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | **F3:** 01 Excavadora sobre oruga +01 auxiliar | | | m3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 184+700 | 184+700 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **04.00** | **ELIMINACION DE MATERIAL SUELTO AL DME** | | | km | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | F3: 02 volquetes 15m3+ 02 volquetes 17m3 + 01 Excavadora sobre orugas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 184+700 | 183+300 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

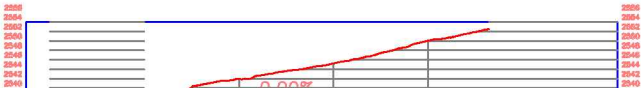
Revisado por :

# D. PLANOS




| LEYENDA | |
|---|---|
| SIMBOLO | DESCRIPCIÓN |
| | UBICACIÓN DE ESTACION |
| | ALCANTARILLA |
| | PUNTO BM |
| | CARRETERA |
| | POSTE |
| | NORTE MAGNETICO |
| | CURVA DE NIVEL MENOR |
| | CURVA DE NIVEL MAYOR |
| | LINEA DE CONDUCCION PROYECTADA |

## PERFIL LONGITUDINAL −0+020.00 − 0+100.00

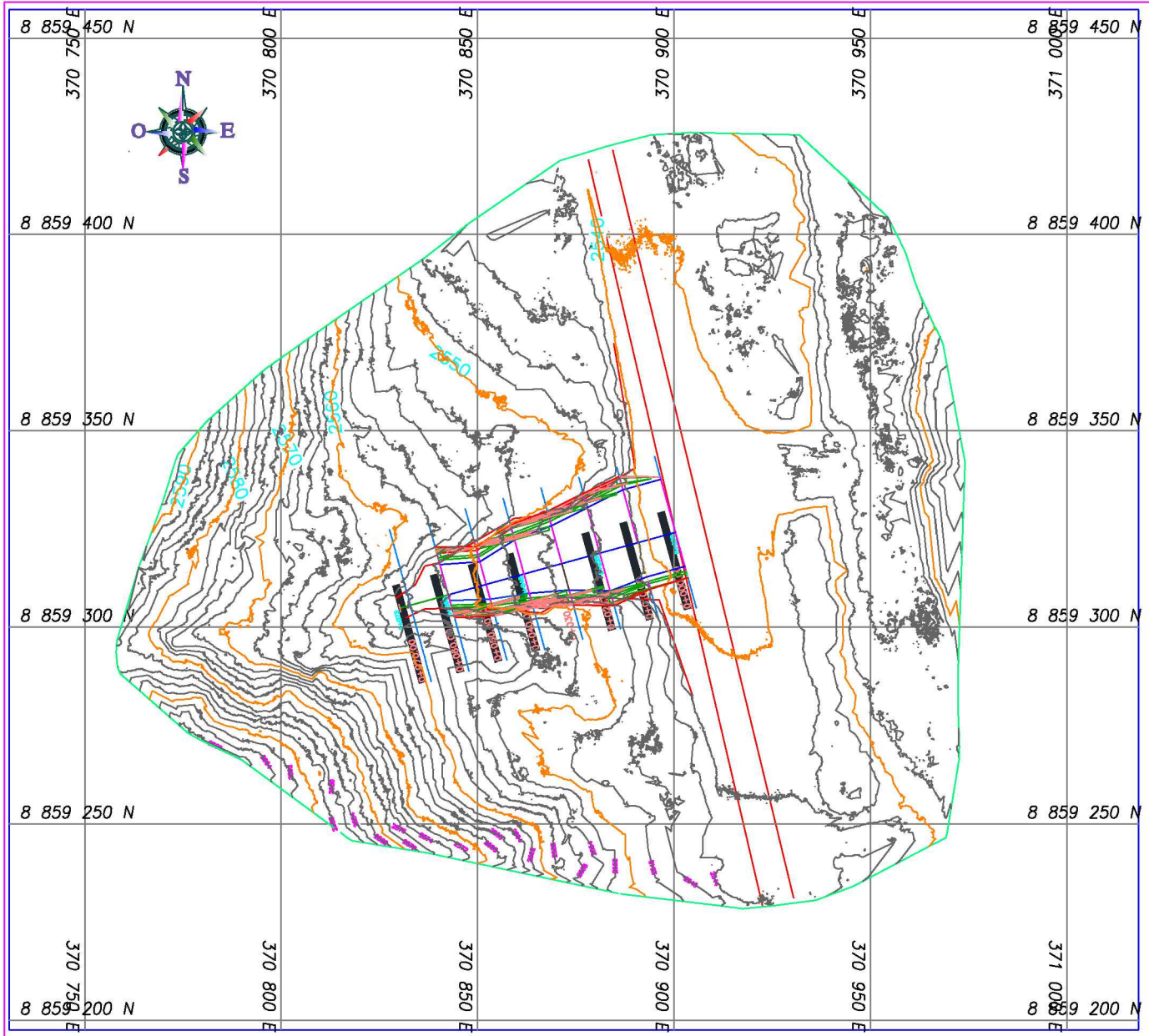



| PROGRESIVA | −0+020 | 0+000 | 0+020 | 0+040 | 0+060 | 0+080 | 0+100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| COTA TERRENO | | 2539.37 | 2543.91 | 2547.21 | 2552.05 | | |
| COTA RASANTE | | 2539.37 | 2539.37 | 2539.37 | 2539.37 | | |
| ALTURA DE CORTE | | 0.00 | 4.54 | 7.83 | 12.67 | | |
| ALTURA DE RELLENO | | 0.00 | | | | | |

