

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO - ECONÓMICO ENTRE EL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AEROFOTOGRAFÉMTRICO USANDO
DRONES Y EL MÉTODO TRADICIONAL CON ESTACIÓN TOTAL”**

Para obtener el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por el bachiller:

CUENCA GRANADOS, BRUS

Asesores:

DR. JOSÉ LUIS LEÓN UNTIVEROS

ING. RAÚL CURASMA RAMOS

HUANCAYO – PERÚ

2021

MIEMBROS DEL JURADO

Dr. José Luis León Untiveros

PRESIDENTE

Ing. Raúl Curasma Ramos

CIP: 108203

Ing. Melquiades Elmer Hinostroza Bartolo

CIP: 90853

ASESORES DE TESIS

Dr. José Luis León Untiveros
ASESOR METODOLÓGICO

Ing. Raúl Curasma Ramos
ASESOR TEMÁTICO

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Peruana del Centro, por acogerme en sus aulas durante mi formación.

A el Dr. José Luis León Untiveros y al Ing. Raúl Curasma Ramos, por sus apreciaciones y enseñanzas durante la redacción de este trabajo de investigación.

A mis amigos y compañeros de trabajo, por su constante apoyo y ánimos brindados.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE CUADROS	xi
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Situación problemática.....	4
1.2. Formulación del problema.....	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos.....	4
1.3. Justificación teórica.....	4
1.4. Justificación practica.....	5
1.5. Objetivos.....	5
1.5.1. Objetivo General.....	5
1.5.2. Objetivos Específicos.....	5
1.6. Hipótesis.....	6
1.6.1. Hipótesis general	6
1.6.2. Hipótesis específicas	6
II. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Marco filosófico o epistemológico de la investigación	7
2.2. Antecedentes del problema de investigación	7
2.2.1. Antecedentes locales.....	7
2.2.2. Antecedentes nacionales	8
2.2.3. Antecedentes internacionales	8
2.3. Bases teóricas	10
2.3.1. Levantamiento topográfico.....	10

2.3.2.	Estación total Topcon ES-105.....	11
2.3.3.	Fotogrametría	14
2.3.4.	Levantamiento fotogramétrico.....	15
2.3.5.	Vehículos aéreos no tripulados.....	15
2.3.6.	Normatividad.....	19
2.4.	Marco conceptual.....	20
III.	METODOLOGÍA.....	22
3.1.	Tipo y diseño de investigación	22
3.2.	Población de Estudio	22
3.3.	Tamaño de muestra.....	22
3.4.	Técnica de recolección de datos.....	23
3.5.	Análisis e interpretación de la información	24
IV.	DESARROLLO DEL TEMA	25
4.1.	Aspectos generales	25
4.1.1.	Ubicación política de la zona de estudio	25
4.1.2.	Ubicación de la zona de trabajo	26
4.1.3.	Accesibilidad a la zona de estudio	27
4.1.4.	Características generales del terreno en estudio	27
4.1.5.	Reconocimiento del terreno en estudio	28
4.2.	Levantamiento topográfico con estación total de la zona de estudio.....	29
4.2.1.	Planificación del levantamiento topográfico con estación total	30
4.2.2.	Equipos usados en el levantamiento topográfico con estación total.....	31
4.2.3.	Personal usado en el levantamiento topográfico con estación total	31
4.2.4.	Trabajo de campo en el levantamiento topográfico con estación total.....	32
4.2.5.	Trabajo de gabinete en el levantamiento topográfico con estación total.....	35
4.3.	Levantamiento Aerofotogramétrico con Drone de la zona en estudio.....	37
4.3.1.	Planificación del levantamiento Aerofotogramétrico con drone	38
4.3.2.	Equipos usados en el levantamiento Aerofotogramétrico con drone	39

4.3.3.	Personal usado en el levantamiento Aerofotogramétrico con dron.....	40
4.3.4.	Trabajo de campo en el levantamiento Aerofotogramétrico con dron.....	40
4.3.5.	Trabajo de gabinete en el levantamiento Aerofotogramétrico con dron.....	42
4.4.	Determinación de la variación de las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con dron con respecto al método tradicional con estación total.....	49
4.4.1.	Puntos de prueba.....	49
4.4.2.	Puntos de prueba obtenidos con estación total.....	50
4.4.3.	Puntos de prueba obtenidos con dron PHANTON 4 RTK	51
4.4.4.	Diferencia entre puntos prueba obtenidos con estación total y dron.....	51
4.4.5.	Análisis estadístico de datos.....	54
4.5.	Determinación de la variación de las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con Drone con respecto al método tradicional con estación total en los distintos tipos de cobertura del terreno en análisis.....	55
4.5.1.	Puntos de prueba con estación total y Drone en cada tipo de cobertura.....	55
4.5.2.	Diferencia entre puntos prueba obtenidos con estación total y dron en cada tipo de cobertura.....	56
4.5.3.	Análisis estadístico de datos por cada tipo de cobertura.....	58
4.6.	Comparación del cálculo de movimiento de tierras en levantamientos topográficos realizados mediante aerofotogrametría con dron y con método tradicional con estación total.....	59
4.6.1.	Cálculo de movimiento de tierras en ambas superficies.....	59
4.6.2.	Comparación en la diferencia del cálculo del movimiento de tierras.....	59
4.7.	Comparación en el tiempo y costo invertidos en levantamiento topográfico realizado mediante aerofotogrametría con dron y con el método tradicional con estación total.....	60
4.7.1.	Tiempo Empleado.....	60
4.7.2.	Costo generado	61
V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	63
5.1.	Análisis, interpretación y discusión de resultado	63

5.1.1. Resultados y discusiones en la determinación de la variación de las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con dron con respecto al método tradicional con estación total.....	63
5.1.2. Resultados y discusiones en la determinación de la variación de las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con drone con respecto al método tradicional con estación total en los distintos tipos de cobertura del terreno en análisis.....	69
5.1.3. Resultados y discusiones de la comparación del cálculo de movimiento de tierras en levantamientos topográficos realizados mediante aerofotogrametría con drone y con método tradicional con estación total.	71
5.1.4. Resultados y discusiones de la comparación en el tiempo y costo invertidos en levantamientos topográficos realizados mediante aerofotogrametría con drone y con el método tradicional con estación total.....	72
5.2. Pruebas de hipótesis	74
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXOS	81

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura II-1: Esquema de un levantamiento topográfico	11
Figura II-2: Esquema de una estación total ES-105.....	13
Figura II-3: Fotogrametría aérea tradicional.....	15
Figura II-4: Ejemplo de drones.....	15
Figura II-5: Tipos de dron e	16
Figura II-6: Drone Phantom 4 RTK	17
Figura II-7: Módulo RTK integrado.....	18
Figura IV-1: Ubicación política del proyecto	25
Figura IV-2: Imagen satelital de la zona en estudio.....	26
Figura IV-3: Zonas de cobertura identificadas.....	29
Figura IV-4: Ficha de trabajo en levantamiento con estación total	30
Figura IV-5: Materiales y equipos usados en levantamiento topográfico	31
Figura IV-6: Ubicación de puntos de estación y referencia.....	33
Figura IV-7: Puntos de control y prueba.....	33
Figura IV-8: Ventana de creación de puntos	35
Figura IV-9: Ventana de importación de puntos	36
Figura IV-10: Nube de puntos generada	36
Figura IV-11: Curvas de nivel generadas	37
Figura IV-12: Ficha técnica levantamiento Aerofotogramétrico	38
Figura IV-13: Materiales usados en levantamiento Aerofotogramétrico.....	39
Figura IV-14: Líneas de vuelo del proyecto realizado.....	41
Figura IV-15: Lonas en puntos de control	41
Figura IV-16: Panel y resultados de añadir fotos.....	43
Figura IV-17: Coordenadas de marcadores incorporados al software	43
Figura IV-18: Marcadores incorporados en el software	44
Figura IV-19: Ventana de orientación de fotos	44
Figura IV-20: Resultado de la orientación de fotos.....	45
Figura IV-21: Ventana de creación de nube de puntos densa.....	45
Figura IV-22: Resultado de la creación de nube de puntos densa	46
Figura IV-23: Ventana de creación de malla	46
Figura IV-24: Resultado de la creación de malla	47
Figura IV-25: Ventana de creación de textura	47
Figura IV-26: Resultado de la creación de textura.....	48
Figura IV-27: Menú y resultado de la exportación de nube de puntos	48
Figura IV-28: Menú y resultado de la exportación de nube de DEM.....	49

Figura IV-29: Puntos prueba usados.....	49
Figura V-1: Grafica de variación en coordenadas Norte.....	63
Figura V-2: Grafica de variación en coordenadas Este	65
Figura V-3: Grafica de variación en altitud por coberturas.....	69

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Tabla II-1: Especificaciones técnicas de estación total ES-105.....	14
Tabla II-2: Especificaciones técnicas de un Drone Phantom 4 RTK.....	19
Tabla IV-1: Itinerario de viaje a la localidad de Rancho.....	27
Tabla IV-2: Ruta de acceso a la localidad de Rancho	27
Tabla IV-3: Puntos de estación y referencia	32
Tabla IV-4: Formato de entrada de puntos	35
Tabla IV-5: Puntos de control de proyecto	42
Tabla IV-6: Puntos prueba obtenidos con estación total.....	50
Tabla IV-7: Puntos prueba obtenidos con Drone.....	51
Tabla IV-8: Diferencia en puntos prueba "Norte"	52
Tabla IV-9: Diferencia en puntos prueba "Este"	53
Tabla IV-10: Diferencia en puntos prueba "Cota de Terreno"	54
Tabla IV-11: Tipos de cobertura encontrados en la zona del proyecto	56
Tabla IV-12: Diferencia entre puntos prueba con estación total y drone en área agrícola.....	57
Tabla IV-13: Diferencia entre puntos prueba con estación total y drone en zona urbana	57
Tabla IV-14: Diferencia entre puntos prueba con estación total y drone en zona recreacional	58
Tabla IV-15: Explanación en superficie generada con estación total.....	59
Tabla IV-16: Explanación en superficie generada con drone.....	59
Tabla IV-17: Tiempo empleado en realizar un levantamiento topográfico con estación total.....	60
Tabla IV-18: Tiempo empleado en realizar un levantamiento topográfico con drone...60	60
Tabla IV-19: Costo generado en levantamiento topográfico con estación total	61
Tabla IV-20: Costo generado en levantamiento Aerofotogramétrico con Drone	62
Tabla V-1: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas (Coordenada Norte)	64
Tabla V-2: Prueba t para diferencia de coordenadas Norte.....	64
Tabla V-3: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas (Coordenada Este).....	66
Tabla V-4: Prueba t para diferencia de coordenadas Este	66
Tabla V-5: Grafica de variación en cotas de terreno.....	67
Tabla V-6: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas (Cota de Terreno) 68	68
Tabla V-7: Prueba t para diferencia de cota de terreno	68

Tabla V-8: Prueba T para cotas de terreno en área agrícola.....	70
Tabla V-9: Prueba T para cotas de terreno en Zona Recreacional.....	70
Tabla V-10: Prueba T para cotas de terreno en Zonas urbanas y pavimentos	71
Tabla V-11: Diferencia en el cálculo de movimiento de tierras	71
Tabla V-12: Comparación de tiempo empleado	72
Tabla V-13: Comparación de costo empleado	73

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se presenta ante la problemática de la fiabilidad de los levantamientos topográficos realizados mediante aerofotogrametría usando drones, ya que esta nueva técnica de trabajo se está usando masivamente en los últimos años, aun a cuestas de que la fiabilidad de la toma real de datos de la geomorfología del terreno no está demostrada; por ello, se plantearon problemas con respecto a las variaciones entre técnicas demostradas y confiables como lo es el levantamiento topográfico con Estación Total, la variación con respecto al tipo de cobertura que presenta el terreno, la diferencia en el resultado del cálculo de movimiento de tierras y la variación con respecto al costo y tiempo invertidos.

Esta investigación se realizó en el centro poblado de Rancho, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga de la Región Ayacucho, se escogió el lugar por presentar una variada geomorfología, que va desde zonas planas hasta zonas de alta pendiente; así como, la presencia de diferentes tipos de coberturas como: áreas con edificaciones, áreas con cobertura de concreto (losas y pavimentos), áreas con matorrales, áreas con Grass al ras del suelo, entre otros.

Se hicieron dos levantamientos topográficos, el primero con una Estación Total calibrada y el segundo se realizó con un drone DJI Phantom 4 RTK; la comparación de ambas técnicas se realizó para cada tipo de cobertura y una en general. Se realizó la comparación en el cálculo del movimiento de tierras en ambos levantamientos topográficos, se controló y comparó el tiempo utilizado en cada una de las técnicas y sus costos.

Palabras Clave: Aerofotogrametría, Levantamiento topográfico, Drone, Estación Total.

ABSTRACT

The present research presents the problem regarding the reliability of topographic surveys carried out by photogrammetry using drones, this new work way is being used to a great extent in recent years, and its reliability has not been demonstrated with respect to the real data collection of the geomorphology of the terrain, therefore problems arise with the variations with respect to proven and reliable techniques with what is the topographic survey with total station, the variation with respect to the type of coverage that these present, the difference in the result of the earth movement calculation and the variation with respect to the cost and time invested.

This research was carried out in the town center of Rancho, District of Ayacucho, Province of Huamanga of the Ayacucho region, the place was chosen because it presents a varied geomorphology ranging from flat areas to areas of high slope, as well as the presence of different types of coverage such as: areas with buildings, areas with concrete coverage (slabs, pavements), areas with bushes, areas with grass at ground level, among others; Two topographic surveys were carried out, the first with a total station that has been demonstrated and its calibration verified, and the second was carried out with a DJI Phantom 4 RYK drone; The comparison of both techniques was made for each type of coverage and one in general, the comparison was made in the calculation of the earth movement in both topographic surveys, the time used in each of the techniques and their costs were controlled.

Keywords: Aerophotogrammetry, Topographic survey, Drone, Total Station.

I. INTRODUCCIÓN

En un inicio los drones fueron desarrollados con fines militares para actividades de reconocimiento y espionaje, lo cual se acrecentó durante la Segunda Guerra Mundial; en la cual, el desarrollo tecnológico fue acelerado con el fin de alcanzar y conseguir mejor tecnología y una de las industrias que alcanzó mayor velocidad de desarrollo fue la industria aeronáutica.

En la actualidad a nivel mundial se viene utilizando estas aeronaves en varias actividades como: en reconocimientos de zonas, control de tránsito vehicular, socorrismo, fotografía, fotogrametría, registros filmicos, prevención de los incendios forestales o labores de vigilancia y control en aquellas zonas catastróficas en las que un avión convencional pondría en riesgo las vidas de sus tripulantes.

En el Perú, el uso de drones empezó en 1999 en el uso militar, cuando se creó un primer prototipo RT-1 y RT-2 y se realizaron pruebas en Collique y al sur de Lima, años después, en el 2004, la Fuerza aérea del Perú diseñó un nuevo prototipo con autonomía de 300 km (Sánchez Jiménez, Mulero Valenzuela, & Saumeth Cadavid, 2021).

En la Región Ayacucho el uso de drones empezó en la grabación y tomas panorámicas de fotografías en festividades, uso periodístico y actualmente estos usos se extendieron a otras actividades como es la seguridad ciudadana.

La topografía no queda exenta al avance de la tecnología, desde la invención del nivel y el teodolito se ha visto un avance que trajo consigo la búsqueda de mayores precisiones, por lo cual las mediciones pasaron desde el uso de la taquimetría en el teodolito al uso del láser en los distanciómetros y la estación total; y actualmente el uso de los GPS diferenciales (Salas Murillo, 2021).

El uso de los drones en la topografía se difundió en los últimos años, esto gracias a la reducción de precios de estos equipos y la accesibilidad a softwares de procesamiento de fotografías. Como se mencionó anteriormente, los avances en la topografía buscan una mejor precisión y rapidez en la recopilación de la información, pues el uso de drones en la topografía brinda ventajas; sin embargo, la precisión obtenida para la digitalización del terreno no es conocida; por ello, este estudio buscó comparar la precisión de los levantamientos topográficos mediante fotogrametría con drone.

1.1. Situación problemática

En la actualidad se ve más la tendencia al uso de vehículos aéreos no tripulados en el uso civil, uno de estos es la topografía, siendo este un estudio básico e indispensable en cualquier obra de Ingeniería Civil, dando ventajas en el ahorro de tiempo y dinero, por lo cual su incursión en esta actividad ocasiona grandes suspicacias en la similitud y exactitud de esta técnica; por ello, este estudio demuestra qué tan precisos y exactos son los levantamientos topográficos mediante fotogrametría con drone DJI Phantom 4 RTK; así como, su variación en distintos tipos de terreno y el ahorro en costo y tiempo de trabajo con respecto al método tradicional con estación total (Topcon ES-05).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son las diferencias técnicas y económicas en la realización de un levantamiento topográfico realizado mediante aerofotogrametría con drone con respecto al método tradicional con estación total en el centro poblado de Ranca, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga de la región Ayacucho?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuánta es la variación de las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con drone con respecto al método tradicional con estación total?

¿Cuánta es la variación de las mediciones realizadas en los distintos tipos de cobertura del terreno en análisis?

¿Cuánta es la diferencia en la comparación del cálculo de movimiento de tierras en levantamientos topográficos realizados mediante aerofotogrametría con drone y con método tradicional con estación total?

¿Cuánta es la diferencia en el tiempo y costo invertidos en levantamientos topográficos realizados mediante aerofotogrametría con drone y con el método tradicional con estación total?

1.3. Justificación teórica

Esta investigación aporta conocimiento nuevo sobre la precisión en el uso de drones en la topografía para diferentes obras de ingeniería civil.

La investigación dará a conocer la precisión que se logra alcanzar al realizar levantamientos topográficos mediante fotogrametría con drones.

La finalidad de esta tesis es brindar conocimiento a los profesionales que se dedican a la topografía, dándose información sobre el adecuado uso de drones en la topografía y poder determinar si el uso de esta tecnología logra la precisión necesaria requerida por los proyectos de Ingeniería Civil.

1.4. Justificación practica

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de conocer la precisión que se logra alcanzar en los levantamientos topográficos realizados mediante fotogrametría con drones con respecto al método tradicional con estación total (método más aproximado), esto se realizará comparando ambas técnicas y realizando un análisis comparativo sobre las variaciones en las coordenadas topográficas, su variación en distintos tipos de cobertura, la comparación en el cálculo del movimiento de tierras y el tiempo y costo invertidos en ambas técnicas.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Realizar un análisis comparativo técnico y económico de un levantamiento topográfico realizado mediante aerofotogrametría con dron respecto al método tradicional con estación total en el centro poblado de Rancho, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga de la Región Ayacucho.

1.5.2. Objetivos Específicos

Determinar la variación de las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con dron con respecto al método tradicional con estación total.

Determinar la variación de las mediciones realizadas en los distintos tipos de cobertura del terreno en análisis.

Determinar la diferencia en la comparación del cálculo de movimiento de tierras en levantamientos topográficos realizados mediante aerofotogrametría con dron y con método tradicional con estación total.

Realizar una comparación en el tiempo y costo invertidos en levantamientos topográficos realizados mediante aerofotogrametría con drone y con el método tradicional con estación total.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

En el análisis comparativo, un levantamiento topográfico realizado mediante aerofotogrametría con drone resulta tener menor precisión con respecto al método tradicional con estación total en el centro poblado de Rancho, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga de la región Ayacucho.

1.6.2. Hipótesis específicas

Las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con drone son similares a las del método tradicional con estación total.

Existe variación en las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con drone con respecto al método tradicional con estación total en los distintos tipos de cobertura del terreno.

Existe una diferencia en el resultado del cálculo de movimiento de tierras en levantamientos topográficos realizados mediante aerofotogrametría con drone y con método tradicional con estación total.

La aerofotogrametría con drone es más rápida y barata que el método tradicional con estación total.

CAPÍTULO 2

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco filosófico o epistemológico de la investigación

La necesidad de profundizar en el conocimiento de la fotogrametría con drones y su aplicación en la Ingeniería Civil nos lleva realizar este estudio comparativo; por lo tanto, en esta investigación tenemos las siguientes variables como: las Coordenadas Topográficas (este, norte y cota de terreno), Cobertura de suelo, Movimiento de Tierras, el Tiempo y Costo invertidos en levantamiento topográfico del terreno. Además, esta investigación surge de la necesidad que se tiene en conocer diferencias entre un levantamiento topográfico realizado mediante aerofotogrametría con drone con respecto al método tradicional con estación total, ya que los levantamientos aerofotogramétricos están ganando terreno en los últimos años aun sin ser conocida la precisión de este tipo de técnicas y de ser una forma de medición indirecta; por ello, se realizará un análisis comparativo de un levantamiento topográfico realizado mediante aerofotogrametría con drone respecto al método tradicional con estación total, que es una forma de medición directa, con la utilización del método científico se busca dar respuestas a esta interrogante; además, busca determinar el grado de fiabilidad que puede llegar a tener.

2.2. Antecedentes del problema de investigación

2.2.1. Antecedentes locales

(Ayala Valdivia, 2018) En su investigación “Evaluación de levantamientos topográficos con drone DJI Phantom 4 y Estación total, quebrada Señor de Quinuapata del Distrito de Ayacucho, Perú 2018” obtiene los siguientes resultados.

El trabajo de investigación da como resultado de que ambos equipos topográficos: drone DJI Phantom 4 pro y estación total, arrojan resultados iguales en un levantamiento topográfico con un 95% de confianza estadística, dando como conclusión que los drones son apropiado para trabajos topográficos, como son mencionados en sus especificaciones (Ayala Valdivia, 2018).

La conclusión final que obtuvo fue de que el tiempo de realización en un levamiento topográfico con drone es más conveniente por qué ser realiza en

menor tiempo, sin embargo, los procesos de obtención de datos son los mismos (Ayala Valdivia, 2018).

2.2.2. Antecedentes nacionales

(Tacca Qquelca, 2015) En su trabajo de investigación presentado a la Universidad Nacional del Altiplano, titulada "Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones al método tradicional" realizó una indagación con el fin de comparar el método aerofotogramétrico con drone y el procesamiento con PIX 4D mapper, y el método taquimétrico, esto se realizó mediante una comparación de ambas metodologías, para la toma de datos se usaron una Estación Total Leica TS02 plus de 5" y para la toma de fotografías aéreas un drone Phantom 2 Visión.

Entre las principales conclusiones fueron que los datos obtenidos tanto como las tomadas con el drone y estación total dan resultados bastante similares, siendo el primer método es el menos costoso por su versatilidad.

(Sanchez Vargas, 2017) En su trabajo de investigación titulado "Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con dron en la plaza San Luis - 2017", teniendo como objetivo principal el conocer si es confiable la información que se obtiene a partir de la topografía con dron, en este proyecto tomó como lugar de estudio una plaza con distintos detalles.

En su investigación concluyó que la exactitud media de los puntos de control en coordenadas Norte $1/128788378562$, coordenadas Este $1/10802906988$ y cota de terreno $1/311843$; superando la tolerancia máxima de $1/20000$ que es puesta por el Instituto de Estadística y Geografía de México, concluyendo que se tiene una buena precisión.

2.2.3. Antecedentes internacionales

(Coello Romero & Ballesteros Abellán, 2010) En su tesis presentada en la Universidad Politécnica de Madrid, "Fotogrametría de UAV de ala fija y comparación con Topografía clásica", en su investigación tuvo el objetivo general de realizar una comparación utilizando dos métodos diferentes para la obtención de modelos digitales del terreno, por un lado, realizando un levantamiento de una zona determinada mediante GPS y por otro lado mediante fotogrametría aérea (Coello Romero & Ballesteros Abellán, 2010).

En su investigación obtuvo como conclusión que en fotogrametría se halló en los vehículos aéreos no tripulados un medio para la toma de imágenes aéreas y generación de productos topográficos (Coello Romero & Ballesteros Abellán, 2010).

En topografía “el uso de equipos GNSS con metodología RTK permitió obtener correcciones en tiempo real eliminando los errores con respecto a la distancia a la base y mejorando las precisiones”, de esta manera las mediciones se realizan más rápidamente y con buenas presiones (Coello Romero & Ballesteros Abellán, 2010).

(Jimenes Cajas & Prado Garrido, 2017) en su estudio “Análisis técnico comparativo entre los métodos topográficos tradicionales y el método de aerofotogrametría con vehículo aéreo no tripulado”, el objetivo buscado fue “aplicar los métodos topográficos tradicionales y el método de aerofotogrametría con UAV para la obtención de la topografía del parque de estudio y reflexión”.

La recolección de los datos se realizó con estación total y GPS; además, de capturar fotografías aéreas con el Drone Phantom 4, el procesamiento de las imágenes se realizó en Agisoft Photoscan (Jimenes Cajas & Prado Garrido, 2017).

Al hacer la comparación entre los métodos tradicionales y aerofotogramétrico, se encontró que se halla mayor diferencia de cotas en lugares donde existe una vegetación muy tupida, concluyó que la precisión en comparación con los métodos utilizados para este caso de estudio, se la puede dividir en diferentes zonas (Jimenes Cajas & Prado Garrido, 2017).

En la zona sin vegetación la precisión de la aerofotogrametría es 0,0647 metros, es más detallada y debido al error al humano que se genera por métodos tradicionales, es más precisa (Jimenes Cajas & Prado Garrido, 2017).

En la zona con vegetación tupida la precisión de la aerofotogrametría es 0,4863 metros, es menos precisa que por métodos tradicionales (Jimenes Cajas & Prado Garrido, 2017).

En la zona de estudio se puede concluir que la precisión en promedio, con una zona sin y con vegetación, es de 0.2815 metros (Jimenes Cajas & Prado Garrido, 2017).

(Villareal Moncayo, 2015) En su investigación presentada a la Universidad Técnica Particular de Loja “Análisis de la precisión de levantamientos topográficos mediante el empleo de vehículos no tripulados (UAV) respecto a la densidad de puntos de control”, el trabajo se realizó con el fin de analizar de la precisión de levantamientos topográficos en las que se usaron drones con respecto a la cantidad de puntos de control, esto se realizó en el campus de la Universidad Técnica Particular de Loja - Ecuador.

Como conclusiones se obtuvieron que los trabajos en las que se usaron UAVs tienen una precisión que varía de acuerdo a la densidad y ubicación de los puntos de control y considerando la visibilidad en el terreno de estudio; el mínimo número de puntos de control para un levantamiento topográfico mediante UAV es de 3 GCP.

2.3. Bases teóricas

La 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, la topografía es una herramienta indispensable para ingeniería civil.

La topografía es conocida desde la antigüedad y es importantes porque, como se ha observado, desde los tiempos más remotos ha sido necesario marcar límites y dividir terrenos.

- Elaborar mapas de superficies terrestres, arriba y abajo del nivel del mar.
- Trazar cartas de navegación aérea, terrestre y marítima.
- Deslindar propiedades privadas y públicas.

2.3.1. Levantamiento topográfico

Son el conjunto de operaciones necesarias para definir y medir posiciones sobre la superficie terrestre, 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:

Los resultados de los levantamientos topográficos de nuestros días se emplean para elaborar mapas de la superficie terrestre entre otros, 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.

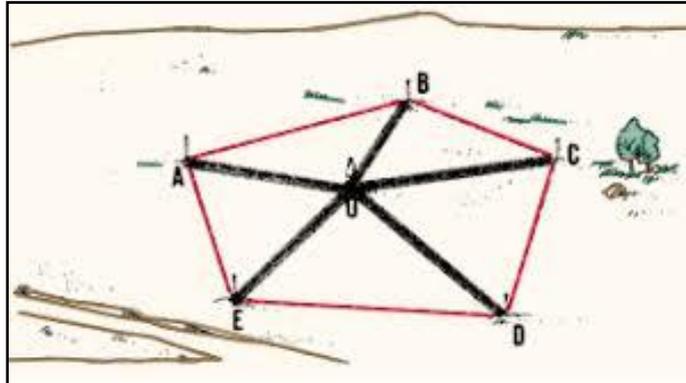


Figura II-1: Esquema de un levantamiento topográfico

Se tienen los siguientes tipos de levantamientos topográficos

- Levantamiento de control:
- Levantamientos topográficos:
- Levantamientos catastrales de terreno y de linderos:
- Levantamiento de rutas:
- Levantamientos de construcción:
- Levantamientos finales según obra construida:
- Levantamientos industriales:

2.3.2. Estación total Topcon ES-105

(Torres & Villarte, 2001) Mencionan que “se conoce con este nombre, al instrumento que integra en un sólo equipo las funciones realizadas por el teodolito electrónico, un medidor electrónico de distancias y un microprocesador para determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno”

(Wolf & Brinker, 1997) Mencionan que “obtención de promedios de mediciones múltiples angulares y de distancias, corrección electrónica de distancias, correcciones por curvatura y refracción terrestre, reducción de la distancia inclinada a sus componentes horizontal y vertical”

(Padilla, 2001) Mencionan que “El manejo y control de las funciones de la Estación Total se realiza por medio de la pantalla y del teclado, las funciones principales se ejecutan pulsando una tecla, como la introducción de caracteres alfanuméricos, medir una distancia”. Otras funciones que se emplean poco o que se utilizan sólo una vez, son activadas desde el menú principal, funciones como la introducción de constantes para la corrección atmosférica, constantes de prisma, revisión de un archivo, búsqueda de un elemento de un archivo, borrado de un archivo, configuración de la Estación, puertos de salida, unidades de medición, la puesta en cero o en un valor predeterminado del círculo horizontal se realizan también desde el menú principal.

(Pachas L., 2009) El modo de operar una Estación Total “es similar al de un teodolito electrónico, se comienza haciendo estación en el punto topográfico y luego se procede a la nivelación del aparato. Para iniciar las mediciones es necesario orientarla Estación Total previamente, para lo cual se requiere hacer estación en un punto de coordenadas conocidas o supuestas y conocer un azimut de referencia, el cual se introduce mediante el teclado”. Para la medición de distancias el distanciómetro electrónico incorporado a la Estación Total calcula la distancia de manera indirecta en base al tiempo que tarda la onda electromagnética en viajar de un extremo a otro de una línea y regresar. En el campo se hace estación con la Estación Total en uno de los extremos cuya distancia se desea determinar y en el otro extremo se coloca un reflector o prisma; es requisito indispensable que la visual entre la Estación Total y el reflector o prisma se encuentre libre de obstáculos, el instrumento transmite al prisma una señal electromagnética

(Geotop, 2019) La estación total ES105 cuenta con la funcionalidad de muchas estaciones totales robóticas de gama alta, está repleta de funciones y lista para enfrentar los lugares de trabajo modernos.

(Geotop, 2019) nos menciona que “El diseño ligero y compacto de la serie ES tiene toda la funcionalidad que necesita para sus tareas diarias”.



Figura II-2: Esquema de una estación total ES-105

2.3.2.1. Características generales

- 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

Tabla II-1: Especificaciones técnicas de estación total ES-105

TELESCOPIO

Otros	Longitud: 171mm (6.7in.), Apertura del objetivo: 45mm (1.8in.) (48mm (1.9in) para EDM.), Imagen: directa, campo de visión: 1 ° 30 '(26m / 1.000 m), mínima enfoque: 1,3 m (4.3ft.), iluminación del retículo: 5 niveles de brillo
-------	---

MEDICIÓN DEL ÁNGULO

Min. Resolución / Precisión	1" / 5"
Compensación	Doble Eje
Precisión	5"

MEDICIÓN DE DISTANCIA

Salida de láser	Hoja de Modo: Clase 1
Prisma EDM Rango	4000
Prisma EDM Precisión	2 mm + 2 ppm
Alcance sin prisma	500
Sin prisma Precisión	3mm +2 ppm (0,3-200m)
Tiempo de Medición	Fina: 0,9 seg. - Rápido: 0,7 seg. - De seguimiento: 0,3 seg.

INTERFAZ Y GESTIÓN DE DATOS

Almacenamiento de datos	10.000 puntos Plug-in, USB de memoria flash (máx. 8 GB)
Ubicación del panel de control	Ambas Caras
Pantalla / Teclado	Pantalla LCD, 192 x 80 puntos, luz de fondo, ajuste de contraste, teclado alfanumérico, 25 teclas con retroiluminación

COMUNICACIÓN DE DATOS

LongLink	Comunicación Móvil
Bluetooth	Clase 1
Ranura USB	2.0 (host + Esclavo)

GENERAL

Pantalla / Teclado	2 pantallas, pantalla LCD
Funcionamiento con batería	Hasta 36 horas
De polvo / protección de las aguas	IP66
Rango de funcionamiento	-20°C a +50 °C
LongLink TM	300 + Wireless Link
Peso con asa y batería Aprox	5,6 kg

2.3.3. Fotogrametría

Es una forma de medición indirecta, permitiendo obtener la forma del terreno mediante el proceso de imágenes aéreas.

El procesamiento depende del tipo de imágenes (pudiendo ser estas digitales o analógicas).

Por tanto, la fotogrametría es el conjunto de métodos y procesos mediante los cuales podemos deducir de la fotografía de un objeto, la forma y dimensiones del mismo.

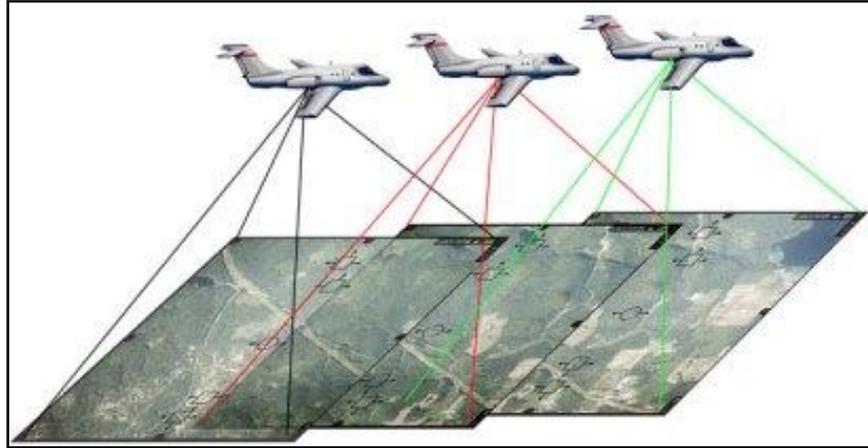


Figura II-3: Fotogrametría aérea tradicional

2.3.4. Levantamiento fotogramétrico

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.

2.3.5. Vehículos aéreos no tripulados

Son equipos aéreos pequeños capaces de transportar sensores para misiones fotogramétricas como INS (Inertial Navigation System) y GNSS (Global Navigation Satellite System).

“Un UAV es un sistema formado por un conjunto de elementos de diferentes tipos de plataformas con una estructura seleccionada que permite enlazar datos remotos” Acosta, (2011)



Figura II-4: Ejemplo de drones.

2.3.5.1. Clasificación de aeronaves.

Existen muchas posibles formas de clasificar las aeronaves, es frecuente utilizar una clasificación ateniendo a la forma en la que las aeronaves consiguen su sustentación en la atmósfera.

En el siguiente diagrama se plantea una posible clasificación simplificada que muestra los principales tipos de aeronaves:

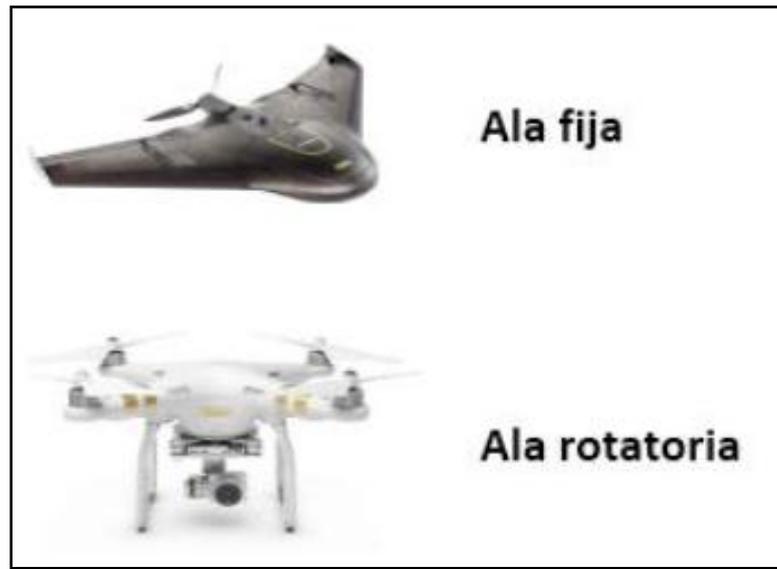


Figura II-5: Tipos de dron

2.3.5.2. Dron Phantom 4 RTK

(DJI, 2019) Se trata de un dron premium, por lo que viene equipado con los últimos avances tecnológicos de la marca DJI destacando el sensor para evitar obstáculos en 5 direcciones.

(DJI, 2019) Se trata de un dron premium, por lo que viene equipado con los últimos avances tecnológicos de la marca DJI destacando el sensor para evitar obstáculos en 5 direcciones.

“DJI ha replanteado su tecnología de drones desde el principio, revolucionando sus sistemas para lograr un nuevo estándar para la precisión de los drones” (DJI, 2019)

“El Phantom 4 RTK ha sido diseñado para brindar una solución de avión no tripulado compacta con una cámara de alta resolución y la capacidad de capturar datos RTK con precisión de centímetros” (DJI, 2019)

Otra ventaja importante, es todos los modos de vuelo inteligente que trae el dron, ya que facilita en gran medida el pilotaje y que sólo te tengas que centrar en el enfoque de la cámara para filmar videos impresionantes. Otra ventaja; es que, aunque se trata de un dron pensado para la filmación, cuando quieras divertirte pilotando el dron es ágil y rápido.

(DJI, 2019) “La cámara de a bordo ha sido rediseñada para utilizar un sensor CMOS de 1 pulgada y 20 megapíxeles”



Figura II-6: Dron Phantom 4 RTK

2.3.5.3. Módulo RTK integrado

(DJI, 2019) “El nuevo módulo RTK está integrado directamente en el Phantom 4 RTK, proporcionando datos de posicionamiento en tiempo real para mejorar la precisión absoluta en los metadatos de la imagen”

“Combinando los módulos GNSS y RTK, el Phantom 4 RTK puede optimizar la seguridad de vuelo al tiempo que garantiza la captura de los datos más precisos para los complejos flujos de trabajo de levantamiento, cartografía e inspección” (DJI, 2019)



Figura II-7: Módulo RTK integrado

a. Sistema de posicionamiento con precisión centimétrica

(DJI, 2019) “El módulo RTK integrado ofrece datos precisos de nivel centimétrico sin requerir puntos de control de tierra debido a su nuevo sistema RTK”

“Compatible con la estación móvil D-RTK 2, NTRIP (transporte de red de RTCMv3 a través del protocolo de Internet) y estaciones RTK personalizadas” (DJI, 2019)

b. Características Generales

- Phantom 4 RTK
- Tiempo de vuelo: 30 minutos
- Velocidad: 72 Km/h
- Rango de detección: 30 metros
- Rango de control: 7 Km
- Resolución de Vídeo: 4K 60 fps con un bitrate de 100Mbps
- Resolución: 20 Mp en sensor EXMOR R de 1 pulgada
- Reducción de ruido de 4Db Detección de obstáculos de 5 direcciones
- Control remoto con pantalla de 5.5" y 1080p

Tabla II-2: Especificaciones técnicas de un Drone Phantom 4 RTK

Especificaciones

DJI PHANTOM 4 - CARACTERÍSTICAS	
Peso (Incluido batería)	1380 g
Máxima velocidad de subida	6 m/s (Modo Sport)
Máxima velocidad de descenso	4 m/s (Modo Sport)
Velocidad máxima	20 m/s (Modo Sport)
Máxima altitud sobre el nivel del mar	19685 feet (6000 m) (Limitado por software a 500m sobre el punto de despegue)
Máximo tiempo de vuelo	Aprox. 28 minutos
Rango de temperatura de funcionamiento	32° to 104° F (0° to 40° C)
Sistemas de satélites	GPS / GLONASS
La exactitud se cierra	Vertical: +/- 0.1 m (when Vision Positioning is active) or +/-0.5 m Horizontal: +/- 0.3 m (when Vision Positioning is active) or +/-1.5 m

Cámara	
Sensor	1/2.3" Píxeles efectivos:12 M
Lente	FOV (Campo de visión) 94° 20 mm (35 mm formato equivalente) f/2.8 focus at ∞
Rango ISO	100 - 3200 (vídeo) 100 - 1600 (Photo)
Velocidad del obturador electrónico	8 s to 1/8000 s
Max. Tamaño de la imagen	4000x3000
Modos de Fotografía	Un solo tiro Disparo Burst: 3 / 5 / 7 frames Auto Exposure Bracketing (AEB): 3 / 5 bracketed frames at 0.7 EV Bias Time-lapse HDR

2.3.6. Normatividad

2.3.6.1. Ley 30740

“Ley que regula el uso y las operaciones de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS), norma que denomina a los drones como RPA, o RPAS (remotely piloted aircraft) el cual no requiere de permisos ni licencias si el equipo no supera los 2 kg. de peso” (Ley N° 30740, 2019)

Artículo 1. Objeto de la Ley

“La presente ley desarrolla el artículo 8 del Convenio sobre Aviación Civil Internacional, conocido como Convenio de Chicago, y regula el uso y operaciones de las aeronaves sin piloto o aeronaves pilotadas a distancia (RPAS), con el objeto de garantizar la seguridad operacional de todos los demás usuarios del espacio aéreo, así como la seguridad de las personas y bienes en la superficie terrestre y acuática” (Ley N° 30740, 2019)

2.4. Marco conceptual

- **Drone, Rpas, Uav, Uas, Rpa:** Denominada a aeronaves no tripuladas de control remoto a distancia.
- **Calidad:** Grado con el que un conjunto de características inherentes cumple los requisitos.
- **Cota:** Representa la altitud de un punto con respecto a la superficie de referencia.
- **Curva de nivel:** Línea curva en la cartografía y que representa igual cota de elevación del terreno.
- **Dxf, Dgn, Dwg:** Formatos de Archivos de diseño, Sistemas de Información Geográfica y CAD.
- **Estación:** Punto materializado en el terreno para efectuar medidas topográficas o geodésicas.
- **Estación total:** Instrumento de medición topográfica, de precisión que funciona de manera electrónica.
- **Exactitud:** Grado de concordancia entre el resultado de una prueba y el valor de referencia aceptado.
- **Georreferenciación:** La georreferenciación es el uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas.
- **Ortofoto:** es una presentación fotográfica de una zona de la superficie terrestre, en la que todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico, se obtiene a partir de las perspectivas de la imagen y se ha rectificado la imagen del terreno según una proyección ortogonal vertical.

- **Precisión:** Medida de la repetitividad de un conjunto de mediciones, se expresa generalmente como un valor estadístico basado en un conjunto de mediciones repetidas; tales como, la desviación estándar de la media de la muestra.
- **Punto de control en el terreno:** Punto de la tierra que tiene una posición conocida con precisión geográfica.
- **Megapíxel:** Un megapíxel o megapíxel (Mpx) equivale a 1 millón de píxeles.
- **Resolución de imagen:** Es el grado de detalle o calidad de una imagen digital ya sea escaneada, fotografiada o impresa. Este valor se expresa en ppp (píxeles por pulgada) o en inglés dpi (dots per inch). Cuantos más píxeles contenga una imagen por pulgada lineal, mayor calidad tendrá.

CAPÍTULO 3

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

De acuerdo al fin, al diseño y la naturaleza de los datos de esta investigación, es una investigación aplicada, cuantitativa, de diseño no experimental y descriptiva de corte transversal (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Pilar Baptista, 2006).

Es aplicada, ya que toma dos técnicas de recolección de información topográfica y realiza una comparación entre ellas a fin de determinar la técnica más fiable (Hernández Sampieri, Fernandez Collado, & Pilar Baptista, 2006).

Es cuantitativa por la recolección y uso de datos numéricos, mediciones y estadística para la prueba de hipótesis (Ñaupas Paitan & Mejía Mejía, 2018).

Es no experimental, ya que en el proceso de la investigación las variables no sufren ningún tipo de cambio, sino que solo son observadas y medidas (Ñaupas Paitan & Mejía Mejía, 2018).

Es descriptiva de corte transversal, ya que observa y mide las variables de estudio en un determinado momento en el tiempo y sin realizar ningún tipo de cambio.

3.2. Población de Estudio

La población en estudio será el centro poblado de Rancho, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga de la Región Ayacucho, que tiene un área total de 15.0 has aproximadamente.

3.3. Tamaño de muestra

Para la comparación de ambas técnicas de levantamiento topográfico se tomaron puntos muestra, la cantidad y lugar de estos son elegidos a criterio de tamaño de muestra probabilístico, en un levantamiento topográfico se tienen puntos a distancias entre 10 a 15 metros, entonces un punto representa a un área de 12.5 x 12.5, por tanto, en 15 has se tendría un total de 960 puntos, de ellos se calculará el tamaño de muestra.

$$n = \frac{NPQZ^2}{Nd^2 + Z^2PQ}$$

Dónde:

n: Tamaño de muestra.

N: Tamaño de la población en estudio.

P: Probabilidad de éxito.

Q: Probabilidad de fracaso.

Z: Nivel de confianza.

d: Nivel de precisión estipulado.

Para el caso se tendría 960 puntos como tamaño de población, la probabilidad de éxito y fracaso es de 0.50, un nivel de confianza de 95% y una precisión de 10%.

$$n = \frac{960 \times 0.5 \times 0.5 \times 1.96^2}{960 \times 0.1^2 + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$
$$n = \frac{921.98}{10.56} = 85.9 \text{ puntos}$$

Para la comparación en el cálculo de movimiento de tierras se tomó un área de 0.1 has, de 34 metros de largo por 19 metros ancho, que es el tamaño promedio de una losa deportiva.

3.4. Técnica de recolección de datos

a. Método tradicional

La toma de datos se realizó con una estación total (TOPCON ES-05) calibrada, se capturarán puntos en los desniveles de terreno y cambios de pendientes, el inicio de los trabajos, se realizó a partir de un punto auxiliar y un punto de referencia, que fueron tomadas con la ayuda de una estación móvil D-RTK 2, y se realizó una poligonal de apoyo cuyos vértices fueron los puntos de estación para el levantamiento topográfico.

b. Método Aerofotogramétrico

Se realizaron capturas de imágenes mediante la ayuda de un dron Drone DJI Phantom 4 RTK, el proceso de las imágenes se realizó con el apoyo del software Agisoft PhotoScan Professional versión 1. 1.0.1976

3.5. Análisis e interpretación de la información

Para el análisis de datos se empleó una hoja de cálculo en Microsoft Excel 2016, la que nos ayudará a calcular el error en cada uno de los métodos que se realizaran.

La presentación de la información se realizó con el software ArcMap 10.4 y AutoCAD civil 3D 2018 que nos ayudará a presentar la información en forma gráfica.

CAPÍTULO 4

IV. DESARROLLO DEL TEMA

4.1. Aspectos generales

4.1.1. Ubicación política de la zona de estudio

La investigación se localiza en el centro poblado de Rancho, Distrito de Ayacucho de la Provincia de Huamanga de la Región Ayacucho, a continuación, se muestra la ubicación política del proyecto.