# PLANO TOPOGRAFICO KM 184+400

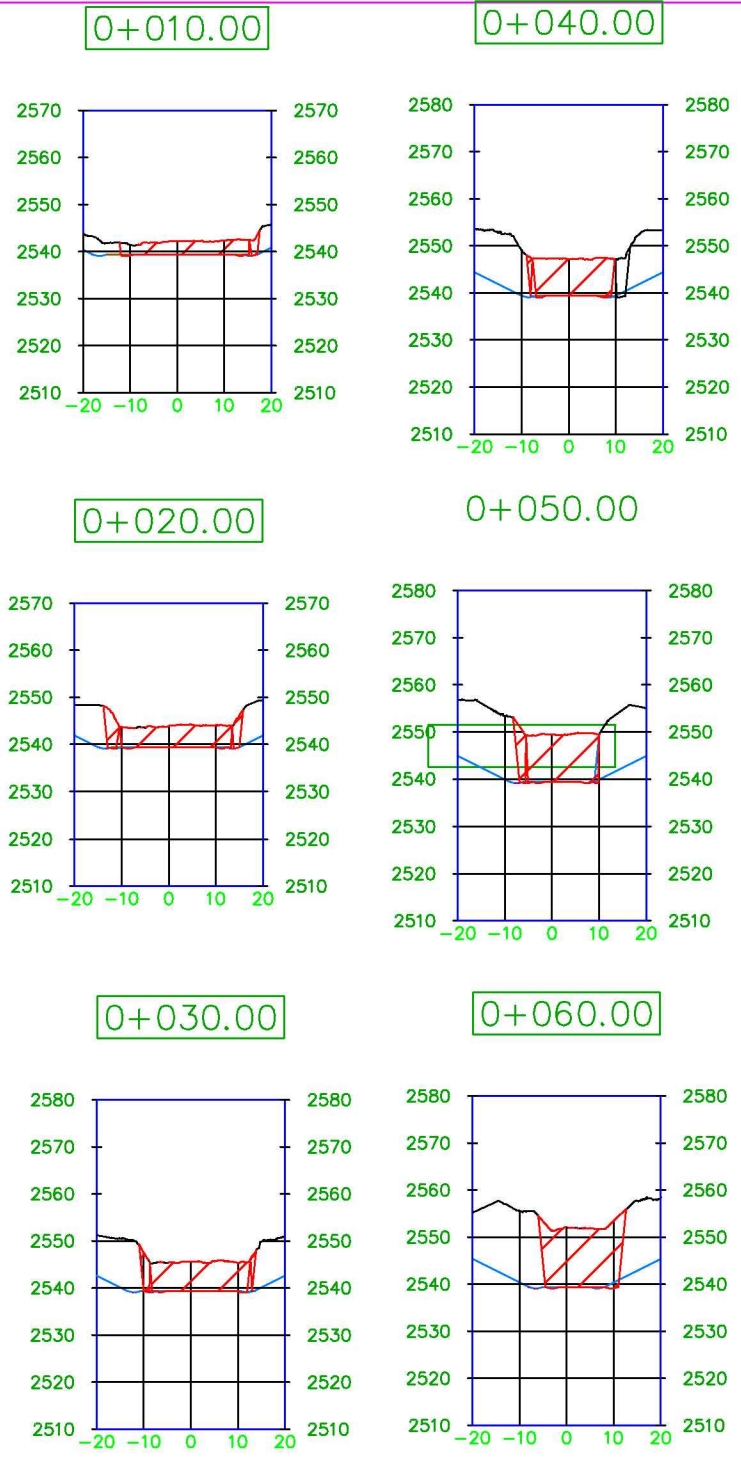
Esc 1:1125

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones / Viceministerio de Transportes / Provías Nacional | SUPERVISIÓN: MTC PROVIAS NACIONAL | CONTRATISTA: | APROBADO: | OBRA: SERVICIO DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO CONTRATO N° 057-2019-MTC/20.2 CORREDOR VIAL: DV CERRO DE PASCO – HUÁNUCO – TINGO MARÍA – EMP. PE-5N (PUENTE PUMAHUASI) TRAMO II: CHICRIN – HUÁNUCO | Plano Registrado: PLANO TOPOGRAFICO / Ubicación: Km: 184+400 | ESCALA: 1/20000 / FECHA: AGOSTO 2020 | LAMINA: PT-01 |