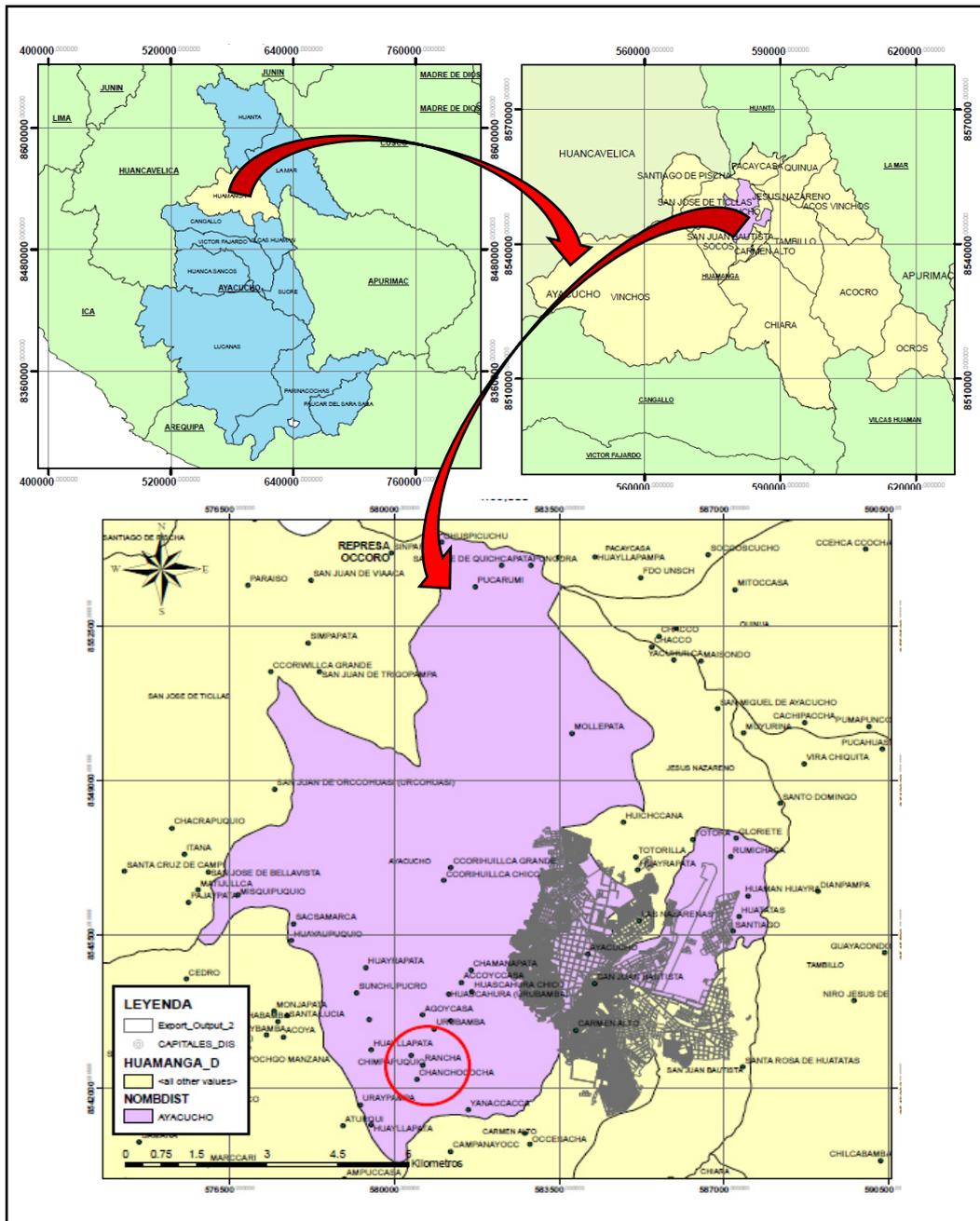


Figura IV-1: Ubicación política del proyecto

4.1.2. Ubicación de la zona de trabajo

Políticamente pertenece:

Región : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Ayacucho

Localidad : Rancho

Geográficamente se encuentra ubicado en:

Coordenadas UTM-N : 8542005.00 m S

Coordenadas UTM-E : 580283.00 m E

Altitud : 3,270.00 m.s.n.m.

El área de estudio comprende al mismo centro poblado de Rancho, en la figura siguiente se muestra en centro poblado de Rancho y con una línea roja se delimita el área de trabajo que tiene un área total de 15 has.



Figura IV-2: Imagen satelital de la zona en estudio

Fuente: Google earth

4.1.3. Accesibilidad a la zona de estudio

A la zona de estudio se accede de la ciudad de Ayacucho, mediante la vía Los Libertadores (Ruta nacional PE-28A), esta es una vía asfaltada y se encuentra en buen estado, el itinerario de viaje se encuentra en el siguiente cuadro.

Tabla IV-1: Itinerario de viaje a la localidad de Rancho

DE	A	TIPO DE VÍA	KM	TIEMPO
AYACUCHO	RANCHA	ASFALTADO	12	25 MIN

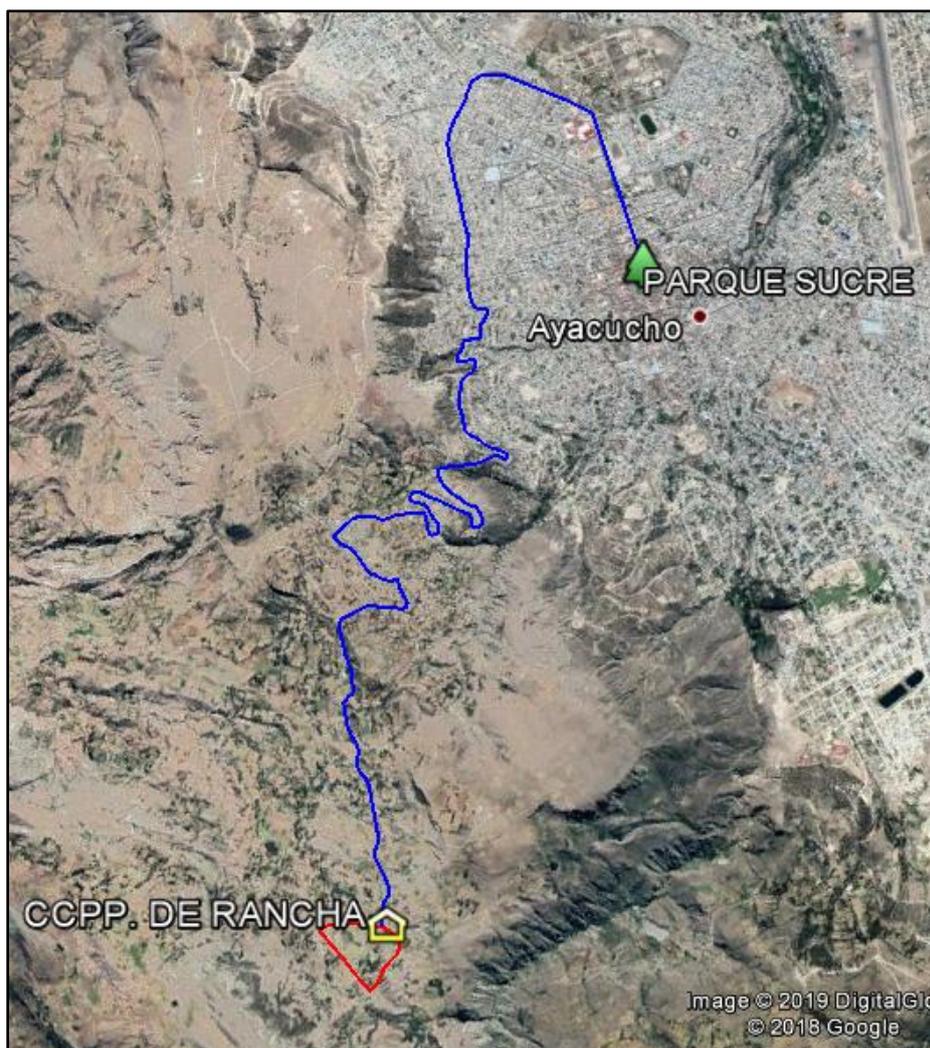


Tabla IV-2: Ruta de acceso a la localidad de Rancho

Fuente: Google earth

4.1.4. Características generales del terreno en estudio

Rancho es un centro poblado que se encuentra a las afueras de la ciudad de Ayacucho, se caracteriza por ser un área netamente agrícola y de

esparcimiento, ya que cuenta con una amplia zona de recreación (zonas de expendio de comidas, campo deportivo, pista de carrera de caballo y una pequeña laguna) a la que asisten las personas de la ciudad de huamanga los fines de semana con fines de recreación.

El área de estudio se caracteriza por presentar distintos tipos de cobertura, entre ellos áreas de cultivo (maíz choclo, papa, trigo, arveja, haba, cebada y alfalfa), áreas con presencia de árboles (eucaliptos), una carretera pavimentada (Vía los Libertadores), calles no pavimentadas, trochas carrozables, campo deportivo y una pequeña laguna como se puede observar en la siguiente fotografía.



Figura IV-3: Características de la zona del proyecto

4.1.5. Reconocimiento del terreno en estudio

El área de estudio fue delimitada en diferentes zonas, esto con la finalidad de poder analizarla cada una independientemente, en la siguiente figura se puede apreciar esta delimitación, las zonas y sus correspondientes áreas se resumen a continuación área agrícola 7.88 has, zona urbana 3.60 has, área forestal 1.82 has, zona recreacional 1.02 has, carretera pavimentada 0.71 has y laguna con 0.72 has, haciendo un total de 15 has.



Figura IV-3: Zonas de cobertura identificadas

4.2. Levantamiento topográfico con estación total de la zona de estudio

La toma de datos se realizó con una estación total (TOPCON ES-05) calibrada, se capturaron puntos en los desniveles de terreno y en los cambios de pendientes, el inicio de los trabajos se realizó a partir de un punto auxiliar y un punto de referencia que fueron tomadas con la ayuda de una Antena de referencia D-RTK 2, y se realizó una poligonal de apoyo cuyos vértices fueron las estaciones para la captura de puntos mediante el método de radiación, el siguiente cuadro muestra las condiciones de trabajo en las que se realizó el trabajo.

UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO		FICHA DE DATOS	
		Estación Total	
I. NOMBRE DEL PROYECTO			
Análisis Comparativo entre el levantamiento Topográfico Aerofotogramétrico usando drones y el método Tradicional			
II. DATOS DE UBICACIÓN			
UBICACIÓN POLITICA			
Región	Ayacucho		
Provincia	Huamanga		
Distrito	Ayacucho		
Localidad	Rancho		
UBICACIÓN GEOGRAFICA			
Coordenadas UTM-N	8542005.00 m S		
Coordenadas UTM-E	580233.00 m E		
Altitud	3270 msnm		
III. EQUIPOS Y MATERIALES USADOS			
Equipos	1. Estación Total Topcon ES-105 3. prismas 1. Estación base D-RTK2		
Materiales	- Pintora - clavos - Martillo - Brocha		
IV. PERSONAL USADO			
Cuadrilla	01 Topografo 03 prismeros		
V. DATOS DEL MOMENTO EN QUE SE REALIZO EL TRABAJO			
Hora de inicio del trabajo	7:30 am del 10 de Marzo del		
Hora de termino del trabajo	17:45 Pm del 10 de Marzo del		
clima y tiempo	temperatura maxima : 17.7 °C temperatura minima : 7.2 °C precipitación del día : 0.00 mm presencia de nubes : nula velocidad del viento : 4 m/s		

Figura IV-4: Ficha de trabajo en levantamiento con estación total

4.2.1. Planificación del levantamiento topográfico con estación total

Se hizo una primera visita a la zona de trabajo, esto se realizó el día anterior al levantamiento topográfico y fue con la finalidad de planificar el trabajo que se realizó el día siguiente, en este se ubicaron los puntos de estación y los puntos de referencia para la estación total, que fueron establecidos con pintura en rocas fijas, y se hizo un reconocimiento general del área de trabajo.

4.2.2. Equipos usados en el levantamiento topográfico con estación total

Los equipos y materiales necesarios para el levantamiento topográfico con estación total son los siguientes.

- 01 estación total (TOPCON ES-05)
- 01 trípode
- 03 prismas
- 02 radios
- 01 libreta de campo
- 01 cinta métrica
- 01 estación base D-RTK 2
- 1 kg Clavos de calamina
- Toldos de plástico
- Pintura esmalte
- Brocha



Figura IV-5: Materiales y equipos usados en levantamiento topográfico

4.2.3. Personal usado en el levantamiento topográfico con estación total

Debido a lo grande del área se trabajó con una cuadrilla de 4 personas para la realización del levantamiento topográfico con estación total, un operador de

estación total y tres personas a cargo de los prismas, las cuatro personas con conocimientos de topografía, lo que ayudó a la correcta recopilación de datos de campo, para ello se realizó un conversatorio antes del inicio del trabajo, esto con la finalidad de tener una idea clara y conjunta del trabajo a realizarse.

4.2.4. Trabajo de campo en el levantamiento topográfico con estación total

4.2.4.1. Estaciones y puntos de referencia

Para el inicio de levantamiento topográfico con estación total se hizo una planificación, entre los cuales se hizo la selección de las estaciones, a partir de los cuales se recopilaron los puntos, con los cuales se generará la topografía del terreno, estos puntos fueron seleccionados por su fácil acceso y por la visibilidad que presentan de toda el área de trabajo, estos puntos fueron tomados con la ayuda de una Antena de referencia D-RTK2.

Se establecieron 2 puntos, el primero (E-01) para la estación del equipo y el segundo (R-01) que nos servirá de referencia, a continuación, se presenta un cuadro con las coordenadas de los puntos de estación y los puntos de referencia usados en el levantamiento topográfico.

Tabla IV-3: Puntos de estación y referencia

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
E-01	580165.353	8542192.479	3264.385	Estación 01
R-01	580130.652	8542163.345	3251.435	Referencia 01
E-02	580010.504	8542098.121	3252.761	Estación 02
R-02	580036.179	8542112.192	3251.784	Referencia 02
E-03	580230.418	8541918.145	3279.327	Estación 03
R-03	580267.526	8541925.213	3277.067	Referencia 03

Estos puntos fueron colocados en rocas fijas, en la figura siguiente se muestran las ubicaciones de los puntos de estación y referencia, estos puntos forman la poligonal de apoyo, para ello se calculó el error de cierre, siendo este de 0.054 y un error relativo de 0.000072, siendo menor que 0.0001, que es el máximo aceptable para trabajos en zonas urbanas, se procedió a realizar la compensación y como resultado se muestran los valores mostrados en la tabla IV-3 mostrada anteriormente, el cálculo del error y compensación se encuentra anexado en el presente estudio.



Figura IV-6: Ubicación de puntos de estación y referencia

4.2.4.2. Levantamiento de puntos prueba

Se realizó la medición de las coordenadas de puntos de control y puntos de prueba, para ello se colocaron lonas de plástico y papeles de color rojo, con un clavo en su centro, esto con la finalidad de capturar estos puntos con la estación total y a la vez poder ser capturadas por las fotografías realizadas por el dron, la siguiente imagen muestra los puntos prueba y puntos de control que se dejaron.



Figura IV-7: Puntos de control y prueba.

4.2.4.3. Levantamiento topográfico con estación total

Para empezar el levantamiento topográfico con estación total se siguieron los siguientes pasos:

En primer lugar, se ubicó el primer punto de estación sobre la cual se instalará el equipo y se seguirán los siguientes pasos:

- Colocar el trípode sobre el punto de estación 01 cuyas coordenadas se muestran en el cuadro anterior.
- Proceder a nivelar con ayuda del nivel ojo de pollo y las patas del trípode hasta lograr una nivelación aproximada.
- Proceder a nivelar la estación total con la ayuda de los tornillos de la base de la estación total con ayuda del nivel electrónico hasta obtener una precisión adecuada.
- Colocar la plomada láser exactamente sobre el punto de estación.

Una vez realizada la nivelación de la estación total, se procedió a crear un archivo para poder almacenar los puntos que se obtendrán en el trabajo, en este caso el nombre que se uso fue "RANCHA" y se procedió a introducir las coordenadas que brindaron una orientación a la estación total.

- En primer lugar, se introdujo las coordenadas del punto donde se encuentra la estación total (estación base)
- En segundo lugar, se introdujo las coordenadas del punto de referencia, con este el equipo logro una correcta orientación con respecto al norte.
- Luego se visa hacia el prisma colocado en el punto de referencia introducido, con lo cual el equipo logra su correcta orientación.
- Para las mediciones se usaron tres prismas, en las que se empezaron a capturar los diferentes puntos que nos permitirán crear una superficie que represente la geomorfología del terreno, los prismas usados se trataron de colocar lo más verticalmente posible con lo que el equipo medirá la distancia y posición del punto.
- Antes de la captura de los puntos se procedió a medir la altura de los bastones que llevarán los prismas (medidas variables según la necesidad en campo), esto con la finalidad de asegurar el mínimo error de los puntos que se medirán.

4.2.5. Trabajo de gabinete en el levantamiento topográfico con estación total

Para el proceso de gabinete se usó el software AutoCAD Civil 3D 2018 que es uno de los más usados en esta materia, este programa realiza un modelamiento tridimensional en base a los puntos que se les incorpora y mediante interpolación realiza un enmallado y la generación de curvas de nivel, por estas razones fue elegido para el presente proyecto, se siguen los siguientes pasos.

a. Importación de puntos

La estación total usada tiene la ventaja de exportar los datos recolectados en formato “Pnt.” que es reconocido por el software AutoCAD Civil 3D 2018; por ello, no se realizó ningún otro proceso a esta información, salvo la de una revisión general y reconocimiento del orden de esta, una vez lista se procedió con la importación de los puntos, para ellos se procedió de la siguiente manera.

HOME→CREATE GROUND DATA→POINTS→POINT CREATION TOOL

Y nos llevó a la siguiente ventana que se muestra en la siguiente figura, en la que elegimos el último icono (IMPORT POINTS), lo que nos llevara a la ventana de formato de puntos.

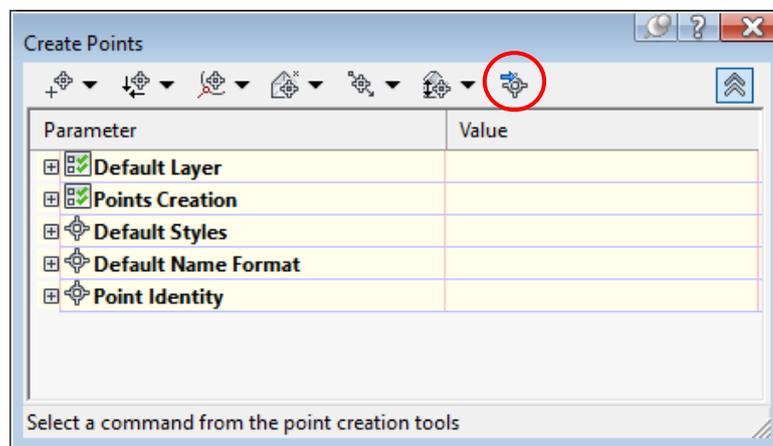


Figura IV-8: Ventana de creación de puntos

b. Formato de puntos

Una vez estando dentro de la ventana de importación de puntos, el programa nos pedirá escoger el formato con el que se importación que es el orden como se encuentran los puntos en el archivo “Pnt.”, en nuestro caso es el siguiente:

Tabla IV-4: Formato de entrada de puntos

punto	este	norte	cota
-------	------	-------	------

Se procede a incorporar el archivo con el icono con símbolo (+) y se escoge el formato antes mencionado, en la siguiente figura se muestra la ventana de importación de puntos y los formatos que software AutoCAD Civil 3D 2018 soporta.

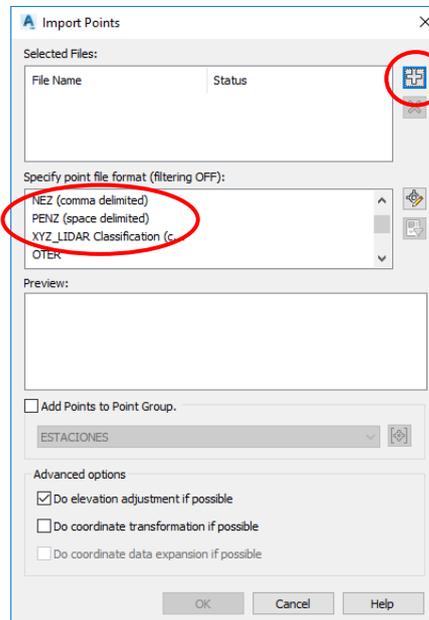


Figura IV-9: Ventana de importación de puntos

c. Nube de puntos

Una vez realizada la importación de puntos se procede a realizar la revisión de la nube de puntos generada, para ello AutoCAD Civil 3D 2018 nos da varios estilos por defecto, en la siguiente figura se muestra la nube de puntos obtenida le levantamiento topográfico con estación total.

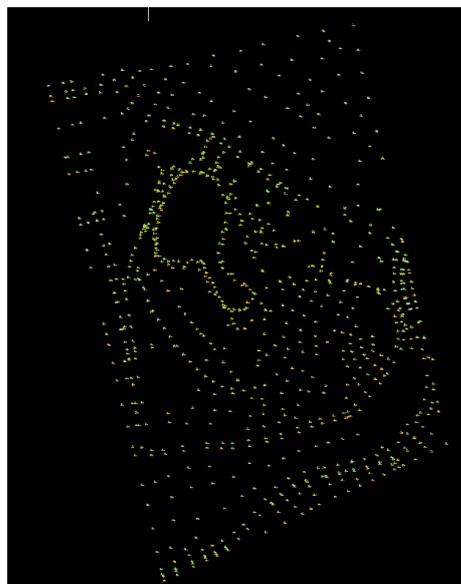


Figura IV-10: Nube de puntos generada

d. Creación de superficie

Con la nube de puntos obtenida con anterioridad se procedió a generar la superficie (curvas de nivel), para ello se procede de la siguiente manera.

HOME → TOOLSPECE → PROSPECTOR → SURFACES

En superficie se realiza un anti clic (créate surfaces) y nos llevará a un menú donde pedirá el nombre y estilo a usar, una vez creado definimos la forma de entrada de la información de la superficie, que en nuestro caso será el grupo de puntos importado, en la siguiente figura se muestra los menús de creación y definición de superficies, así como las curvas de nivel obtenidas.

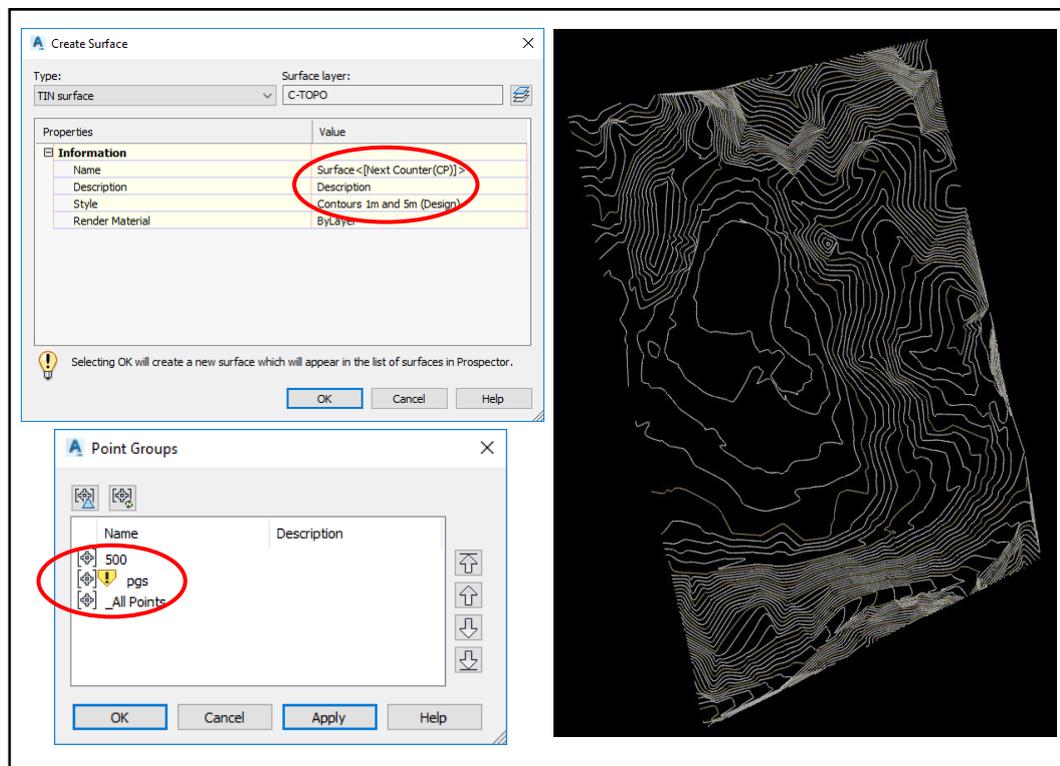


Figura IV-11: Curvas de nivel generadas

e. Edición y acotamiento de superficies

Una vez realizada la generación de curvas de nivel se procede a corregir la triangulación que fue generada automáticamente y se procede a realizar la acotación de las curvas de nivel.

4.3. Levantamiento Aerofotogramétrico con Drone de la zona en estudio

El levantamiento fotogramétrico se realizó con un drone Phantom 4 RTK y una antena de referencia D-RTK 2, para ellos primero se realizó una programación de vuelo y se procedió a instalar la antena D-RTK 2, una vez realizado esto se

procedió con el vuelo y la captura de fotografías, el siguiente cuadro muestra las condiciones de trabajo en las que se realizó el trabajo.

UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO		FICHA DE DATOS	
I. NOMBRE DEL PROYECTO			
Drone			
Análisis Comparativo entre el Levantamiento Topográfico Aerofotogramétrico usando drones y el método Tradicional			
II. DATOS DE UBICACIÓN			
UBICACIÓN POLÍTICA			
Región	Ayacucho		
Provincia	Huamanga		
Distrito	Ayacucho		
Localidad	Rancha		
UBICACIÓN GEOGRÁFICA			
Coordenadas UTM-N	8542005.00 mS		
Coordenadas UTM-E	580283.00 mE		
Altitud	3270 msnm		
III. EQUIPOS Y MATERIALES USADOS			
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> ↓. Drone Phantom 4 RTK ↓. Estación base D-RTK2 ↓. Estación Total Topcon ES-105 ↓. Prisma 		
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> 7 lonas - clavos - martillo 		
IV. PERSONAL USADO			
Cuadrilla	<ul style="list-style-type: none"> - el operador de drone - el topógrafo - el prismero 		
V. DATOS DEL MOMENTO EN QUE SE REALIZÓ EL TRABAJO			
Hora de inicio del trabajo	11:45 am del 10 de Marzo		
Hora de término del trabajo	12:45 pm del 10 de Marzo		
clima y tiempo	temperatura máxima: 17.7 °C temperatura mínima: 7.2 °C precipitación del día: 0.00 mm presencia de nubes: nula velocidad del viento: 1 m/s		

Figura IV-12: Ficha técnica levantamiento Aerofotogramétrico

En los siguientes sub capítulos describimos y detallamos los pasos realizados.

4.3.1. Planificación del levantamiento Aerofotogramétrico con drone

Se hizo una primera visita a la zona de trabajo, esto se realizó el día anterior al levantamiento topográfico y fue con la finalidad de buscar el mejor lugar para poder iniciar los vuelos; además, de ubicar los lugares donde se colocarán los puntos de control, se hizo un reconocimiento general del área de trabajo para

detectar interferencias (postes, arboles, antenas, etc) con el fin de realizar el vuelo lo más seguro posible.

4.3.2. Equipos usados en el levantamiento Aerofotogramétrico con drone

Los equipos y materiales necesarios para el levantamiento Aerofotogramétrico con drone son los siguientes.

- 01 Drone (Phantom 4 RTK)
- 01 estación total (TOPCON ES-05)
- 01 estación base D-RTK 2
- 01 trípode
- 01 prismas
- 01 libreta de campo
- 01 cinta métrica
- 1 kg Clavos de calamina
- Toldos de plástico
- Papeles lustre



Figura IV-13: Materiales usados en levantamiento Aerofotogramétrico

4.3.3. Personal usado en el levantamiento Aerofotogramétrico con drone

Se trabajó con una cuadrilla de dos personas para la realización del levantamiento Aerofotogramétrico con drone, un operador de estación total, un operador de drone, una persona a cargo del prisma, las dos personas con conocimientos de topografía, lo que ayudó a la correcta recopilación de datos de campo.

4.3.4. Trabajo de campo en el levantamiento Aerofotogramétrico con drone

Antes de realizar el vuelo se incorporó información en la programación de vuelo, estos datos se describen a continuación.

4.3.4.1. Altura de vuelo

A causa de las condiciones meteorológicas de la zona, el alta pendiente del terreno y la presencia de árboles, antenas, postes, etc. se decidió una altura de 100 metros, esto por la seguridad del equipo y la generación de una menor cantidad de imágenes para tener un menor tiempo de procesamiento de la información.

4.3.4.2. Intersección lateral y frontal de fotografías

Se decidió una intersección entre imágenes mayores al 50% tanto lateral como frontal, esto se dispuso con el objetivo de que se tenga al menos cuatro imágenes, enfocando alguna área del terreno y que se capture la información de distintos lados.

En la investigación realizada se decidió una intersección de imágenes de 70% en forma lateral y 60% de intersección entre imágenes de forma frontal.

4.3.4.3. Línea de vuelo

Con ayuda de la aplicación "DJI GS Pro" (Ground Station Pro) se realizó la ruta de vuelo, en esta aplicación se incorporó la información de altura de vuelo, intersección lateral y frontal, con ellos la aplicación calculará automáticamente la cantidad de fotografías, intervalo de tiempo entre fotografías y la resolución de la imagen, en la siguiente imagen se muestra la programación de vuelo para la zona del proyecto.

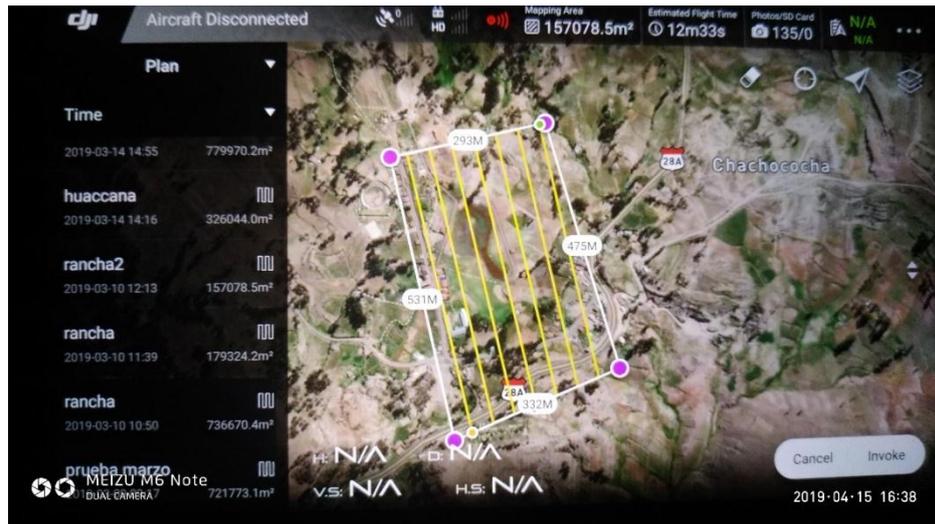


Figura IV-14: Líneas de vuelo del proyecto realizado

4.3.4.4. Puntos de control

Los puntos de control son necesarios para poder georreferenciar correctamente las fotografías y el resultado final, el procedimiento de la recolección de los puntos de control es el de colocar lonas que puedan ser visualizados en las fotografías capturadas por el drone y ser medidas con la estación total, teniendo así sus coordenadas correctas, en la siguiente figura se muestra las lonas que se usaron en la captura de esos puntos.

En esta investigación se colocaron 7 puntos de control, estos se muestran en el siguiente cuadro.



Figura IV-15: Lonas en puntos de control

Tabla IV-5: Puntos de control de proyecto

PUNTOS DE CONTROL DEL PROYECTO				
N	ESTE	NORTE	COTA	DESCR
35	580205.3474	8542151.235	3258.711	GPC
38	580063.4688	8542227.503	3252.31	GPC
57	580036.9153	8542146.548	3251.816	GPC
58	580143.7864	8542028.064	3252.879	GPC
289	580037.5174	8541954.344	3257.053	GPC
297	580297.2893	8541923.84	3276.079	GPC
301	580327.1076	8542084.551	3267.161	GPC

4.3.4.5. Captura de puntos prueba

Para la comparación de ambas técnicas de topografía se tomó como muestras 86 puntos, estos puntos fueron realizados con papeles lustre con un clavo en el medio que lo aferraba al suelo; además, de poder ser identificadas en las fotografías de los drones, los puntos recolectados se muestran en el cuadro anterior.

4.3.5. Trabajo de gabinete en el levantamiento Aerofotogramétrico con dron

El proceso de las imágenes se realizó con Agisoft Photo Scan, este es un software que nos ayuda a procesar fotografías y construir modelos tridimensionales de material capturada mediante aerofotogrametría, esta lo hace modelando una representación espacial del terreno para obtener su composición, volumen y relieve.

4.3.5.1. Importación de fotografías

La importación de fotografías es el primer paso a seguir en el flujo de trabajo del proceso de imágenes, para esto se procedió de la siguiente manera.

FLUJO DE TRABAJO → AÑADIR FOTOS

Nos direccionó a ventana en la que se eligieron las fotografías a procesar y a continuación la fotografías aparecerán cargadas en el software en la barra de imágenes.

Una vez cargadas las imágenes, se observó que tienen por defecto su ubicación en coordenadas geográficas (Latitud, Longitud y Altitud), en nuestro caso el sistema de coordenadas de trabajo es "WGS_1984_UTM_Zone_18S", para ello se realizó la conversión de coordenadas mediante la herramienta

convertir coordenadas, en la siguiente imagen se muestra el menú y resultados de añadir fotografías.

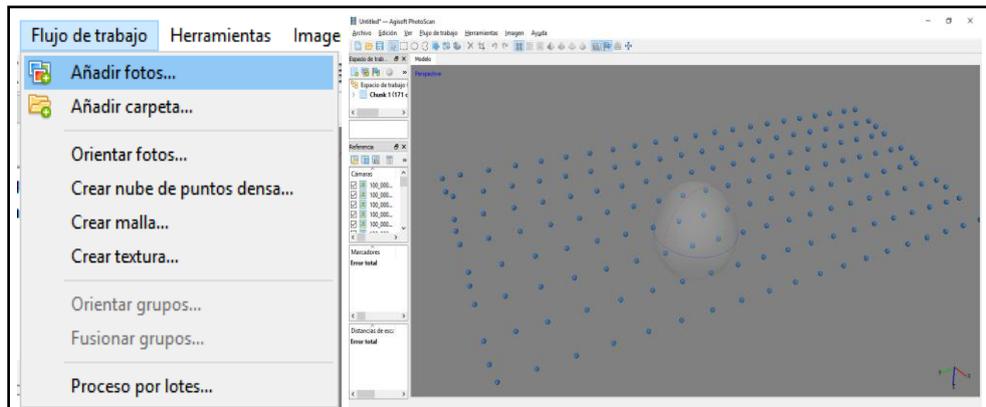


Figura IV-16: Panel y resultados de añadir fotos

4.3.5.2. Georreferenciación

Para reducir errores de ubicación y llegar a coincidir ambos levantamientos topográficos, se procedió a la colocación de los puntos de control que fueron captados mediante lonas, estas fueron colocadas sobre puntos anteriormente medidos con Estación Total, para ello se procede a la colocación de marcadores (puntos de control) en cada una de las fotografías en la que aparecen, a continuación, se muestra los puntos de control usados y sus coordenadas.

Marcadores	Este	Norte	Altitud
<input checked="" type="checkbox"/> 1	580205.347400	8542151.235000	3258.711000
<input checked="" type="checkbox"/> 2	580063.468800	8542227.503000	3252.310000
<input checked="" type="checkbox"/> 3	580036.915300	8542146.548000	3251.816000
<input checked="" type="checkbox"/> 4	580143.786400	8542028.064000	3252.879000
<input checked="" type="checkbox"/> 5	580037.517400	8541954.344000	3257.053000
<input checked="" type="checkbox"/> 6	580297.289300	8541923.840000	3276.079000
<input checked="" type="checkbox"/> 7	580327.107600	8542084.551000	3267.161000
Error total			

Figura IV-17: Coordenadas de marcadores incorporados al software

Una vez colocados los marcadores el programa corregirá las ubicaciones de las fotografías, en la siguiente imagen se muestran las ubicaciones de los puntos de control.



Figura IV-18: Marcadores incorporados en el software

4.3.5.3. Orientación de fotos

En la orientación de fotografías, el programa procede a ordenar las fotografías para que este pueda leerlas y detectarlas con mayor facilidad, para esto se procedió de la siguiente manera.

FLUJO DE TRABAJO → ORIENTAR FOTOS

La precisión con la que se trabajó fue Alta y para el pre-procesar emparejamiento de imágenes fue el Genérico como se muestra en la siguiente imagen.

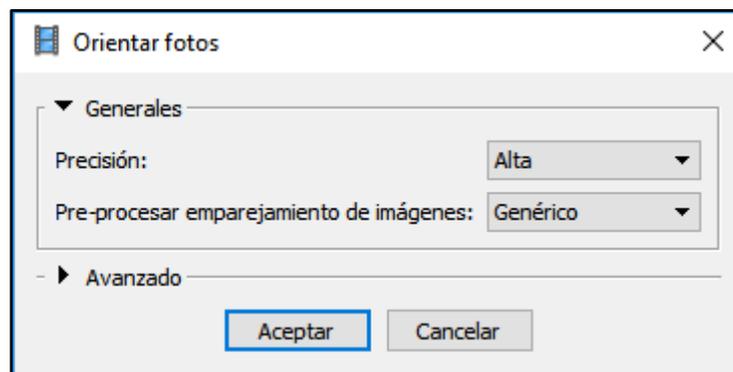


Figura IV-19: Ventana de orientación de fotos

Una vez procesadas las fotografías, apareció un modelo de nube de puntos dispersa de todos los puntos en común de las fotografías procesadas, en la siguiente imagen se muestra el resultado de este proceso.

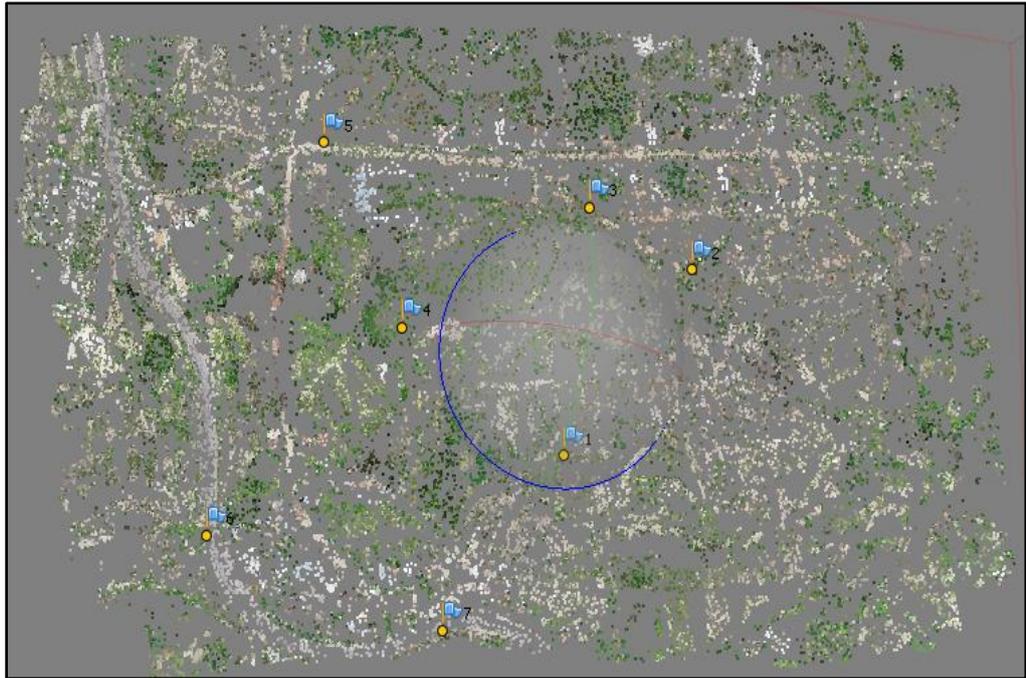


Figura IV-20: Resultado de la orientación de fotos

4.3.5.4. Crear nube de puntos densa

En la creación de puntos densa el programa genera una nube de puntos a partir de las imágenes, para esto se procedió de la siguiente manera.

FLUJO DE TRABAJO → NUBE DE PUNTOS DENSA

La calidad con la que se trabajó fue alta y para la filtración de mapas de profundidad fue el Genérico como se muestra en la siguiente imagen

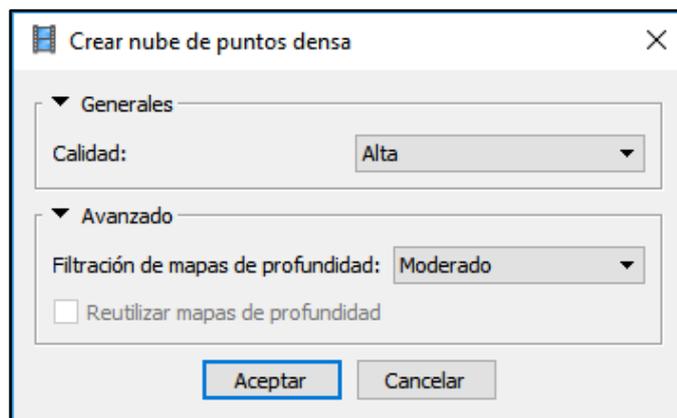


Figura IV-21: Ventana de creación de nube de puntos densa

Una vez procesadas las fotografías, apareció un modelo de nube de puntos densa de las fotografías procesadas, en la siguiente imagen se muestra el resultado de este proceso.

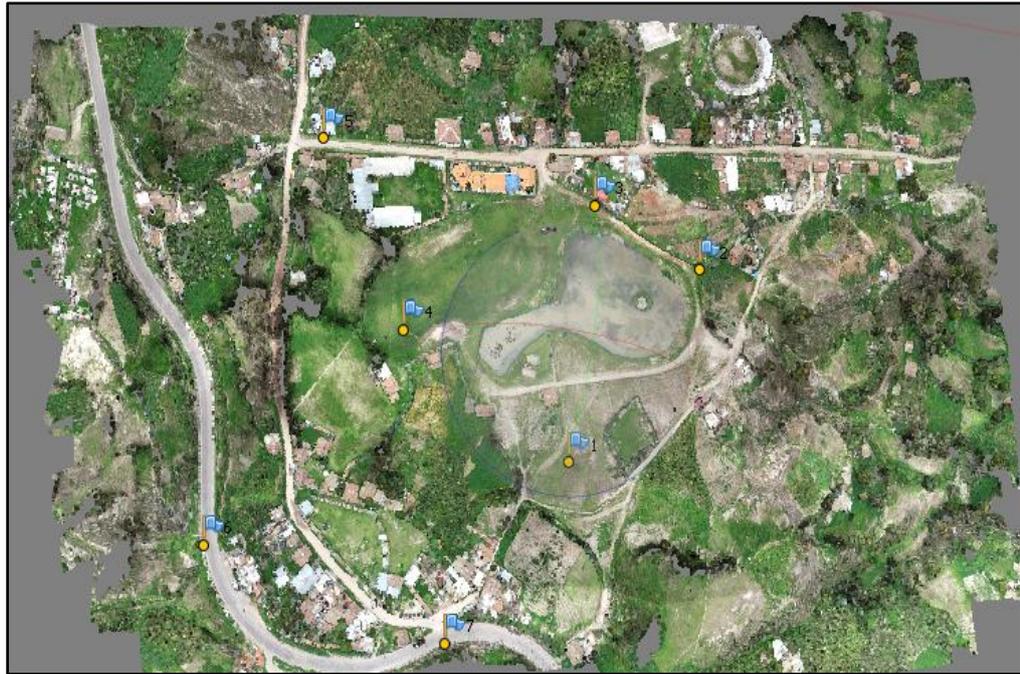


Figura IV-22: Resultado de la creación de nube de puntos densa

4.3.5.5. Crear malla

En la creación de malla se procedió de la siguiente manera.

FLUJO DE TRABAJO → CREAR MALLA

El tipo de superficie elegido es “bajo relieve”, el dato fuente es la “nube de puntos densa” y la calidad elegida en “alta” como se muestra en la siguiente imagen.

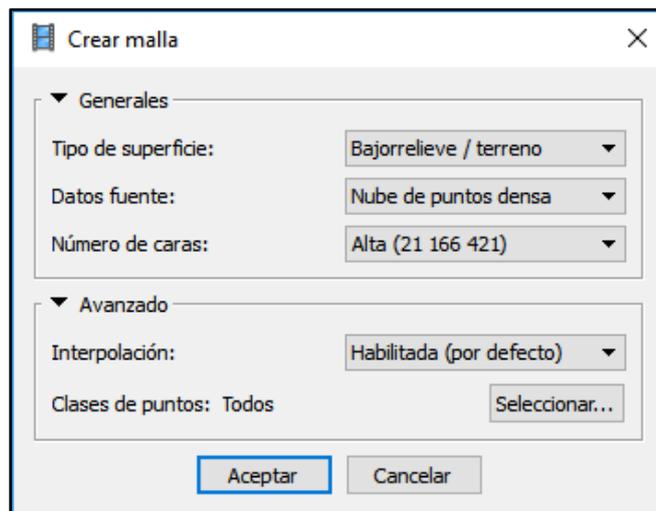


Figura IV-23: Ventana de creación de malla

Una vez procesadas las fotografías, apareció un modelo en forma de malla, en la siguiente imagen se muestra el resultado de este proceso.

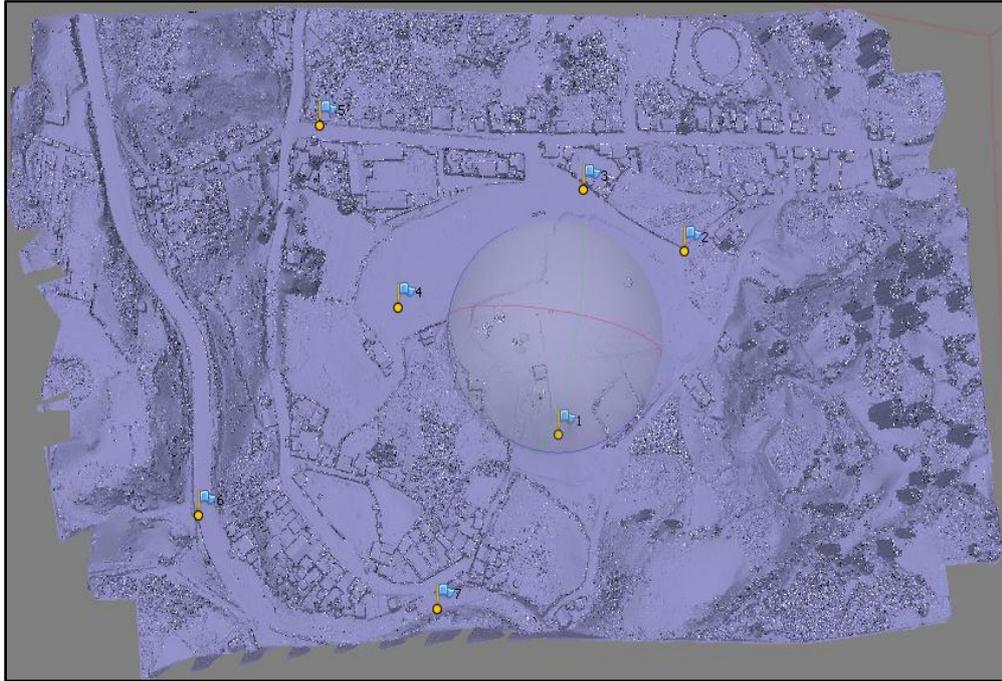


Figura IV-24: Resultado de la creación de malla

4.3.5.6. Crear textura

En la creación de textura se procedió de la siguiente manera.