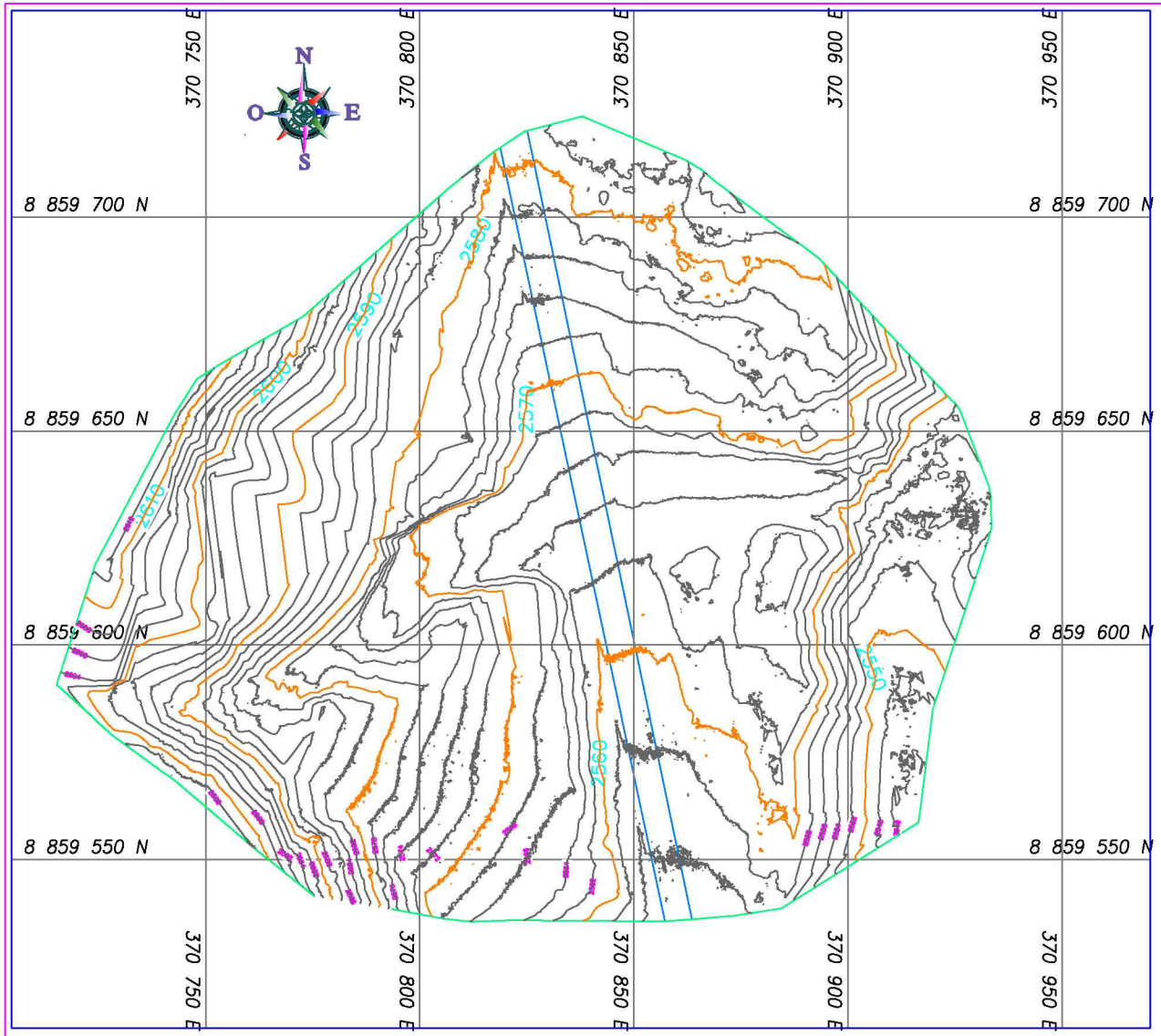



## PLANO DE SECCIONES KM 184+400

Esc 1:1125




| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PERU Ministerio de Transportes y Comunicaciones / Viceministerio de Transportes / Provias Nacional | SUPERVISIÓN: MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones PROVIAS NACIONAL | CONTRATISTA: | APROBADO: | OBRA: SERVICIO DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO CONTRATO N° 067-2019-MTC/20.2 CORREDOR VIAL: DV CERRO DE PASCO – HUÁNUCO – TINGO MARÍA – EMP. PE-5N (PUENTE PUMAHUASI) TRAMO II: CHICRIN – HUÁNUCO | Plano Registrado: PLANO DE SECCIONES<br>Ubicación: Km: 184+400 | ESCALA: | LAMINA: PS-01 |
| | | | | | | FECHA: AGOSTO 2020 | |