FLUJO DE TRABAJO → CREAR TEXTURA

El modo de mapeado elegido es “genérico”, y el modo de mezcla es “mosaico” como se muestra en la siguiente imagen.

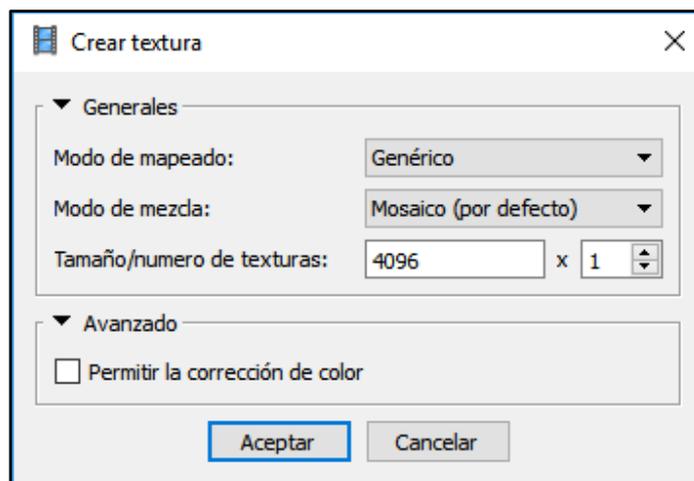


Figura IV-25: Ventana de creación de textura

Una vez procesadas las fotografías, apareció un modelo textural del terreno, en la siguiente imagen se muestra el resultado de este proceso.



Figura IV-26: Resultado de la creación de textura

4.3.5.7. Exportación de resultados (nube de puntos)

Una vez realizado los procesos anteriores solo se procede a exportar los resultados de esta, la exportación de una nube de puntos se procede de la siguiente manera.

ARCHIVO → EXPORTAR PUNTOS

En la siguiente imagen se muestra el menú y resultado.

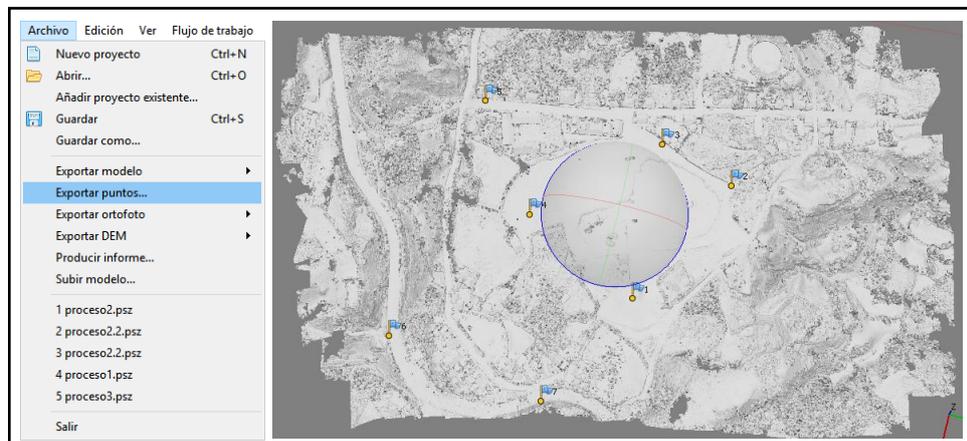


Figura IV-27: Menú y resultado de la exportación de nube de puntos

4.3.5.8. Exportación de resultados (Modelo digital de elevación)

La exportación de un modelo digital de elevación (DEM), la exportación de esta se procede de la siguiente manera.

ARCHIVO → EXPORTAR DEM

En la siguiente imagen se muestra el menú y resultado.

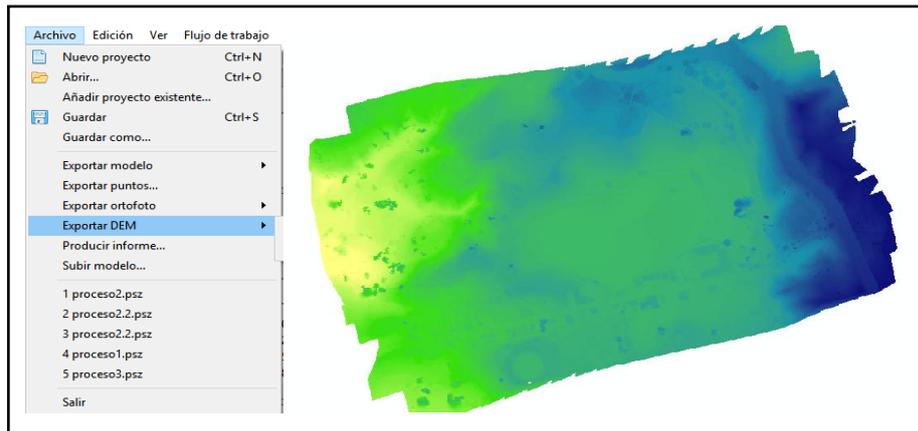


Figura IV-28: Menú y resultado de la exportación de nube de DEM

4.4. Determinación de la variación de las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con dron con respecto al método tradicional con estación total.

Para poder determinar la variación de las mediciones realizadas con dron con respecto a las mediciones realizadas con estación total, se realizó una prueba en campo, esta consistió en la captura de puntos prueba en ambos casos (con estación total y con dron) y luego poder determinar su variación tanto en coordenadas este y norte como en la altitud.

4.4.1. Puntos de prueba

Denominamos punto prueba a puntos capturados en campo y que servirán para poder determinar la variación en las mediciones realizadas con ambas técnicas, para la determinación de estos puntos se utilizaron lonas de papel de 0.40 x 0.40 cm y clavos de calamina, esto con la finalidad de que puedan ser capturados tanto con la estación total (puntos medio con clavos) y con dron (lonas de papel en las fotografías aéreas) la forma en la que estos fueron puestos en campo como se muestra en la siguiente figura.



Figura IV-29: Puntos prueba usados

En esta investigación se capturaron 90 puntos prueba y 7 puntos de control que en total Darían 97 puntos disponibles para poder realizar una comparación en el levantamiento topográfico, de estos se descartaron 12 puntos a causa de que fueron movidos por vehículos o personas ajena al trabajo y solo quedaron 86 disponibles para su análisis.

4.4.2. Puntos de prueba obtenidos con estación total

Para la obtención de puntos prueba con estación total fue necesaria la ubicación de un clavo en el suelo, estos puntos fueron capturados con la ayuda de un prisma y la estación total, a continuación de muestra la lista de puntos capturados con sus respectivas coordenadas.

Tabla IV-6: Puntos prueba obtenidos con estación total

PUNTOS PRUEBA CAPTURADOS CON ESTACIÓN TOTAL WGS_84_UTM_ZONA_18S					PUNTOS PRUEBA CAPTURADOS CON ESTACIÓN TOTAL WGS_84_UTM_ZONA_18S				
N	ESTE	NORTE	COTA	DESCR	N	ESTE	NORTE	COTA	DESCR
0	580116.847	8542258.473	3254.54	P	43	580068.82	8542127.134	3251.491	P
1	580046.64	8542243.777	3255.709	P	44	580224.25	8542125.923	3263.749	P
2	580105.014	8542241.271	3252.423	P	45	580085.327	8542123.242	3251.409	P
3	580155.302	8542230.901	3258.134	P	46	580046.346	8542116.624	3251.767	P
4	580063.469	8542227.503	3252.31	GPC	47	580108.153	8542114.666	3251.683	P
5	580123.911	8542227.133	3252.245	P	48	580242.385	8542110.535	3268.688	P
6	580105.701	8542221.711	3251.686	P	49	580189.137	8542109.865	3257.009	P
7	580083.123	8542221.428	3251.608	P	50	580320.815	8542107.366	3266.102	P
8	580139.969	8542212.932	3254.746	P	51	580204.173	8542106.954	3261.213	P
9	580059.012	8542212.29	3251.822	P	52	580020.342	8542106.704	3252.474	P
10	580074.914	8542210.656	3251.233	P	53	580152.792	8542105.136	3251.471	P
11	580195.204	8542205.537	3261.044	P	54	580082.591	8542101.848	3251.67	P
12	580175.594	8542202.553	3264.434	P	55	580113.225	8542098.724	3252.09	P
13	580133.344	8542194.7	3251.943	P	56	580013.818	8542088.496	3252.859	P
14	580176.612	8542190.515	3260.28	P	57	580169.068	8542087.217	3251.612	P
15	580164.346	8542187.933	3257.1	P	58	580127.956	8542085.299	3252.043	P
16	580061.436	8542187.614	3251.133	P	59	580327.108	8542084.551	3267.161	GPC
17	580229.369	8542186.964	3263.856	P	60	580150.925	8542080.416	3251.356	P
18	580051.907	8542186.459	3251.901	P	61	580050.35	8542078.545	3252.301	P
19	580259.147	8542185.237	3265.501	P	62	580138.984	8542066.448	3252.42	P
20	580295.303	8542183.627	3267.092	P	63	580324.322	8542064.796	3268.568	P
21	579989.146	8542180.487	3253.718	P	64	580133.263	8542064.484	3252.437	P
22	580197.297	8542178.137	3257.38	P	65	580020.942	8542063.106	3253.539	P
23	580147.643	8542172.397	3252.985	P	66	580103.598	8542055.768	3252.335	P
24	580265.433	8542171.853	3267.361	P	67	580075.107	8542043.249	3253.679	P
25	580043.906	8542166.486	3251.861	P	68	580129.636	8542040.94	3252.611	P
26	580052.318	8542162.551	3251.733	P	69	580026.171	8542029.966	3254.251	P
27	580168.495	8542160.786	3254.059	P	70	580166.267	8542028.741	3252.973	P
28	580224.601	8542160.737	3261.917	P	71	580109.738	8542028.649	3252.69	P
29	580286.283	8542159.594	3270.463	P	72	580143.786	8542028.064	3252.879	GPC
30	579995.698	8542157.695	3253.959	P	73	580302.227	8542012.603	3262.649	P
31	580127.98	8542153.158	3251.383	P	74	580142.9	8542007.777	3253.341	P
32	580205.347	8542151.235	3258.711	GPC	75	580196.733	8542007.444	3254.415	P
33	580246.347	8542150.615	3265.595	P	76	580030.144	8542003.449	3254.828	P
34	580310.578	8542147.695	3271.32	P	77	580172.087	8541982.688	3254.544	P
35	580036.915	8542146.548	3251.816	GPC	78	580194.423	8541972.28	3255.802	P
36	580192.342	8542146.195	3256.144	P	79	580263.035	8541970.446	3261.47	P
37	580001.253	8542136.993	3253.329	P	80	580233.762	8541963.996	3260.081	P
38	580054.164	8542135.366	3251.705	P	81	580037.517	8541954.344	3257.053	GPC
39	580323.255	8542132.74	3265.295	P	82	580334.424	8541949.228	3273.549	P
40	580298.591	8542130.672	3270.689	P	83	580040.099	8541939.765	3259.16	P
41	580105.134	8542129.322	3251.773	P	84	580297.289	8541923.84	3276.079	GPC
42	580129.481	8542128.253	3251.676	P	85	580235.282	8541909.37	3279.08	P

4.4.3. Puntos de prueba obtenidos con drone PHANTON 4 RTK

Para la obtención de puntos prueba con drone fue necesaria la ubicación de la lona y la colocación que un clavo en el punto medio, fueron capturados mediante fotografías aéreas, a continuación de muestra la lista de puntos capturados con sus respectivas coordenadas.

Tabla IV-7: Puntos prueba obtenidos con Drone

PUNTOS PRUEBA CAPTURADOS CON DRONE					PUNTOS PRUEBA CAPTURADOS CON DRONE				
WGS_84_UTM_ZONA_18S					WGS_84_UTM_ZONA_18S				
N	ESTE	NORTE	COTA	DESCR	N	ESTE	NORTE	COTA	DESCR
0	580116.792	8542258.509	3254.6	P	43	580068.834	8542127.168	3251.5	P
1	580046.602	8542243.779	3255.72	P	44	580224.232	8542125.968	3263.74	P
2	580104.931	8542241.263	3252.49	P	45	580085.335	8542123.231	3251.54	P
3	580155.255	8542230.903	3258.16	P	46	580046.419	8542116.576	3251.78	P
4	580063.454	8542227.498	3252.33	GPC	47	580108.189	8542114.72	3251.71	P
5	580123.883	8542227.161	3252.28	P	48	580242.438	8542110.626	3268.71	P
6	580105.675	8542221.702	3251.71	P	49	580189.154	8542109.933	3257	P
7	580083.068	8542221.392	3251.6	P	51	580320.779	8542107.429	3266.24	P
8	580139.966	8542212.958	3254.8	P	50	580204.196	8542107.016	3261.16	P
9	580058.978	8542212.288	3251.86	P	52	580020.404	8542106.649	3252.41	P
10	580074.895	8542210.633	3251.2	P	53	580152.847	8542105.207	3251.56	P
11	580195.124	8542205.547	3261.04	P	54	580082.679	8542101.849	3251.71	P
12	580175.53	8542202.539	3264.41	P	55	580113.281	8542098.75	3252.06	P
13	580133.316	8542194.704	3251.99	P	56	580013.914	8542088.43	3252.89	P
14	580176.585	8542190.565	3260.45	P	57	580169.086	8542087.256	3251.6	P
15	580164.333	8542187.948	3257.22	P	58	580127.972	8542085.304	3252.06	P
16	580061.471	8542187.591	3251.18	P	59	580327.102	8542084.508	3267.22	GPC
18	580229.308	8542187	3263.85	P	60	580150.973	8542080.442	3251.4	P
17	580051.898	8542186.427	3251.89	P	61	580050.466	8542078.494	3252.23	P
19	580259.032	8542185.294	3265.47	P	62	580139.067	8542066.477	3252.44	P
20	580295.152	8542183.658	3267.09	P	63	580324.403	8542064.897	3268.55	P
21	579988.927	8542180.422	3253.73	P	64	580133.34	8542064.478	3252.45	P
22	580197.212	8542178.175	3257.36	P	65	580021.11	8542063.053	3253.54	P
23	580147.645	8542172.425	3253.02	P	66	580103.691	8542055.791	3252.34	P
24	580265.323	8542171.886	3267.39	P	67	580075.281	8542043.204	3253.71	P
25	580043.915	8542166.436	3251.84	P	68	580129.711	8542040.99	3252.62	P
26	580052.328	8542162.521	3251.77	P	69	580026.442	8542029.872	3254.27	P
27	580168.444	8542160.846	3254.06	P	70	580166.3	8542028.794	3252.98	P
28	580224.546	8542160.778	3261.93	P	71	580109.875	8542028.63	3252.68	P
29	580286.203	8542159.62	3270.49	P	72	580143.868	8542028.11	3252.88	GPC
30	579995.617	8542157.62	3253.98	P	73	580302.303	8542012.714	3262.69	P
31	580127.999	8542153.158	3251.47	P	74	580142.987	8542007.812	3253.36	P
32	580205.327	8542151.277	3258.73	GPC	75	580196.799	8542007.517	3254.42	P
33	580246.28	8542150.67	3265.67	P	76	580030.413	8542003.337	3254.83	P
34	580310.574	8542148.06	3271.41	P	77	580172.187	8541982.783	3254.47	P
35	580036.935	8542146.475	3251.82	GPC	78	580194.452	8541972.358	3255.7	P
36	580192.319	8542146.232	3256.11	P	79	580263.161	8541970.534	3261.43	P
37	580001.227	8542136.936	3253.33	P	80	580233.83	8541963.987	3260.06	P
38	580054.197	8542135.39	3251.78	P	81	580037.398	8541954.303	3257.07	GPC
39	580323.174	8542132.751	3265.38	P	82	580334.424	8541949.215	3273.49	P
40	580298.376	8542130.8	3270.72	P	83	580040.06	8541939.876	3259.16	P
41	580105.177	8542129.373	3251.83	P	84	580297.273	8541923.861	3276.04	GPC
42	580129.516	8542128.26	3251.67	P	85	580235.294	8541909.479	3278.98	P

4.4.4. Diferencia entre puntos prueba obtenidos con estación total y drone

Diferencia en coordenadas "Norte"

En la tabla se muestra la diferencia entre los puntos obtenidos de las dos formas, se presenta el valor absoluto de la diferencia.

Tabla IV-8: Diferencia en puntos prueba "Norte"

N	NORTE		VAL. ABS. DE LA DIFERENCIA	N	NORTE		VAL. ABS. DE LA DIFERENCIA
	ESTACIÓN	DRONE			ESTACIÓN	DRONE	
0	8542258.473	8542258.509	0.036	43	8542127.134	8542127.168	0.035
1	8542243.777	8542243.779	0.002	44	8542125.923	8542125.968	0.045
2	8542241.271	8542241.263	0.009	45	8542123.242	8542123.231	0.011
3	8542230.901	8542230.903	0.002	46	8542116.624	8542116.576	0.048
4	8542227.503	8542227.498	0.005	47	8542114.666	8542114.72	0.054
5	8542227.133	8542227.161	0.029	48	8542110.535	8542110.626	0.091
6	8542221.711	8542221.702	0.009	49	8542109.865	8542109.933	0.069
7	8542221.428	8542221.392	0.036	50	8542107.366	8542107.429	0.063
8	8542212.932	8542212.958	0.025	51	8542106.954	8542107.016	0.061
9	8542212.29	8542212.288	0.002	52	8542106.704	8542106.649	0.055
10	8542210.656	8542210.633	0.023	53	8542105.136	8542105.207	0.071
11	8542205.537	8542205.547	0.01	54	8542101.848	8542101.849	0.001
12	8542202.553	8542202.539	0.014	55	8542098.724	8542098.75	0.026
13	8542194.7	8542194.704	0.004	56	8542088.496	8542088.43	0.066
14	8542190.515	8542190.565	0.051	57	8542087.217	8542087.256	0.039
15	8542187.933	8542187.948	0.015	58	8542085.299	8542085.304	0.005
16	8542187.614	8542187.591	0.023	59	8542084.551	8542084.508	0.043
17	8542186.964	8542187	0.036	60	8542080.416	8542080.442	0.026
18	8542186.459	8542186.427	0.032	61	8542078.545	8542078.494	0.051
19	8542185.237	8542185.294	0.057	62	8542066.448	8542066.477	0.029
20	8542183.627	8542183.658	0.032	63	8542064.796	8542064.897	0.101
21	8542180.487	8542180.422	0.065	64	8542064.484	8542064.478	0.006
22	8542178.137	8542178.175	0.038	65	8542063.106	8542063.053	0.053
23	8542172.397	8542172.425	0.028	66	8542055.768	8542055.791	0.023
24	8542171.853	8542171.886	0.033	67	8542043.249	8542043.204	0.046
25	8542166.486	8542166.436	0.051	68	8542040.94	8542040.99	0.05
26	8542162.551	8542162.521	0.031	69	8542029.966	8542029.872	0.094
27	8542160.786	8542160.846	0.06	70	8542028.741	8542028.794	0.053
28	8542160.737	8542160.778	0.041	71	8542028.649	8542028.63	0.019
29	8542159.594	8542159.62	0.025	72	8542028.064	8542028.11	0.046
30	8542157.695	8542157.62	0.074	73	8542012.603	8542012.714	0.111
31	8542153.158	8542153.158	0	74	8542007.777	8542007.812	0.035
32	8542151.235	8542151.277	0.042	75	8542007.444	8542007.517	0.073
33	8542150.615	8542150.67	0.055	76	8542003.449	8542003.337	0.112
34	8542147.695	8542148.06	0.365	77	8541982.688	8541982.783	0.094
35	8542146.548	8542146.475	0.073	78	8541972.28	8541972.358	0.078
36	8542146.195	8542146.232	0.037	79	8541970.446	8541970.534	0.088
37	8542136.993	8542136.936	0.057	80	8541963.996	8541963.987	0.009
38	8542135.366	8542135.39	0.024	81	8541954.344	8541954.303	0.04
39	8542132.74	8542132.751	0.012	82	8541949.228	8541949.215	0.013
40	8542130.672	8542130.8	0.128	83	8541939.765	8541939.876	0.111
41	8542129.322	8542129.373	0.051	84	8541923.84	8541923.861	0.021
42	8542128.253	8542128.26	0.007	85	8541909.37	8541909.479	0.109

Diferencia en coordenadas "Este"

En la tabla se muestra la diferencia entre los puntos obtenidos con estación total y dron, se presenta el valor absoluto de la diferencia de las coordenadas "este", la determinación del promedio y otros parámetros se muestran en el capítulo análisis estadístico de datos.

Tabla IV-9: Diferencia en puntos prueba "Este"

ESTE			VAL. ABS. DE	ESTE			VAL. ABS. DE
N	ESTACION	DRONE	LA DIFERENCIA	N	ESTACION	DRONE	LA DIFERENCIA
0	580116.847	580116.792	0.055	43	580068.82	580068.834	0.014
1	580046.64	580046.602	0.038	44	580224.25	580224.232	0.019
2	580105.014	580104.931	0.083	45	580085.327	580085.335	0.008
3	580155.302	580155.255	0.046	46	580046.346	580046.419	0.073
4	580063.469	580063.454	0.015	47	580108.153	580108.189	0.036
5	580123.911	580123.883	0.028	48	580242.385	580242.438	0.053
6	580105.701	580105.675	0.026	49	580189.137	580189.154	0.017
7	580083.123	580083.068	0.055	50	580320.815	580320.779	0.036
8	580139.969	580139.966	0.003	51	580204.173	580204.196	0.023
9	580059.012	580058.978	0.033	52	580020.342	580020.404	0.062
10	580074.914	580074.895	0.019	53	580152.792	580152.847	0.054
11	580195.204	580195.124	0.08	54	580082.591	580082.679	0.088
12	580175.594	580175.53	0.064	55	580113.225	580113.281	0.057
13	580133.344	580133.316	0.028	56	580013.818	580013.914	0.097
14	580176.612	580176.585	0.027	57	580169.068	580169.086	0.018
15	580164.346	580164.333	0.014	58	580127.956	580127.972	0.017
16	580061.436	580061.471	0.035	59	580327.108	580327.102	0.006
17	580229.369	580229.308	0.061	60	580150.925	580150.973	0.048
18	580051.907	580051.898	0.009	61	580050.35	580050.466	0.116
19	580259.147	580259.032	0.115	62	580138.984	580139.067	0.083
20	580295.303	580295.152	0.151	63	580324.322	580324.403	0.081
21	579989.146	579988.927	0.219	64	580133.263	580133.34	0.077
22	580197.297	580197.212	0.085	65	580020.942	580021.11	0.168
23	580147.643	580147.645	0.002	66	580103.598	580103.691	0.092
24	580265.433	580265.323	0.109	67	580075.107	580075.281	0.174
25	580043.906	580043.915	0.009	68	580129.636	580129.711	0.076
26	580052.318	580052.328	0.01	69	580026.171	580026.442	0.271
27	580168.495	580168.444	0.051	70	580166.267	580166.3	0.033
28	580224.601	580224.546	0.055	71	580109.738	580109.875	0.137
29	580286.283	580286.203	0.08	72	580143.786	580143.868	0.081
30	579995.698	579995.617	0.081	73	580302.227	580302.303	0.076
31	580127.98	580127.999	0.019	74	580142.9	580142.987	0.088
32	580205.347	580205.327	0.02	75	580196.733	580196.799	0.067
33	580246.347	580246.28	0.066	76	580030.144	580030.413	0.269
34	580310.578	580310.574	0.004	77	580172.087	580172.187	0.1
35	580036.915	580036.935	0.02	78	580194.423	580194.452	0.03
36	580192.342	580192.319	0.022	79	580263.035	580263.161	0.126
37	580001.253	580001.227	0.026	80	580233.762	580233.83	0.068
38	580054.164	580054.197	0.034	81	580037.517	580037.398	0.119
39	580323.255	580323.174	0.081	82	580334.424	580334.424	0
40	580298.591	580298.376	0.215	83	580040.099	580040.06	0.04
41	580105.134	580105.177	0.043	84	580297.289	580297.273	0.016
42	580129.481	580129.516	0.035	85	580235.282	580235.294	0.012

Diferencia en "Cota de Terreno"

En la tabla se muestra la diferencia entre los puntos obtenidos con estación total y dron, se presenta el valor absoluto de la diferencia de las elevaciones "cota", la determinación del promedio y otros parámetros se muestran en el capítulo análisis estadístico de datos.

Tabla IV-10: Diferencia en puntos prueba "Cota de Terreno"

ELEVACIÓN			VAL. ABS. DE LA DIFERENCIA	ELEVACIÓN			VAL. ABS. DE LA DIFERENCIA
N	ESTACIÓN	DRONE		N	ESTACIÓN	DRONE	
0	3254.54	3254.6	0.06	43	3251.491	3251.5	0.009
1	3255.709	3255.72	0.011	44	3263.749	3263.74	0.009
2	3252.423	3252.49	0.067	45	3251.409	3251.54	0.131
3	3258.134	3258.16	0.026	46	3251.767	3251.78	0.013
4	3252.31	3252.33	0.02	47	3251.683	3251.71	0.027
5	3252.245	3252.28	0.035	48	3268.688	3268.71	0.022
6	3251.686	3251.71	0.024	49	3257.009	3257	0.009
7	3251.608	3251.6	0.008	50	3266.102	3266.24	0.138
8	3254.746	3254.8	0.054	51	3261.213	3261.16	0.053
9	3251.822	3251.86	0.038	52	3252.474	3252.41	0.064
10	3251.233	3251.2	0.033	53	3251.471	3251.56	0.089
11	3261.044	3261.04	0.004	54	3251.67	3251.71	0.04
12	3264.434	3264.41	0.024	55	3252.09	3252.06	0.03
13	3251.943	3251.99	0.047	56	3252.859	3252.89	0.031
14	3260.28	3260.45	0.17	57	3251.612	3251.6	0.012
15	3257.1	3257.22	0.12	58	3252.043	3252.06	0.017
16	3251.133	3251.18	0.047	59	3267.161	3267.22	0.059
17	3263.856	3263.85	0.006	60	3251.356	3251.4	0.044
18	3251.901	3251.89	0.011	61	3252.301	3252.23	0.071
19	3265.501	3265.47	0.031	62	3252.42	3252.44	0.02
20	3267.092	3267.09	0.002	63	3268.568	3268.55	0.018
21	3253.718	3253.73	0.012	64	3252.437	3252.45	0.013
22	3257.38	3257.36	0.02	65	3253.539	3253.54	0.001
23	3252.985	3253.02	0.035	66	3252.335	3252.34	0.005
24	3267.361	3267.39	0.029	67	3253.679	3253.71	0.031
25	3251.861	3251.84	0.021	68	3252.611	3252.62	0.009
26	3251.733	3251.77	0.037	69	3254.251	3254.27	0.019
27	3254.059	3254.06	0.001	70	3252.973	3252.98	0.007
28	3261.917	3261.93	0.013	71	3252.69	3252.68	0.01
29	3270.463	3270.49	0.027	72	3252.879	3252.88	0.001
30	3253.959	3253.98	0.021	73	3262.649	3262.69	0.041
31	3251.383	3251.47	0.087	74	3253.341	3253.36	0.019
32	3258.711	3258.73	0.019	75	3254.415	3254.42	0.005
33	3265.595	3265.67	0.075	76	3254.828	3254.83	0.002
34	3271.32	3271.41	0.09	77	3254.544	3254.47	0.074
35	3251.816	3251.82	0.004	78	3255.802	3255.7	0.102
36	3256.144	3256.11	0.034	79	3261.47	3261.43	0.04
37	3253.329	3253.33	0.001	80	3260.081	3260.06	0.021
38	3251.705	3251.78	0.075	81	3257.053	3257.07	0.017
39	3265.295	3265.38	0.085	82	3273.549	3273.49	0.059
40	3270.689	3270.72	0.031	83	3259.16	3259.16	0
41	3251.773	3251.83	0.057	84	3276.079	3276.04	0.039
42	3251.676	3251.67	0.006	85	3279.08	3278.98	0.1

4.4.5. Análisis estadístico de datos

4.4.5.1. Análisis estadístico en coordenadas "Norte" de puntos prueba

Se realizó la comparación de datos en coordenadas "Norte" entre el método con estación total (X) y el método con dron (Y).

Para poder determinar si existe una diferencia significativa en coordenadas "Norte" entre ambos métodos se usó el diseño estadístico "T" de Student, tanto

para muestras emparejadas (variable X e Y) e independientes (variable nueva, $D=X-Y$), Nos planteamos las siguientes hipótesis:

Ho: No existe diferencia en coordenadas “Norte” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

H1: Existe diferencia en coordenadas “Norte” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

4.4.5.2. Análisis estadístico en coordenadas “Este” de puntos prueba

Se realizó la comparación de datos en coordenadas “Este”

Nos planteamos las siguientes hipótesis:

Ho: No existe diferencia en coordenadas “Este” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

H1: Existe diferencia en coordenadas “Este” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

4.4.5.3. Análisis estadístico en “Cota de terreno” de puntos prueba

Se realizó la comparación de datos en “Cota de terreno”

Nos planteamos las siguientes hipótesis:

Ho: No existe diferencia en “Cota de terreno” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

H1: Existe diferencia en “Cota de terreno” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

4.5. Determinación de la variación de las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con Drone con respecto al método tradicional con estación total en los distintos tipos de cobertura del terreno en análisis.

4.5.1. Puntos de prueba con estación total y Drone en cada tipo de cobertura

Los 86 puntos prueba obtenidos con estación total se reclasificaron según el tipo de cobertura en la que se encontraron, esto se realizó con la intención de observar la variación en sus coordenadas en cada tipo de cobertura, se dividieron en tres grupos (área agrícola, zona urbana y pavimento y zona recreacional).

El área agrícola se conformó por terrenos con cultivos y vegetación con una altura desde los 0.1 metros hasta los 0.5 metros, que eran las alturas en las que oscilaban los cultivos en el momento en el que se realizó en levantamiento topográfico y fotogramétrico.

La zona urbana y pavimento se conformó por zonas de viviendas, calles no pavimentadas y vía pavimentada, estos puntos fueron colocados a nivel de terreno, se sobre entiende que por ser un terreno desnudo no existe vegetación que distorsione el levantamiento topográfico.

La zona recreacional está conformada por un campo deportivo, esta zona está cubierta en su mayoría por pasto natural que tiene una altura de 0.025 a 0.05 metros en el momento en el que se realizó en levantamiento topográfico y fotogramétrico.

Tabla IV-11: Tipos de cobertura encontrados en la zona del proyecto



4.5.2. Diferencia entre puntos prueba obtenidos con estación total y drone en cada tipo de cobertura

En la siguiente tabla se muestra la diferencia entre los puntos prueba en zonas de área agrícola, se presenta la diferencia de las coordenadas “Norte”, “Este” y “Cota de terreno”, la determinación del promedio y otros parámetros de medición se muestran en el capítulo análisis estadístico de datos para cada tipo de cobertura.

Tabla IV-12: Diferencia entre puntos prueba obtenidos con estación total y dron en área agrícola

N	COBERTURA	VALOR ABSOLUTO DE LA DIFERENCIA			N	COBERTURA	VALOR ABSOLUTO DE LA DIFERENCIA		
		NORTE	ESTE	COTA			NORTE	ESTE	COTA
0	Área Agrícola	0.036	0.055	0.06	25	Área Agrícola	0.051	0.009	-0.021
1	Área Agrícola	0.002	0.038	0.011	26	Área Agrícola	0.031	0.01	0.037
2	Área Agrícola	0.009	0.083	0.067	27	Área Agrícola	0.06	0.051	0.001
3	Área Agrícola	0.002	0.046	0.026	28	Área Agrícola	0.041	0.055	0.013
4	Área Agrícola	0.005	0.015	0.02	29	Área Agrícola	0.025	0.08	0.027
5	Área Agrícola	0.029	0.028	0.035	31	Área Agrícola	0	0.019	0.087
6	Área Agrícola	0.009	0.026	0.024	32	Área Agrícola	0.042	0.02	0.019
7	Área Agrícola	0.036	0.055	-0.008	33	Área Agrícola	0.055	0.066	0.075
8	Área Agrícola	0.025	0.003	0.054	34	Área Agrícola	0.365	0.004	0.09
9	Área Agrícola	0.002	0.033	0.038	35	Área Agrícola	0.073	0.02	0.004
10	Área Agrícola	0.023	0.019	-0.033	36	Área Agrícola	0.037	0.022	-0.034
11	Área Agrícola	0.01	0.08	-0.004	40	Área Agrícola	0.128	0.215	0.031
12	Área Agrícola	0.014	0.064	-0.024	42	Área Agrícola	0.007	0.035	-0.006
13	Área Agrícola	0.004	0.028	0.047	44	Área Agrícola	0.045	0.019	-0.009
14	Área Agrícola	0.051	0.027	0.17	48	Área Agrícola	0.091	0.053	0.022
15	Área Agrícola	0.015	0.014	0.12	49	Área Agrícola	0.069	0.017	-0.009
16	Área Agrícola	0.023	0.035	0.047	51	Área Agrícola	0.061	0.023	-0.053
17	Área Agrícola	0.036	0.061	-0.006	53	Área Agrícola	0.071	0.054	0.089
18	Área Agrícola	0.032	0.009	-0.011	57	Área Agrícola	0.039	0.018	-0.012
19	Área Agrícola	0.057	0.115	-0.031	60	Área Agrícola	0.026	0.048	0.044
20	Área Agrícola	0.032	0.151	-0.002	75	Área Agrícola	0.073	0.067	0.005
22	Área Agrícola	0.038	0.085	-0.02	77	Área Agrícola	0.094	0.1	-0.074
23	Área Agrícola	0.028	0.002	0.035	78	Área Agrícola	0.078	0.03	-0.102
24	Área Agrícola	0.033	0.109	0.029	80	Área Agrícola	0.009	0.068	-0.021

En la siguiente tabla se muestra la diferencia entre los puntos prueba en zonas urbanas y pavimentos, se presenta la diferencia de las coordenadas “Norte”, “Este” y “Cota de terreno”, la determinación del promedio y otros parámetros de medición se muestran en el capítulo análisis estadístico de datos para cada tipo de cobertura.

Tabla IV-13: Diferencia entre puntos prueba obtenidos con estación total y dron en zona urbana y pavimentos

N	COBERTURA	VALOR ABSOLUTO DE LA DIFERENCIA		
		NORTE	ESTE	COTA
21	Zona Urbana	0.065	0.219	0.012
30	Zona Urbana	0.074	0.081	0.021
37	Zona Urbana	0.057	0.026	0.001
52	Zona Urbana	0.055	0.062	-0.064
56	Zona Urbana	0.066	0.097	0.031
61	Zona Urbana	0.051	0.116	-0.071
63	Zona Urbana	0.101	0.081	-0.018
64	Zona Urbana	0.006	0.077	0.013
65	Zona Urbana	0.053	0.168	0.001
69	Zona Urbana	0.094	0.271	0.019
73	Zona Urbana	0.111	0.076	0.041
76	Zona Urbana	0.112	0.269	0.002
79	Zona Urbana	0.088	0.126	-0.040
81	Zona Urbana	0.040	0.119	0.017
83	Zona Urbana	0.111	0.040	0.000
39	Pavimento	0.012	0.081	0.085
50	Pavimento	0.063	0.036	0.138
59	Pavimento	0.043	0.006	0.059
82	Pavimento	0.013	0.000	-0.059
84	Pavimento	0.021	0.016	-0.039
85	Pavimento	0.109	0.012	-0.100

En la siguiente tabla se muestra la diferencia entre los puntos prueba en zona recreacional, se presenta la diferencia de las coordenadas “Norte”, “Este” y “Cota de terreno”, la determinación del promedio y otros parámetros de medición se muestran en el capítulo análisis estadístico de datos para cada tipo de cobertura.

Tabla IV-14: Diferencia entre puntos prueba obtenidos con estación total y drone en zona recreacional

N	COBERTURA	VALOR ABSOLUTO DE LA DIFERENCIA		
		NORTE	ESTE	COTA
38	Zona Recreacional	0.024	0.034	0.075
41	Zona Recreacional	0.051	0.043	0.057
43	Zona Recreacional	0.035	0.014	0.009
45	Zona Recreacional	0.011	0.008	0.131
46	Zona Recreacional	0.048	0.073	0.013
47	Zona Recreacional	0.054	0.036	0.027
54	Zona Recreacional	0.001	0.088	0.040
55	Zona Recreacional	0.026	0.057	-0.030
58	Zona Recreacional	0.005	0.017	0.017
62	Zona Recreacional	0.029	0.083	0.020
66	Zona Recreacional	0.023	0.092	0.005
67	Zona Recreacional	0.046	0.174	0.031
68	Zona Recreacional	0.050	0.076	0.009
70	Zona Recreacional	0.053	0.033	0.007
71	Zona Recreacional	0.019	0.137	-0.010
72	Zona Recreacional	0.046	0.081	0.001
74	Zona Recreacional	0.035	0.088	0.019

4.5.3. Análisis estadístico de datos por cada tipo de cobertura

Se realizó la comparación de datos entre el método con estación total (X) y el método con Drone (Y) para los puntos en cada tipo de cobertura identificada.

Para poder determinar si existe una diferencia significativa entre ambos métodos se usó el diseño estadístico “T” de Student, tanto para muestras independientes (variable nueva, $D=X-Y$), Nos planteamos las siguientes hipótesis:

Ho: No existe diferencia entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

H1: Existe diferencia entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

4.6. Comparación del cálculo de movimiento de tierras en levantamientos topográficos realizados mediante aerofotogrametría con drone y con método tradicional con estación total.

4.6.1. Cálculo de movimiento de tierras en ambas superficies

Una vez generadas las curvas de nivel en el software AutoCAD Civil 3D 2018 se procedió a generar las secciones transversales del área de análisis, todo esto con la intención de calcular el volumen de movimiento de tierras, en los siguientes cuadros se muestran el resultado del cálculo de movimiento de tierras, tanto en la superficie generada con puntos de estación total y la superficie generada con la nube de puntos generada en el proceso de imágenes de drone.

Tabla IV-15: Explanación en superficie generada con estación total

CÁLCULO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL									
Estación	Área de corte (m ²)	volumen de corte (m ³)	volumen de corte neto (m ³)	Área de relleno (m ²)	volumen de relleno (m ³)	volumen de corte acum. (m ³)	volumen de corte acum. (m ³)	volumen de rell. acum. (m ³)	volumen acumulado neto (m ³)
0+000	66.09	0	0	0	0	0	0	0	0
0+005	65.99	330.22	330.22	0	0	330.22	330.22	0	330.22
0+010	63.84	324.59	324.59	0	0	654.81	654.81	0	654.81
0+015	64.57	321.03	321.03	0	0	975.84	975.84	0	975.84
0+020	68.29	332.16	332.16	0	0	1308	1308	0	1308
0+025	72.76	352.63	352.63	0	0	1660.63	1660.63	0	1660.63
0+030	71.41	360.43	360.43	0	0	2021.06	2021.06	0	2021.06
0+034	68.33	279.48	279.48	0	0	2300.54	2300.54	0	2300.54

Tabla IV-16: Explanación en superficie generada con drone

CÁLCULO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN LEVANTAMIENTO AERO FOTOGRAMÉTRICO CON DRONE									
Estación	Área de corte (m ²)	volumen de corte (m ³)	volumen de corte neto (m ³)	Área de relleno (m ²)	volumen de relleno (m ³)	volumen de corte acum. (m ³)	volumen de corte acum. (m ³)	volumen de rell. acum. (m ³)	volumen acumulado neto (m ³)
0+000	66.28	0	0	0	0	0	0	0	0
0+005	66.17	331.13	331.13	0	0	331.13	331.13	0	331.13
0+010	63.11	323.2	323.2	0	0	654.33	654.33	0	654.33
0+015	64.69	319.51	319.51	0	0	973.84	973.84	0	973.84
0+020	68.13	332.06	332.06	0	0	1305.89	1305.89	0	1305.89
0+025	74.05	355.46	355.46	0	0	1661.36	1661.36	0	1661.36
0+030	75.3	373.37	373.37	0	0	2034.73	2034.73	0	2034.73
0+034	71.95	294.5	294.5	0	0	2329.23	2329.23	0	2329.23

4.6.2. Comparación en la diferencia del cálculo del movimiento de tierras

Con los resultados del cálculo de movimiento de tierras en ambos métodos, se calcula la diferencia, en el capítulo de resultados se muestra el cuadro de diferencias.

4.7. Comparación en el tiempo y costo invertidos en levantamiento topográfico realizado mediante aerofotogrametría con drone y con el método tradicional con estación total.

4.7.1. Tiempo Empleado

4.7.1.1. Tiempo empleado en levantamiento topográfico con estación total

Para la determinación del tiempo empleado en el levantamiento topográfico con estación total se marcó la hora de inicio y final del trabajo, en la que se dedicó el tiempo exclusivamente a realizar el levantamiento topográfico con estación total, la recopilación de puntos en campo tuvo una duración de 9.1 horas y el proceso de la información hasta la generación de curvas de nivel fue de 1 hora, haciendo ambos un total de 10.1 horas de trabajo como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla IV-17: Tiempo empleado en realizar un levantamiento topográfico con estación total

TIEMPO EMPLEADO EN REALIZAR UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL		
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD	TIEMPO (HORAS)
Recopilación de datos en campo	horas	9.10
Procesamiento de información	horas	1.00
total		10.1

4.7.1.2. Tiempo empleado en levantamiento Aerofotogramétrico con drone

Para la determinación del tiempo empleado en el levantamiento Aerofotogramétrico con drone se marcó la hora de inicio y final del trabajo, en la que se dedicó el tiempo exclusivamente a realizar el levantamiento Aero fotogramétrico, la recopilación de puntos en campo tuvo una duración de 0.5 horas y el proceso de la información hasta la generación de curvas de nivel fue de 5.25 hora, haciendo ambos un total de 8.75 horas de trabajo como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla IV-18: Tiempo empleado en realizar un levantamiento topográfico con drone

TIEMPO EMPLEADO EN REALIZAR UN LEVANTAMIENTO AEROFOTOGAMÉTRICO CON DRONE		
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD	TIEMPO (HORAS)
Recopilación de datos en campo	horas	0.50
Procesamiento de información	horas	8.25
TOTAL		8.75

4.7.2. Costo generado

4.7.2.1. Costo generado en levantamiento topográfico con estación total

Para la determinación del costo del levantamiento topográfico con estación total se tuvo en cuenta el alquiler de equipos, personal necesario en campo y gabinete, materiales necesarios en campo y equipo de procesamiento de información, el siguiente cuadro se resume el costo total de un levantamiento topográfico con estación total.

Tabla IV-19: Costo generado en levantamiento topográfico con estación total

COSTO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UND	CANT	COSTO	COSTO
			UNITARIO	TOTAL
			(SOLES)	(SOLES)
ALQUILER EQUIPOS				
Estación Total	hm	9	12.5	112.5
Personal necesario en campo				
Operador de Estación Total	hh	9	10	90
Prismeros	hh	27	6.25	168.75
MATERIALES NECESARIOS (PINTURA PARA BMS Y PUNTOS DE ESTACIÓN Y REFERENCIA)				
Pintura	und	1	4.5	4.5
Clavos	kg	0.1	6.5	0.65
EQUIPO PROCESAMIENTO DE DATOS				
Ordenador Core I7	hm	1	2.5	2.5
PERSONAL NECESARIO EN GABINETE				
Especialista en Civil 3D	glb	1	35	35
			TOTAL	413.9

4.7.2.2. Costo generado en levantamiento Aerofotogramétrico con dron

Para la determinación del costo del levantamiento Aerofotogramétrico con dron se tuvo en cuenta el alquiler de equipos, personal necesario en campo y gabinete, materiales necesarios en campo y equipo de procesamiento de información, el siguiente cuadro se resume el costo total de un levantamiento Aerofotogramétrico con dron.

Tabla IV-20: Costo generado en levantamiento Aerofotogramétrico con Drone

COSTO DE UN LEVANTAMIENTO AEROFOTOGRAFÍMICO CON DRONE				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UND	CANT	COSTO	COSTO
			UNITARIO	TOTAL
			(SOLES)	(SOLES)
ALQUILER EQUIPOS				
Drone	hm	0.5	15	7.5
Estación Total	hm	1	12.5	12.5
PERSONAL NECESARIO				
Operador de Drone	hh	0.5	10	5
Operador de Estación Total	hh	1	10	10
Primeros	hh	1	6.25	6.25
MATERIALES NECESARIOS				
Lonas para puntos de control	und	8	1.5	12
Pintura	und	1	4.5	4.5
EQUIPO PROCESAMIENTO DE DATOS				
Ordenador Core I7	hm	8	2.5	20
PERSONAL NECESARIO EN CAMPO				
Especialista en agisoft photoscan	glb	1	120	120
			TOTAL	197.75

CAPÍTULO 5

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

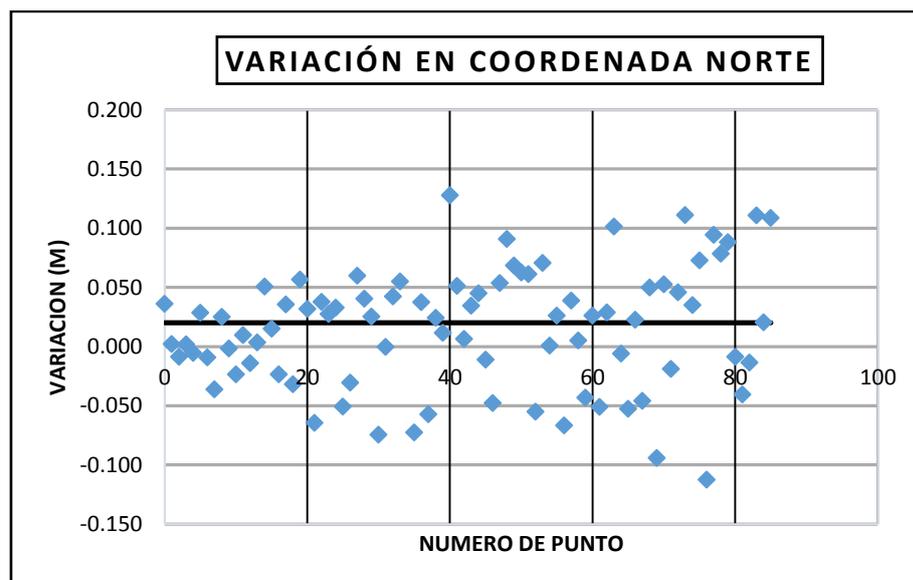
5.1. Análisis, interpretación y discusión de resultado

5.1.1. Resultados y discusiones en la determinación de la variación de las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con dron con respecto al método tradicional con estación total

a. En coordenadas Norte

Como se puede ver en la siguiente gráfica en la que los puntos azules muestran la variación (eje vertical) positiva y negativa entre un levantamiento topográfico con estación total y con dron, hay una variación en el valor de la coordenada norte, estas variaciones en su mayoría se encuentran entre los 0.05 a -0.05 metros, teniendo como promedio 0.02 metros como muestra la línea de color negro, como se puede notar hay pocos puntos que tienen un valor cero (indicador que no hay variación entre ambos levantamientos), entonces se puede ver que hay una variación, para determinar si esta variación es significativa o no, recurrimos a un estadístico que en este caso fue elegido para una población que fue medida dos veces (primero con estación total y segundo con dron), el elegido es el "T" de student, tanto para muestras emparejadas e independientes.