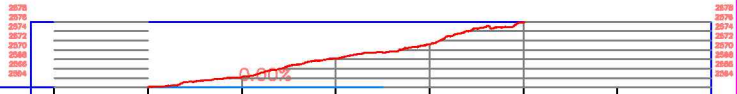



## PLANO TOPOGRAFICO KM 184+700

Esc 1:1125

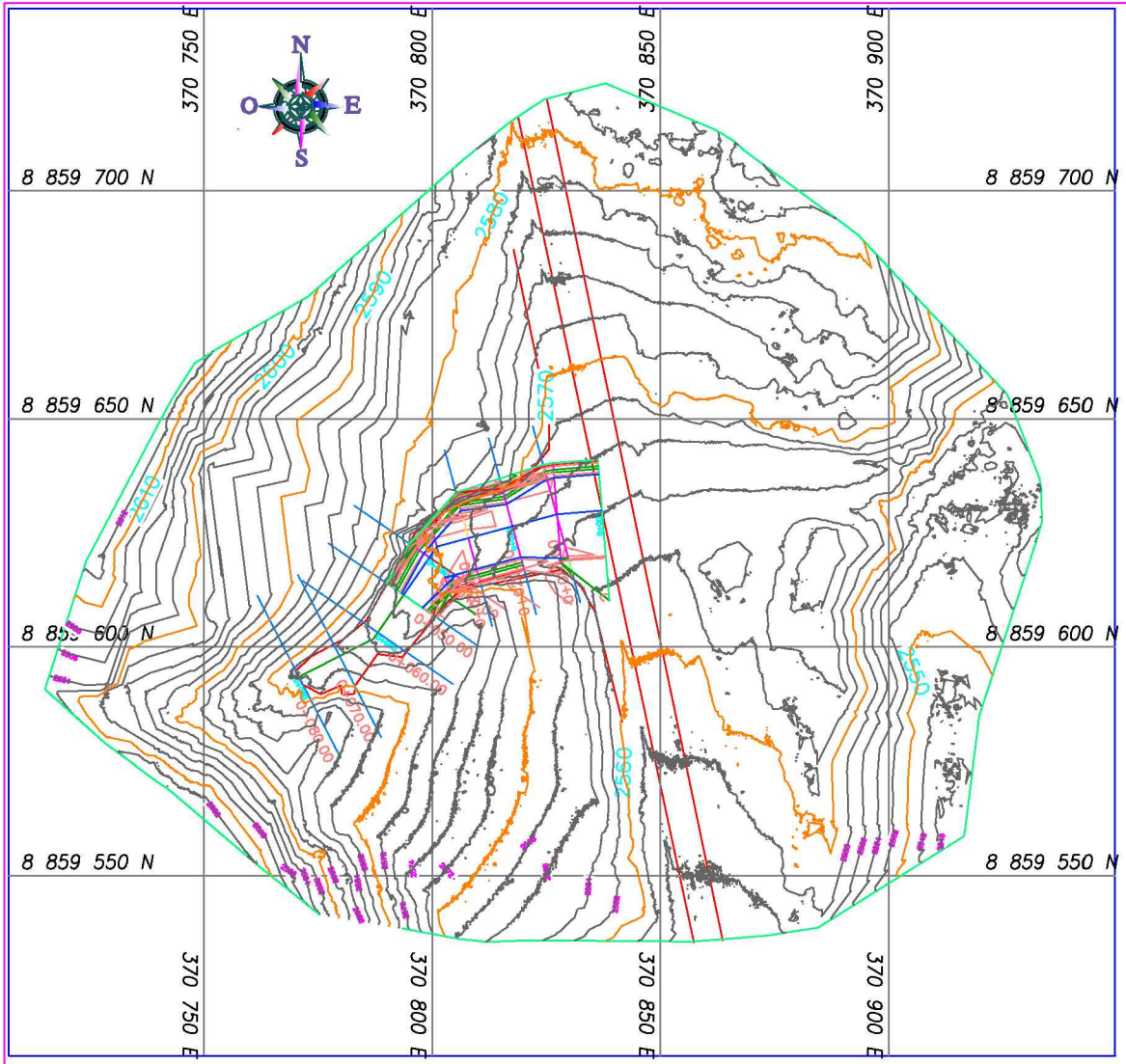
| LEYENDA | |
|---|---|
| SIMBOLO | DESCRIPCIÓN |
| | UBICACIÓN DE ESTACION |
| | ALCANTARILLA |
| | PUNTO BM |
| | CARRETERA |
| | POSTE |
| | NORTE MAGNETICO |
| | CURVA DE NIVEL MENOR |
| | CURVA DE NIVEL MAYOR |
| | LINEA DE CONDUCCION PROYECTADA |

## PERFIL LONGITUDINAL −0+020.00 − 0+120.00




| PROGRESIVA | -0+020 | 0+000 | 0+020 | 0+040 | 0+060 | 0+080 | 0+100 | 0+120 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| COTA TERRENO | | 2564.11 | 2566.21 | 2570.17 | 2573.24 | 2577.90 | | |
| COTA RASANTE | | 2564.11 | 2564.11 | 2564.11 | | | | |
| ALTURA DE CORTE | | 0.00 | 2.11 | 6.07 | | | | |
| ALTURA DE RELLENO | | 0.00 | | | | | | |

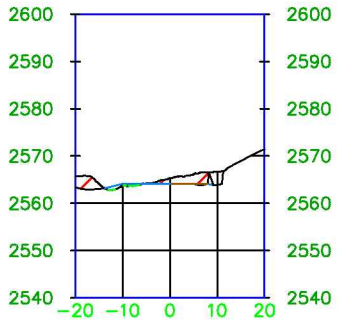
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SUPERVISIÓN: MTC | CONTRATISTA: | APROBADO: | OBRA: SERVICIO DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO CONTRATO N° 057-2019-MTC/20.2 CORREDOR VIAL: DV CERRO DE PASCO – HUÁNUCO – TINGO MARÍA – EMP. PE-6N (PUENTE PUMAHUASI) TRAMO II: CHICRIN – HUÁNUCO | Plano Replantes: PLANO TOPOGRAFICO Ubicación: Km: 184+700 | ESCALA: 1/20000 FECHA: AGOSTO 2020 | LAMINA: PT-01 |