Figura V-1: Gráfica de variación en coordenadas Norte



Con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, nos planteamos las dos hipótesis siguientes:

Ho: No existe diferencia en coordenadas “Norte” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

H1: Existe diferencia en coordenadas “Norte” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

Tabla V-1: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas (Coordenada Norte)

PRUEBA T PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS EMPAREJADAS (COORDENADA NORTE)		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	8542114.548	8542114.528
Varianza	6928.123368	6929.438885
Observaciones	86	86
Coefficiente de correlación de Pearson	0.99999972	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	85	
Estadístico t	2.88518004	
P(T<=t) una cola	0.00247825	
Valor crítico de t (una cola)	1.6629785	
P(T<=t) dos colas	0.0049565	
Valor crítico de t (dos colas)	1.988267907	

Tabla V-2: Prueba t para diferencia de coordenadas Norte

PRUEBA T PARA DIFERENCIA DE COORDENADAS NORTE	
Media poblacional	0
Media	0.020
Desviación (s)	0.062768213
Observaciones	86
Estadístico t	2.88518004
P(T<=t) una cola	0.00247825
P(T<=t) dos colas	0.0049565

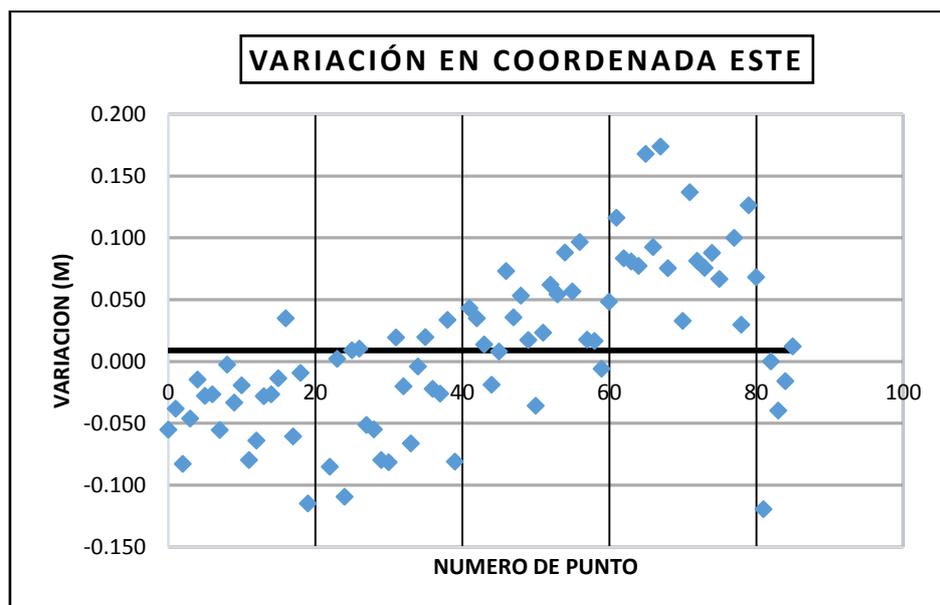
En este caso se puede notar que el valor del Estadístico “t” es 2.8852 y que el Valor crítico de t (dos colas) es de 1.98827, siendo este último menor lo que nos hace rechazar Ho , así también el valor de p en dos colas es de 0.00496 que es menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

Por lo tanto, se concluye que existe diferencia en coordenadas “Norte” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone, esto con un nivel de significancia de 5%

b. En coordenadas Este

Como se puede ver en la siguiente gráfica en la que los puntos azules muestran la variación (eje vertical) positiva y negativa entre un levantamiento topográfico con estación total y con drone, hay una variación en el valor de la coordenada norte, estas variaciones en su mayoría se encuentra entre los 0.05 a -0.05 metros, teniendo como promedio 0.009 metros como muestra la línea de color negro, como se puede notar hay pocos puntos que tienen un valor cero (indicador que no hay variación entre ambos levantamientos), entonces se puede ver que hay una variación, para determinar si esta variación es significativa o no, recurrimos a un estadístico que en este caso fue elegido para una población que fue medida dos veces (primero con estación total y segundo con drone), el elegido es el "T" de student, tanto para muestras emparejadas e independientes.

Figura V-2: Grafica de variación en coordenadas Este



Con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, nos planteamos las dos hipótesis siguientes:

H₀: No existe diferencia en coordenadas "Este" entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

H₁: Existe diferencia en coordenadas "Este" entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

Tabla V-3: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas (Coordenada Este)

PRUEBA T PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS EMPAREJADAS (COORDENADA ESTE)		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	580148.4707	580148.4614
Varianza	8578.164476	8582.171441
Observaciones	86	86
Coefficiente de correlación de Pearson	0.999999615	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	85	
Estadístico t	1.022671332	
P(T<=t) una cola	0.154682535	
Valor crítico de t (una cola)	1.6629785	
P(T<=t) dos colas	0.30936507	
Valor crítico de t (dos colas)	1.988267907	

Tabla V-4: Prueba t para diferencia de coordenadas Este

PRUEBA T PARA DIFERENCIA DE COORDENADAS ESTE	
Media poblacional	0
Media	0.009
Desviación (s)	0.084068795
Observaciones	86
Estadístico t	1.022671332
P(T<=t) una cola	0.154682535
P(T<=t) dos colas	0.30936507

En este caso se puede notar que el valor del Estadístico “t” es 1.02267 y que el Valor crítico de t (dos colas) es de 1.98827, siendo este último mayor lo que nos hace aceptar H_0 , así también el valor de p en dos colas es de 0.309365 que es mayor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

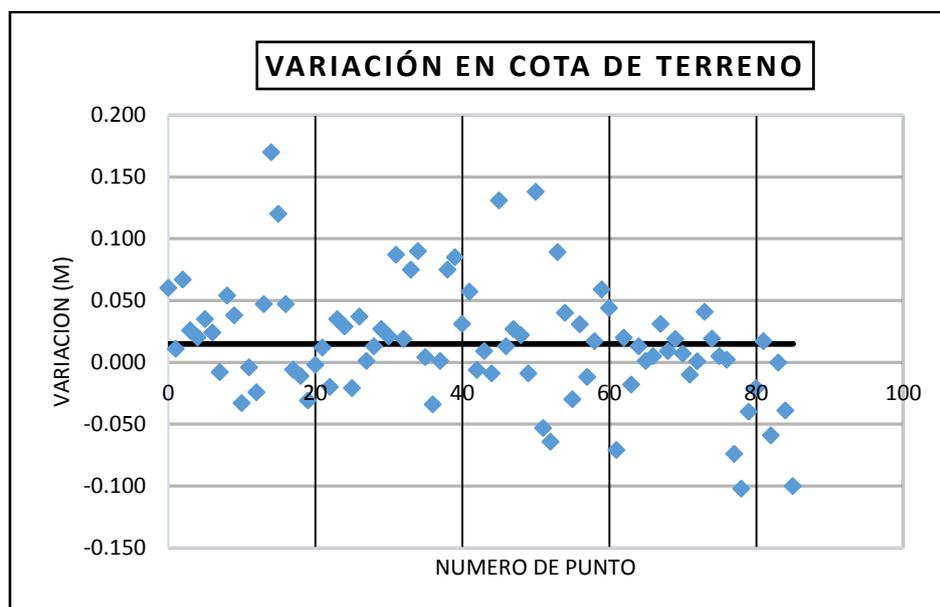
Por lo tanto, se concluye que no existe diferencia en coordenadas “Este” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone, esto con un nivel de significancia de 5%

c. En cota de terreno

Como se puede ver en la siguiente gráfica en la que los puntos azules muestran la variación (eje vertical) positiva y negativa entre un levantamiento topográfico con estación total y con drone, hay una variación en el valor de la

cota de terreno, estas variaciones en su mayoría se encuentra entre los 0.05 a -0.05 metros, teniendo como promedio 0.015 metros como muestra la línea de color negro, como se puede notar hay pocos puntos que tienen un valor cero (indicador que no hay variación entre ambos levantamientos), entonces se puede ver que hay una variación, para determinar si esta variación es significativa o no, recurrimos a un estadístico que en este caso fue elegido para una población que fue medida dos veces (primero con estación total y segundo con dron), el elegido es el “T” de student, tanto para muestras emparejadas e independientes.

Tabla V-5: Grafica de variación en cotas de terreno



Con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, nos planteamos las dos hipótesis siguientes:

Ho: No existe diferencia en “Cota de terreno” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

H1: Existe diferencia en “Cota de terreno” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

Tabla V-6: Prueba t para medias de dos muestras emparejadas (Cota de Terreno)

PRUEBA T PARA MEDIAS DE DOS MUESTRAS EMPAREJADAS (COTA DE TERRENO)		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	3257.15709	3257.141779
Varianza	46.34745738	46.41493537
Observaciones	86	86
Coefficiente de correlación de Pearson	0.99997537	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	85	
Estadístico t	2.954780088	
P(T<=t) una cola	0.002023604	
Valor crítico de t (una cola)	1.6629785	
P(T<=t) dos colas	0.004047207	
Valor crítico de t (dos colas)	1.988267907	

Tabla V-7: Prueba t para diferencia de cota de terreno

PRUEBA T PARA DIFERENCIA DE COTAS	
Media poblacional	0
Media	0.015
Desviación (s)	0.048054517
Observaciones	86
Estadístico t	2.954780088
P(T<=t) una cola	0.002023604
P(T<=t) dos colas	0.004047207

En este caso se puede notar que el valor del Estadístico “t” es 2.95478 y que el Valor crítico de t (dos colas) es de 1.98827, siendo este último menor lo que nos hace rechazar H_0 , así también el valor de p en dos colas es de 0.00404 que es menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$).

Por lo tanto, se concluye que existe diferencia en “cota de terreno” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone, esto con un nivel de significancia de 5%.

5.1.2. Resultados y discusiones en la determinación de la variación de las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con drone con respecto al método tradicional con estación total en los distintos tipos de cobertura del terreno en análisis.

Como se puede ver en la siguiente gráfica en la que los puntos azules muestran la variación (eje vertical) positiva y negativa entre un levantamiento topográfico con estación total y con drone, hay una variación en el valor de la cota de terreno, estas variaciones en su mayoría se encuentran entre los 0.05 a -0.05 metros en todos los tipos de cobertura.

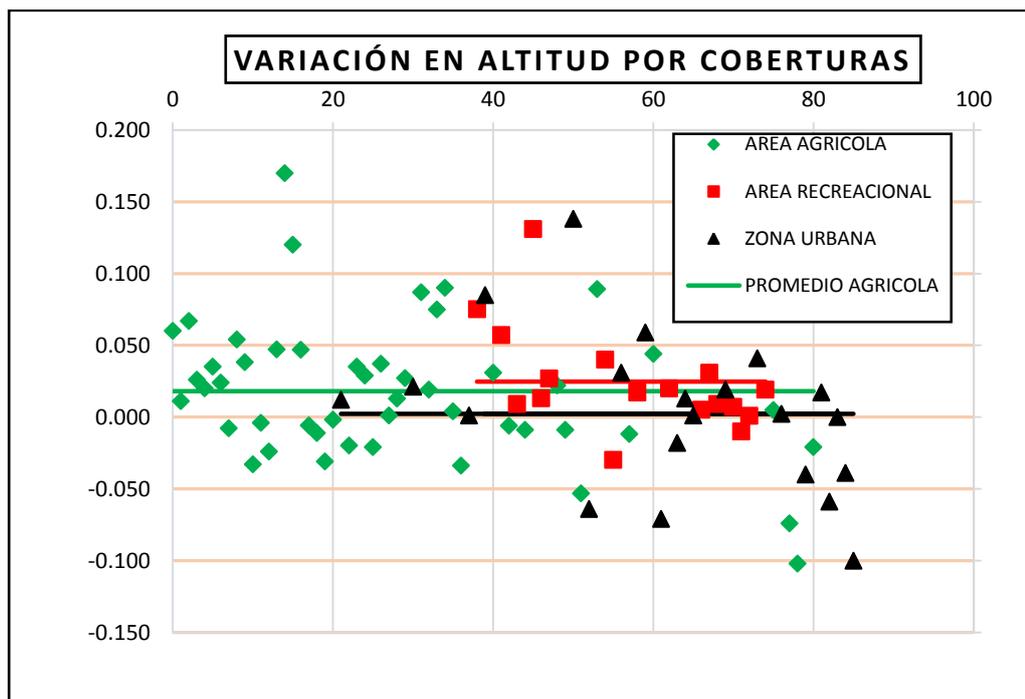
Tienen como promedio 0.018 metros como muestra la línea de color verde en coberturas con área agrícola.

Tienen como promedio 0.025 metros como muestra la línea de color verde en coberturas con recreacional.

Tienen como promedio 0.002 metros como muestra la línea de color verde en coberturas con área urbana y pavimentos.

Recurrimos a un estadístico que en este caso fue elegido para una población que fue medida dos veces (primero con estación total y segundo con drone), el elegido es el “T” de student, tanto para muestras independientes.

Figura V-3: Grafica de variación en altitud por coberturas



Con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, nos planteamos las dos hipótesis siguientes:

Ho: No existe diferencia entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

H1: Existe diferencia entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone.

Tabla V-8: Prueba T para cotas de terreno en área agrícola

PRUEBA T PARA COBERTURAS EN ÁREA AGRÍCOLA	
Media poblacional	0
Media	0.018
Desviación (s)	0.048346
Observaciones	48
Estadístico t	2.52836
P(T<=t) una cola	0.007439
P(T<=t) dos colas	0.014878

En el caso del área agrícola se puede notar que el valor de p en dos colas es de 0.014 que es menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), lo que nos hace rechazar Ho

Por lo tanto, se concluye que en áreas agrícolas existe diferencia en “cota de terreno” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone, esto con un nivel de significancia de 5%.

Tabla V-9: Prueba T para cotas de terreno en Zona Recreacional

PRUEBA T PARA COBERTURAS EN ZONA RECREACIONAL	
Media poblacional	0
Media	0.025
Desviación (s)	0.036542
Observaciones	17
Estadístico t	2.795768
P(T<=t) una cola	0.006477
P(T<=t) dos colas	0.012954

En el caso de la zona recreacional se puede notar que el valor de p en dos colas es de 0.0129 que es menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), lo que nos hace rechazar Ho

Por lo tanto, se concluye que en el área de zona recreacional existe diferencia en “cota de terreno” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone, esto con un nivel de significancia de 5%.

Tabla V-10: Prueba T para cotas de terreno en Zonas urbanas y pavimentos

PRUEBA T PARA COBERTURAS EN ZONA URBANA Y PAVIMENTO	
Media poblacional	0
Media	0.002
Desviación (s)	0.054651
Observaciones	21
Estadístico t	0.194318
P(T<=t) una cola	0.423943
P(T<=t) dos colas	0.847887

En el caso de zonas urbanas y pavimentos se puede notar que el valor de p en dos colas es de 0.84 que es mayor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), lo que nos aceptar H_0 .

Por lo tanto, se concluye que en zonas urbanas y pavimentos no existe diferencia en “cota de terreno” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone, esto con un nivel de significancia de 5%.

5.1.3. Resultados y discusiones de la comparación del cálculo de movimiento de tierras en levantamientos topográficos realizados mediante aerofotogrametría con drone y con método tradicional con estación total.

Tabla V-11: Diferencia en el cálculo de movimiento de tierras

Estación	Estación Total		Drone		Diferencia	
	Área de corte (m ²)	volumen de corte (m ³)	Área de corte (m ²)	volumen de corte (m ³)	Diferencia área de corte (m ²)	Diferencia volumen de corte (m ³)
0+000	66.09	0	66.28	0	0.19	0
0+005	65.99	330.22	66.17	331.13	0.18	0.91
0+010	63.84	324.59	63.11	323.2	-0.73	-1.39
0+015	64.57	321.03	64.69	319.51	0.12	-1.52
0+020	68.29	332.16	68.13	332.06	-0.16	-0.1
0+025	72.76	352.63	74.05	355.46	1.29	2.83
0+030	71.41	360.43	75.3	373.37	3.89	12.94
0+034	68.33	279.48	71.95	294.5	3.62	15.02
TOTAL		2300.54		2329.23		28.69

Se puede notar que en el caso del levantamiento topográfico con estación total nos da un total de 2300.54 m³ y en el caso del levantamiento fotogramétrico nos da un total de 2329.23 m³, existiendo una variación de 28.69 m³, cabe mencionar que esta variación es en la cantidad global de la explanación, pero si notamos la explanación se puede ver que la variación de estas se ve en las superficies, ya que el levantamiento topográfico nos da una superficie lisa y la fotogramétrica una superficie ondulada; por ello, es mejor expresar esta variación en función de la superficie en análisis y no con respecto al volumen total calculado.

Se tiene una superficie de 21.55 metros de ancho y 34.00 metros de largo, lo que nos da un total de 732.70 m² de superficie, teniendo que la variación total es de 28.69, nos daría un valor de 0.0392 m³/m², que sería la cantidad de variación unitaria de volumen de corte de terreno entre ambas superficies

5.1.4. Resultados y discusiones de la comparación en el tiempo y costo invertidos en levantamientos topográficos realizados mediante aerofotogrametría con drone y con el método tradicional con estación total.

Para la comparación del tiempo empleado en ambas técnicas se realizó el siguiente cuadro.

Tabla V-12: Comparación de tiempo empleado

COMPARACIÓN DE TIEMPO EMPLEADO EN REALIZAR UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y AEROFOTOGRAMÉTRICO				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD	ESTACIÓN TOTAL	DRONE	DIFERENCIA
Recopilación de datos en campo	Horas	9.1	0.5	8.6
Procesamiento de información	Horas	1	8.25	-7.25
TOTAL		10.1	8.75	1.35

Se puede notar que existe una diferencia en el tiempo empleado en la realización de ambas técnicas.

En el caso de los trabajos de campo se puede notar que hay una clara ventaja en el tiempo, con 0.5 horas en el caso del levantamiento fotogramétrico con drone frente a las 9.1 horas del levantamiento topográfico con estación total.

En el caso de los trabajos de gabinete se puede notar lo contrario que en el trabajo de campo, siendo más rápido el proceso de la creación de curvas de nivel con la información del levantamiento topográfico con estación total (1.00 hora) frente al procesamiento de información de las fotografías capturadas en el levantamiento Aerofotogramétrico (8.25 horas).

Si analizamos el tiempo en conjunto, se puede notar que el tiempo total hasta la obtención de la información final es de 8.75 horas en el caso del drone y 10.1 horas en el caso de estación total, siendo la diferencia de 1.35 horas, se puede notar que en el caso del tiempo ambas tienen sus ventajas y desventajas, cabe mencionar que en el caso del levantamiento Aerofotogramétrico, el tiempo de procesamiento de información, depende de la capacidad de procesamiento de la computadora usada, siendo esta una de las grandes desventajas de su uso.

Para la comparación del costo incurrido en ambas técnicas se realizó el siguiente cuadro.

Tabla V-13: Comparación de costo empleado

COMPARACIÓN DE COSTO EMPLEADO EN REALIZAR UN LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y AERO FOTOGRAMÉTRICO				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	COSTO TOTAL (SOLES)	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	COSTO TOTAL (SOLES)	DIFERENCIA
ALQUILER EQUIPOS	112.5	ALQUILER EQUIPOS	20	92.5
Estación Total	112.5	Drone	7.5	
		Estación total	12.5	
PERSONAL NECESARIO EN CAMPO	258.75	PERSONAL NECESARIO	21.25	237.5
Operador de Estación Total	90	Operador de Drone	5	
Primeros	168.75	Operador de Estación	10	
		Total		
		Primeros	6.25	
MATERIALES NECESARIOS	5.15	MATERIALES NECESARIOS	16.5	-11.35
Pintura	4.5	Lonas para puntos de control	12	
Clavos	0.65	Pintura	4.5	
EQUIPO PROCESAMIENTO DE DATOS	2.5	EQUIPO PROCESAMIENTO DE DATOS	20	-17.5
Ordenador Core I7	2.5	Ordenador Core I7	20	
PERSONAL NECESARIO EN GABINETE	35	PERSONAL NECESARIO EN CAMPO	120	-85
Especialista En Civil 3D	35	Especialista en Agisoft Photoscan	120	
	413.9		197.75	216.15

En la realización del cálculo de costos no se incorporó gastos de movilidad y alimentación, sólo se incluyeron gastos directamente relacionados al levantamiento topográfico y Aerofotogramétrico.

Se puede notar que el levantamiento topográfico con estación total hubo un gasto de 413.90 soles, mientras que el levantamiento Aerofotogramétrico hubo un gasto de 197.75 soles, siendo la diferencia 216.15 soles, analizando el cuadro anterior se puede notar que las mayores diferencias se encuentran en el personal de campo y alquiler de equipos.

En este caso se concluye que el levantamiento Aerofotogramétrico con drones es más económico frente a un levantamiento topográfico con estación total.

5.2. Pruebas de hipótesis

- a. **“En el análisis comparativo, un levantamiento topográfico realizado mediante aerofotogrametría con drone resulta tener menor precisión con respecto al método tradicional con estación total en el centro poblado de Rancho, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga de la región Ayacucho”**

Con respecto a los resultados de los objetivos específicos buscados, se puede concluir que el levantamiento topográfico con drones tiene menor precisión con respecto a un levantamiento topográficos con estación total.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis.

- b. **“Las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con drone son similares a las del método tradicional con estación total”**

Con respecto a lo expuesto en la sección resultados, se concluye que existe diferencia en coordenadas “Norte” y “cota de terreno”, mientras que no existe diferencia en coordenada “Este” entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone, esto con un nivel de significancia de 5%

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis.

- c. **“Existe variación en las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con drone con respecto al método tradicional con estación total en los distintos tipos de cobertura del terreno”**

Con respecto a lo expuesto en la sección resultados, se concluye que en zonas urbanas y pavimentos no existe diferencia en “cota de terreno”, mientras que en

áreas agrícolas y zonas recreacionales existe diferencia en “cota de terreno”, entre el método con estación total, frente a al método Aerofotogramétrico con Drone, esto con un nivel de significancia de 5%.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis en áreas agrícolas y zonas recreacionales, y se rechaza en zonas urbanas y pavimentos.

- d. **“Existe una diferencia en el resultado del cálculo de movimiento de tierras en levantamientos topográficos realizados mediante aerofotogrametría con drone y con método tradicional con estación total”**

Con respecto a lo expuesto en la sección resultados, se tiene una variación de 0.0392 m³/m², que es la cantidad de variación unitaria de volumen de corte de terreno entre ambas superficies.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis.

- e. **“La aerofotogrametría con drone es más rápida y barata que el método tradicional con estación total”**

Con respecto al tiempo, se puede notar que el tiempo total hasta la obtención de la información final es de 8.75 horas en el caso del drone y 10.1 horas en el caso de estación total, siendo la diferencia de 1.35 horas, habiendo una diferencia entre ellas.

Con respecto al tiempo el levantamiento Aerofotogramétrico con drones es más económico frente a un levantamiento topográfico con estación total.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis.