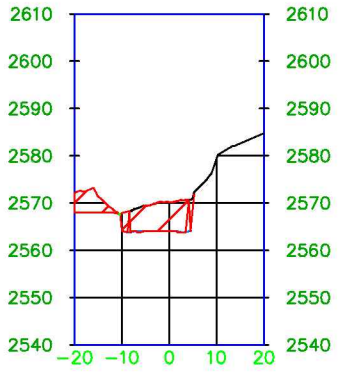

## PLANO SECCIONES KM 184+700

Esc 1:1125

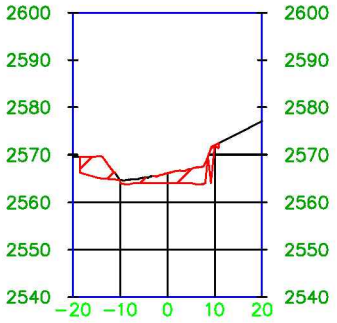
0+010.00



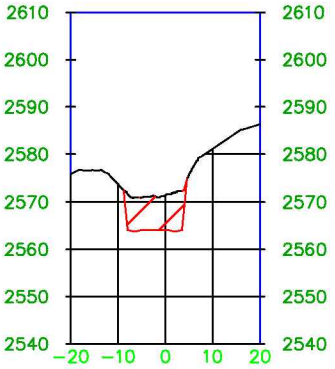

0+040.00



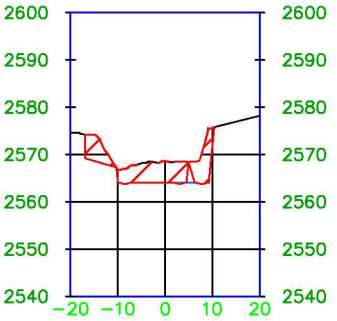

0+020.00




0+050.00




0+030.00




| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones · Viceministerio de Transportes · Provías Nacional | SUPERVISIÓN: MTC PROVÍAS NACIONAL | CONTRATISTA: | APROBADO: | OBRA: SERVICIO DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO CONTRATO N° 057-2019-MTC/20.2 CORREDOR VIAL: DV CERRO DE PASCO – HUÁNUCO – TINGO MARÍA – EMP. PE-5N (PUENTE PUMAHUASI) TRAMO II: CHICRIN – HUÁNUCO | Plano Registrado: PLANO DE SECCIONES<br>Ubicación: Km: 184+700 | ESCALA:<br>FECHA: AGOSTO 2020 | LAMINA: PS-01 |

# E. PANEL FOTOGRAFICO

## PANEL FOTOGRÁFICO FECHA 01/08/2020

## SECTOR KM 184+400 - TRAMO II (CHICRIN – HUÁNUCO)

| | |
|---|---|
| **IMAGEN 1:** Levantamiento Topográfico con estación total en la progresiva 184+400 | **IMAGEN 2:** Vista panorámica de la quebrada del km 184+400 |
| | |
| **IMAGEN 3:** Vista de la parte alta de la quebrada del km 184+400. | **IMAGEN 4:** Vista del material suelto próximo a deslizarse en la quebrada |
| | |
| **IMAGEN 3:** Vista del BM-01 del km 184+400 | **IMAGEN 4:** Vista del BM-02 del km 184+400. |
| | |

## PANEL FOTOGRÁFICO FECHA 01/08/2020

## SECTOR KM 184+400 - TRAMO II (CHICRIN – HUÁNUCO)

| | |
|---|---|
| **IMAGEN 1:** Colocación de Puntos de control en la quebrada 184+400 para el levantamiento fotogramétrico | **IMAGEN 2:** Toma de coordenadas en los puntos de control de la quebrara 184+400 |
| | |
| **IMAGEN 3:** Vista del levantamiento fotogramétrico con el Drone Phantom 4 pro | |
| | |

## PANEL FOTOGRÁFICO FECHA 01/08/2020

## SECTOR KM 184+700 - TRAMO II (CHICRIN – HUÁNUCO)

| | |
|---|---|
| **IMAGEN 1:** Levantamiento Topográfico con estación total en la progresiva 184+700 | **IMAGEN 2:** Vista panorámica de la quebrada del km 184+700 |
| | |
| **IMAGEN 3:** Vista de la parte alta de la quebrada del km 184+700. | **IMAGEN 4:** Vista del material suelto próximo a deslizarse en la quebrada |
| | |
| **IMAGEN 3:** Vista del BM-01 del km 184+700 | **IMAGEN 4:** Vista del BM-02 del km 184+700. |
| | |