CONCLUSIONES

- Se logró realizar un análisis comparativo de un levantamiento topográfico realizado mediante aerofotogrametría con dron respecto al método tradicional con estación total en el centro poblado de Rancho, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga de la región Ayacucho, en este análisis se tuvo en cuenta la diferencia en las coordenadas Este, Norte y Cota de Terreno, tanto en general, como para cada tipo de cobertura, la diferencia en el resultado del cálculo del movimiento de tierras y la diferencia en el tiempo y costo entre un levantamiento topográfico con estación total y un levantamiento Aerofotogramétrico con dron.
- Se determinó que existe una variación de las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con dron respecto al método tradicional con estación total, Con respecto a lo expuesto en la sección resultados, se concluye que existe diferencia en coordenadas “Norte” y “cota de terreno”, mientras que no existe diferencia en coordenada “Este”, esto con un nivel de significancia de 5%; por lo que, concluimos que existe una diferencia significativa entre ambas técnicas, siendo el levantamiento Aerofotogramétrico con dron menos preciso que el levantamiento con estación total.
- Se logró determinar la variación de las mediciones realizadas mediante aerofotogrametría con dron respecto al método tradicional con estación total en los distintos tipos de cobertura del terreno en análisis, y basándonos en los resultados, se concluye que en zonas urbanas y pavimentos no existe diferencia en “cota de terreno”, mientras que en áreas agrícolas y zonas recreacionales existe diferencia en “cota de terreno”, esto con un nivel de significancia de 5%. por tanto, concluimos que en zonas urbanas y pavimentos no hay una variación significativa, mientras que en áreas agrícolas y zonas recreacionales existe una variación significativa.
- Se determinó la diferencia en la comparación del cálculo de movimiento de tierras en levantamientos topográficos realizados mediante aerofotogrametría con dron y con método tradicional con estación total, se determinó que se tiene una variación a nivel de superficie de $0.0392 \text{ m}^3/\text{m}^2$, por lo que concluimos que existe una pequeña exageración en el cálculo del movimiento de tierras en una superficie generada mediante aerofotogrametría con drones.
- Se realizó una comparación en el tiempo y costo invertidos en levantamientos topográficos realizados mediante aerofotogrametría con dron y con el método tradicional con estación total, con respecto a los resultados, se concluye que el

tiempo total hasta la obtención de la información final (trabajo de campo y procesamiento de información) es de 8.75 horas en el caso del drone y 10.1 horas en el caso de estación total, siendo la diferencia de 1.35 horas, en el caso del tiempo usado el levantamiento Aerofotogramétrico con drones es más económico frente a un levantamiento topográfico con estación total.

RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta la ubicación de antenas de telefonía, radio, televisión, etc., ya que estos tienen un efecto negativo en el control del dron, llegando incluso a tener interferencia en la comunicación con el control y poniendo en peligro su buen funcionamiento.
- Se recomienda poner el punto de inicio de vuelo en la parte más alta del terreno en análisis, ya que en zonas más altas la intersección de fotografías disminuye, lo que puede ocasionar problemas en el proceso de la información, en especial en el emparejamiento de imágenes.
- Se recomienda que siempre se dejen puntos de control y verificación en campo y que estos sean visibles en las fotografías capturadas, ya que por más que la tecnología RTK se esté aplicando a los drones, siempre pueden tener errores, ya que muchas veces estos dependen la nubosidad presente; además de, que los puntos dejados pueden funcionar como BMS durante el replanteo.
- Se recomienda usar drones en trabajos que no necesiten gran precisión, ya que como se demostró en esta investigación, hay diferencias significativas (a un 5% de significancia); por ello, debe usarse en estudios de reconocimiento o de preinversión, mas no en estudios definitivos.
- Se recomienda la revisión del nivel de carga de las baterías de los equipos (dron, control, estación total, estación base D-RTK 2), ya que una vez en campo es una pérdida de tiempo si alguno de estos presenta niveles bajos.
- Durante el proceso de datos se puede notar que la presencia de vegetación aumenta el error del trabajo, esto se demostró ya que en zonas agrícolas y zonas recreacionales existe diferencia significativa, siendo diferente en zonas urbanas y pavimentos, donde esto se reduce, ya que el programa identifica estas superficies como superficies del terreno, a pesar que existe un módulo de limpieza de estos no es recomendable el uso de esta tecnología en zonas con alta densidad de vegetación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala Valdivia, M. R. (2018). *Evaluación de levantamientos topográficos con drone (dji phantom 4 pro) y estacion total, quebrada señor de Quinuapata del distrito de Ayacucho, Perú*. Trujillo - Peru: Universidad Privada de Trujillo.
- Coello Romero, A., & Ballesteros Abellán, G. (2010). *Fotogrametría de UAV de ala fija y comparación con Topografía clásica*. España - Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Congreso de la Republica. (2018). Ley N° 30740 que regula el uso y las operaciones de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS)). *El Peruano*, 4 - 5.
- DJI. (02 de Marzo de 2019). *www.dji.com*. Obtenido de <https://www.dji.com/phantom-4/info>
- Geotop. (01 de Marzo de 2019). *geotop.com.pe*. Obtenido de <https://geotop.com.pe/producto/estacion-total/topcon-es105/>
- Hernández Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Pilar Baptista, L. (2006). *Metodología de la Investigacion*. Mexico D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Jimenes Cajas, W. G., & Prado Garrido, J. D. (2017). *Análisis técnico comparativo entre los métodos topográficos tradicionales y el método de aerofotogrametría con vehículo aéreo no tripulado*. Quito - Ecuador: Escuela Politecnica Nacional.
- Ñaupas Paitan, H., & Mejía Mejía, E. (2018). *Metodología de la Investigacion Cuantitativa - Cualitativa y Redaccion de la Tesis*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Pachas L., R. (2009). El levantamiento topográfico: uso del gps y estación total. *Academia*, 29-45.
- Padilla, J. (2001). Manual del Curso de Topografía Moderna. *Procesos Cartográficos Automatizados*, 1-25.
- Salas Murillo, O. (06 de Marzo de 2021). *Universidad de Costa Rica*. Obtenido de <https://www.ucr.ac.cr>: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2013/07/16/nuevas-tecnologias-son-aliadas-de-la-topografia.html>
- Sánchez Jiménez, G., Mulero Valenzuela, M., & Saumeth Cadavid, E. (05 de Marzo de 2021). <https://www.infodefensa.com>. Obtenido de https://www.infodefensa.com/wp-content/uploads/Vehiculos_aereos_no_tripulados_en_Latam.pdf

- Sanchez Vargas, I. J. (2017). *Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topografico con dron en la plaza san luis*. Nuevo Chinbote - Peru: Universidad Cesar Vallejo.
- Tacca Qquelca, H. (2015). *Comparacion de resultados obtenidos de un levantamiento topografico utilizando la fotogrametria con drones al metodo tradicional*. Puno - Peru: Universidad Nacional del Altiplano.
- Torres, A., & Villarte, E. (2001). Topografía 4ª edición. *Pearson Educación de Colombia*, 17.
- Villareal Moncayo, J. V. (2015). *Análisis de la precisión de levantamientos topográficos mediante el empleo de vehículos no tripulados (UAV) respecto a la densidad de puntos de control*. Colombia - Loja: Universidad Técnica Particular de Loja.
- Wolf, P., & Brinker, R. (1997). Topografía 9ª edición. *Alfaomega*, 60.

ANEXOS

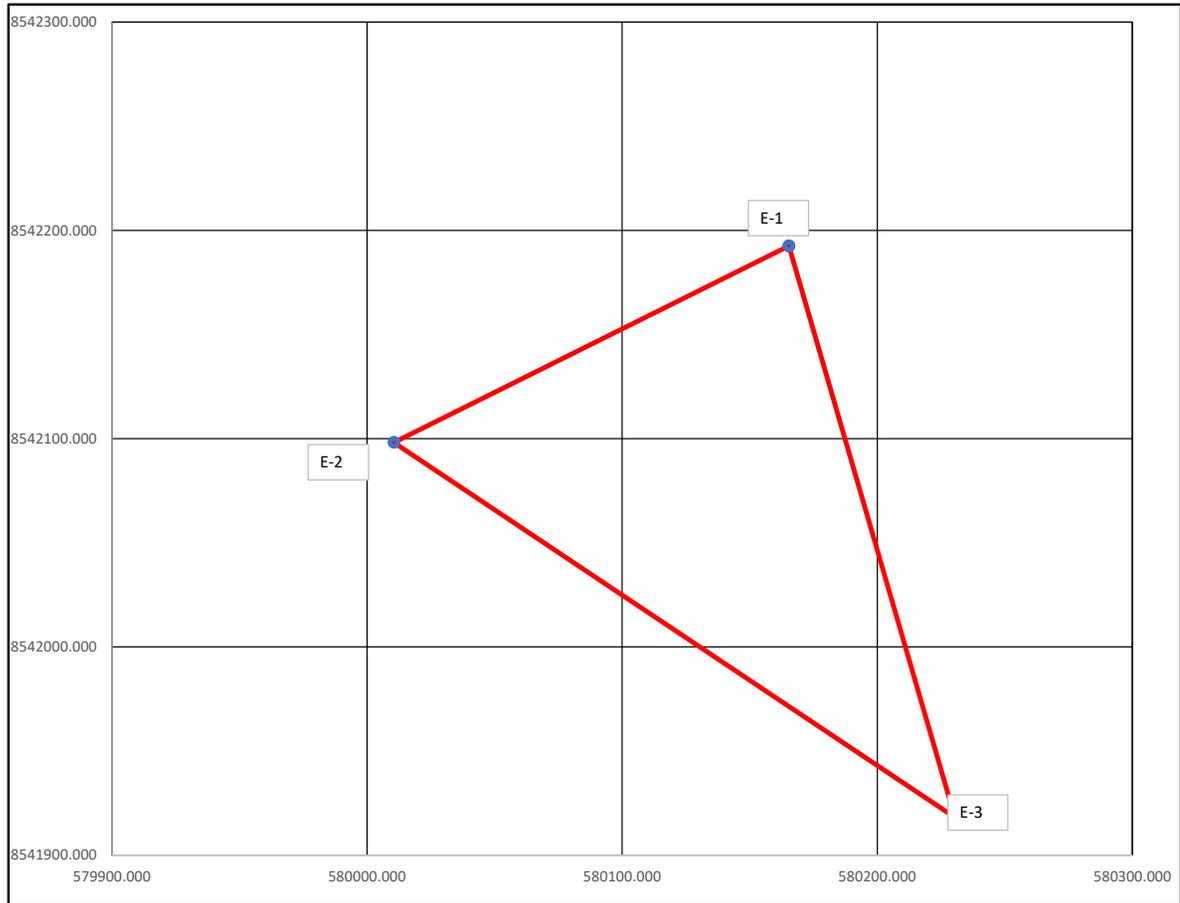
ANEXO 01

CALCULO DE ERROR Y COMPENSACIÓN DE POLIGONAL DE APOYO

CALCULO DISTANCIAS Y ANGULOS DE PUNTOS CAPTURADOS

LUGAR : CC.PP. RANCHA

ESTACION	COORDENADAS LEIDAS		PENDIENTE	DISTANCIA HORIZONTAL	ANGULO EXTERNO	ANGULO MEDIDO				AZIMUT MEDIDO			
	ESTE	NORTE				ANG. DERECHA	GRAD	MIN	SEG	AZIMUT	GRAD	MIN	SEG
E1	580165.353	8542192.479	0.609448288	181.329	121.360	238.639853	238	38	23.470	238.639853	238	38	23.470
E2	580010.514	8542098.113	-0.818392	284.192	70.657	70.656767	70	39	24.361	129.296620	129	17	47.831
E3	580230.444	8541918.124	-4.21713647	281.928	37.363	37.363354	37	21	48.075	346.659974	346	39	35.906
E1	580165.395	8542192.445											



CALCULO DE ERROR Y COMPENZACION

LUGAR : CC.PP. RANCHA

COORDENADA CALCULADA	ESTE	NORTE
	580165.395	8542192.445

COORDENADA MEDIDA	ESTE	NORTE
	580165.353	8542192.479

Ex	0.042
Ey	-0.034
E	0.054

Cx	-5.62E-05
Cy	4.55E-05

PERIMETRO	747.449
ERROR RELATIVO (ER)	0.000072
ERROR MAX	0.000100

OK DENTRO DEL RANGO

PARA ZONAS RURALES SE ACEPTAN ERRORES RELATIVOS MENORES A 1/10000

CALCULO DE COORDENADAS

LADO		AZIMUT				DIS.	COOR PARCIALES		CORRECCION		COOR FINALES	
ESTACION	PUNTO	GRAD	MIN	SEG	ANGULO	HORIZONTAL	$\Delta(x)$	$\Delta(y)$	$\Delta(x)+e(x)$	$\Delta(y)+e(y)$	ESTE	NORTE
E1											580165.353	8542192.479
E1	E2	238	38	23.47	238.640	181.329	-154.839	-94.366	-154.849	-94.358	580010.504	8542098.121
E2	E3	129	17	47.83	129.297	284.192	219.930	-179.989	219.914	-179.976	580230.418	8541918.145
E3	E1	346	39	35.91	346.660	281.928	-65.049	274.321	-65.065	274.334	580165.353	8542192.479

ANEXO 02

REPORTE DE PROCESO DE AGISOFT PHOTOSCAN

Agisoft PhotoScan

Processing Report



Survey Data

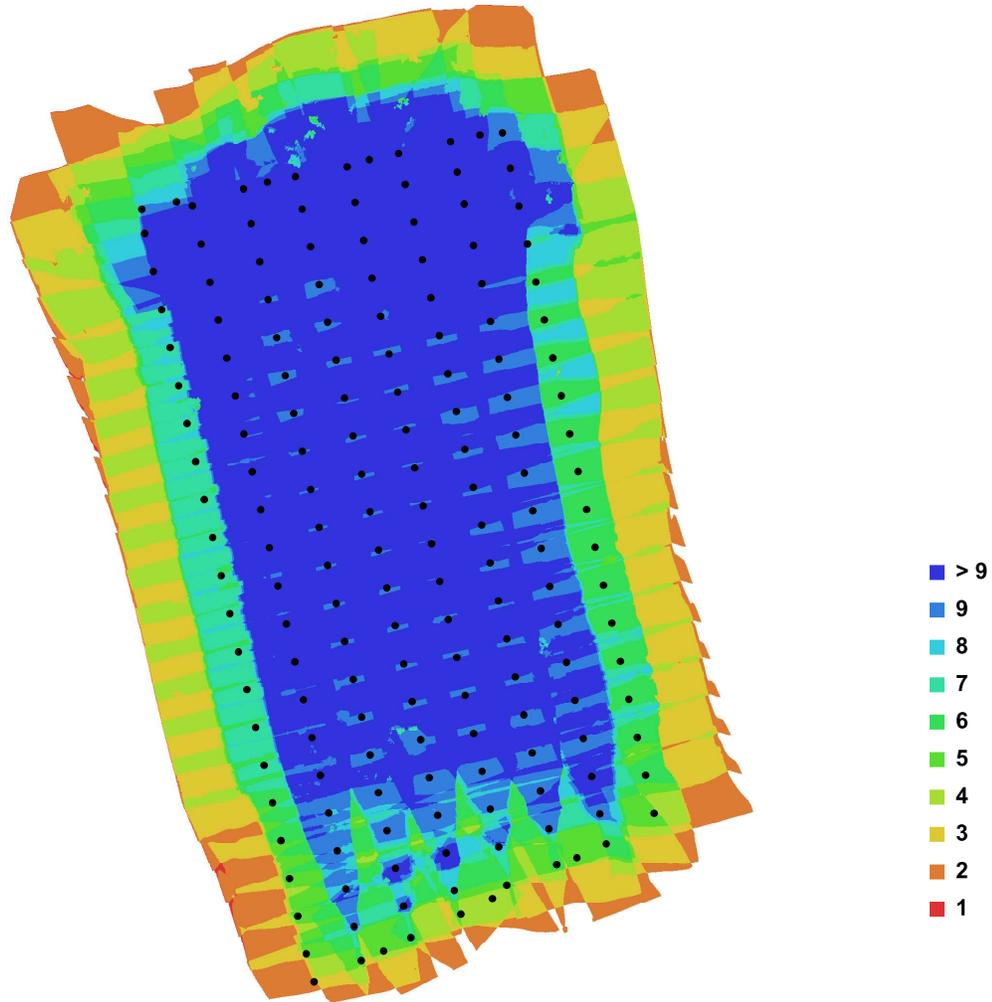


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	171	Camera stations:	171
Flying altitude:	112.238 m	Tie-points:	53746
Ground resolution:	0.0278273 m/pix	Projections:	314640
Coverage area:	0.284939 sq km	Error:	0.702618 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
FC6310R (8.8 mm)	4864 x 3648	8.8 mm	2.60928 x 2.60928 um	No

Table. 1. Cameras.

Ground Control Points



Fig. 2. GCP locations.

Label	X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
1	-0.021492	0.052509	0.017101	0.059258	12	0.095727
2	-0.007348	-0.012880	-0.001444	0.014899	16	0.096306
3	0.054926	-0.055654	-0.008379	0.078641	14	0.142251
4	0.088737	0.053285	-0.015123	0.104605	13	0.138481
5	-0.115500	-0.031931	0.012594	0.120492	9	0.183172
6	-0.005207	0.030899	-0.008671	0.032512	6	0.120294
7	0.004945	-0.038309	-0.000081	0.038627	3	0.088258
Total	0.059520	0.041921	0.010871	0.073609	73	0.128379

Table. 2. Control points.

Digital Elevation Model

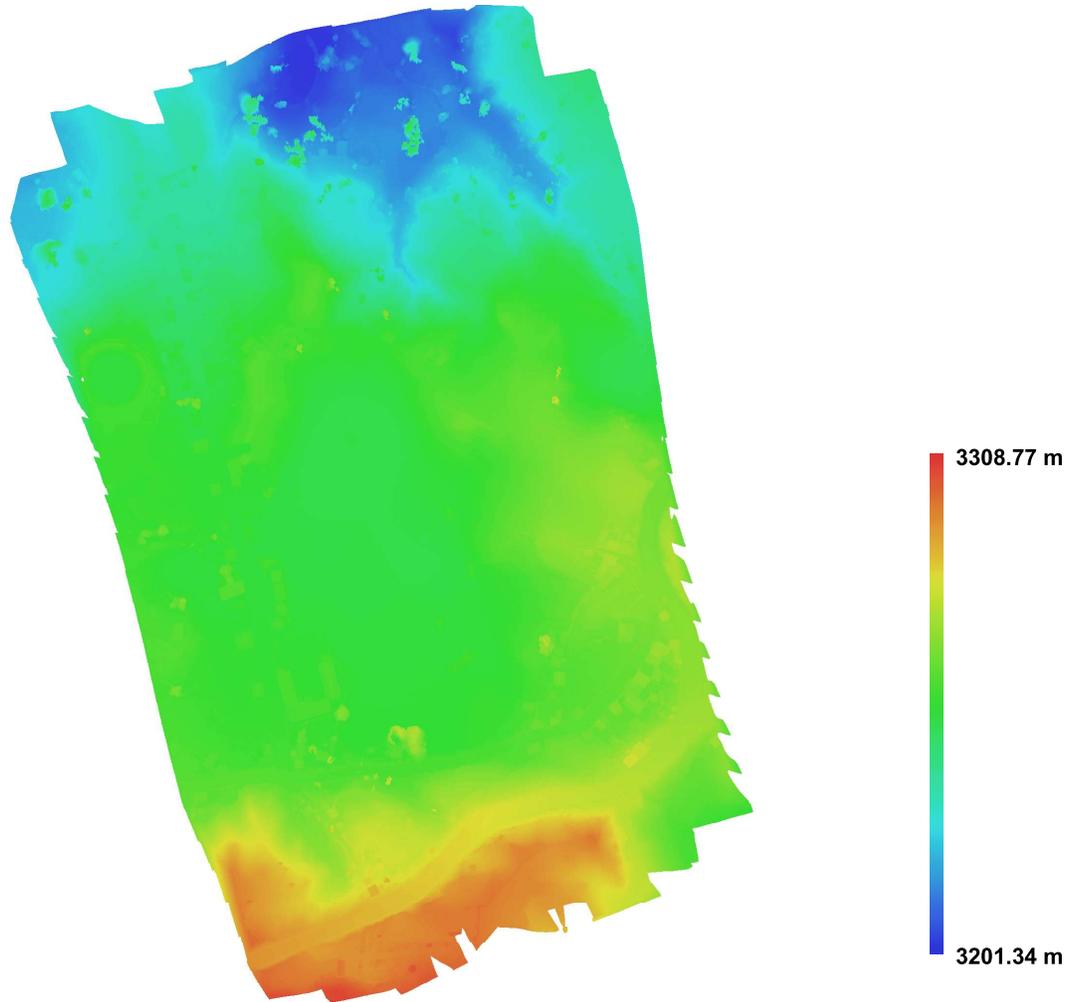


Fig. 3. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 0.181462 m/pix
Point density: 30.369 points per sq m

ANEXO 03
FOTOGRAFÍAS CAPTURADAS CON DRONE



100_0001_0001.JPG



100_0001_0002.JPG



100_0001_0003.JPG



100_0001_0004.JPG



100_0001_0005.JPG



100_0001_0006.JPG



100_0001_0007.JPG



100_0001_0008.JPG



100_0001_0009.JPG



100_0001_0010.JPG



100_0001_0011.JPG



100_0001_0012.JPG



100_0001_0013.JPG



100_0001_0014.JPG



100_0001_0015.JPG



100_0001_0016.JPG



100_0001_0017.JPG



100_0001_0018.JPG



100_0001_0019.JPG



100_0001_0020.JPG



100_0001_0021.JPG



100_0001_0022.JPG



100_0001_0023.JPG



100_0001_0024.JPG



100_0001_0025.JPG



100_0001_0026.JPG



100_0001_0027.JPG



100_0001_0028.JPG



100_0001_0029.JPG



100_0001_0030.JPG



100_0001_0031.JPG



100_0001_0032.JPG



100_0001_0033.JPG



100_0001_0034.JPG



100_0001_0035.JPG



100_0001_0036.JPG



100_0001_0037.JPG



100_0001_0038.JPG



100_0001_0039.JPG



100_0001_0040.JPG



100_0001_0041.JPG



100_0001_0042.JPG



100_0001_0043.JPG



100_0001_0044.JPG



100_0001_0045.JPG



100_0001_0046.JPG



100_0001_0047.JPG



100_0001_0048.JPG



100_0001_0049.JPG



100_0001_0050.JPG



100_0001_0051.JPG



100_0001_0052.JPG



100_0001_0053.JPG



100_0001_0054.JPG



100_0001_0055.JPG



100_0001_0056.JPG



100_0001_0057.JPG



100_0001_0058.JPG



100_0001_0059.JPG



100_0001_0060.JPG



100_0001_0061.JPG



100_0001_0062.JPG



100_0001_0063.JPG



100_0001_0064.JPG



100_0001_0065.JPG



100_0001_0066.JPG



100_0001_0067.JPG



100_0001_0068.JPG



100_0001_0069.JPG



100_0001_0070.JPG



100_0001_0071.JPG



100_0001_0072.JPG



100_0001_0073.JPG



100_0001_0074.JPG



100_0001_0075.JPG



100_0001_0076.JPG



100_0001_0077.JPG



100_0001_0078.JPG



100_0001_0079.JPG



100_0001_0080.JPG



100_0001_0081.JPG



100_0001_0082.JPG



100_0001_0083.JPG



100_0001_0084.JPG



100_0001_0085.JPG



100_0001_0086.JPG



100_0001_0087.JPG



100_0001_0088.JPG



100_0001_0089.JPG



100_0001_0090.JPG



100_0001_0091.JPG



100_0001_0092.JPG



100_0001_0093.JPG



100_0001_0094.JPG



100_0001_0095.JPG



100_0001_0096.JPG



100_0001_0097.JPG



100_0001_0098.JPG



100_0001_0099.JPG



100_0001_0100.JPG



100_0001_0101.JPG



100_0001_0102.JPG



100_0001_0103.JPG



100_0001_0104.JPG



100_0001_0105.JPG



100_0001_0141.JPG



100_0001_0142.JPG



100_0001_0143.JPG



100_0001_0144.JPG



100_0001_0145.JPG



100_0001_0146.JPG



100_0001_0147.JPG



100_0001_0148.JPG



100_0002_0001.JPG



100_0002_0002.JPG



100_0002_0003.JPG



100_0002_0004.JPG



100_0002_0005.JPG