## PANEL FOTOGRÁFICO FECHA 01/08/2020

## SECTOR KM 184+700 - TRAMO II (CHICRIN – HUÁNUCO)

| | |
|---|---|
| **IMAGEN 1:** Colocación de Puntos de control en la quebrada 184+400 para el levantamiento fotogramétrico | **IMAGEN 2:** Toma de coordenadas en los puntos de control de la quebrara 184+400 |
| | |
| **IMAGEN 3:** Vista del levantamiento fotogramétrico con el Drone Phantom 4 pro | |
| | |

"Año de la Universalización de la Salud"

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN"

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**

**DECANATO**

## ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL DE TESIS
## PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los veinticuatro días del mes de diciembre del 2020, siendo las 14:00 pm, se dará cumplimiento a la Resolución Virtual N°324-2020-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentacion de tesis), y la Resolución Virtual N°395-2020-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 13.NOV.2020 (Fijando fecha y hora de sustentación virtual de tesis), en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, para lo cual, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N° 0970-2020-UNHEVAL (Aprobando la Directiva de Asesoría y Sustentación Virtual de PPP, Trabajos de Investigación y Tesis), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación virtual de tesis titulada "EVALUACIÓN Y COMPARACION DE UN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON ESTACIÓN TOTAL Y DRONE EN LA ELABORACIÓN DEL EXPEDIENTE DE SITUACIONES DE RIESGOS POTENCIALES DEL KM 184+400 Y KM 184+700 EN LA CARRETERA DV. CERRO DE PASCO - HUANUCO" para optar el Título de Ingeniero Civil de los Bachilleres **Eliot David AMARINGO FABIAN y Fernando Brayan MUNDACA TELLO** de la carrera de Ingenieria Civil, a través de la plataforma virtual del Cisco Meeting Webex.

Finalizado el acto de sustentación virtual de tesis, se procedió a deliberar la calificación, obteniendo luego el resultado siguiente:

| APELLIDOS Y NOMBRES | DICTAMEN | NOTA | CALIFICATIVO |
|---|---|---|---|
| AMARINGO FABIAN Eliot David | APROBADO | 15 | BUENO |
| MUNDACA TELLO Fernando Brayan | APROBADO | 15 | BUENO |

Los Miembros del Jurado Declararon APROBADO con la nota de 15 (QUINCE): con el calificativo de: BUENO, dándose por concluido dicho acto a las: 15.30 del mismo día 24 DE DICIEMBRE 2020, con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.

OBSERVACIONES: .....

.....

**Jorge ZEVALLOS HUARANGA**
PRESIDENTE

**Jim Arturo RIVERA VIDAL**
SECRETARIO

**Charles Jhamby ALCEDO DIAZ**
VOCAL

# ANEXO 2

## AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE PREGRADO

1. **IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)**

Apellidos y Nombres: Mundaca Tello Fernando Brayan

DNI: 70565056 Correo electrónico: nando.mundaca@gmail.com

Teléfonos: Casa 062-516018 Celular 933208696 Oficina _____

Apellidos y Nombres: Amaringo Fabian Eliot David

DNI: 46865633 Correo electrónico: levi.af@hotmail.com

Teléfonos: Casa _____ Celular 942 620 404 Oficina _____

Apellidos y Nombres: _____

DNI: _____ Correo electrónico: _____

Teléfonos: Casa _____ Celular _____ Oficina _____

**2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS**

| Pregrado |
|---|
| Facultad de: Ingeniería Civil y Arquitectura<br>E. P. : Ingeniería Civil |

Título Profesional obtenido:

Ingeniero Civil

Título de la tesis:

"Evaluación y Comparación de un Levantamiento Topográfico con Estación Total y Drone en la Elaboración del Expediente de Situaciones de Riesgos Potenciales del Km 184+400 y Km 184+700 en la Carretera DV. Cerro de Pasco - Huánuco

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es):

| Marcar "X" | Categoría de Acceso | Descripción del Acceso |
|---|---|---|
| X | PÚBLICO | Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio. |
| | RESTRINGIDO | Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo |

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web **repositorio.unheval.edu.pe**, por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

En caso haya(n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:

( ) 1 año
( ) 2 años
( ) 3 años
( ) 4 años

Luego del período señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: 08/03/21

Firma del autor y/o autores: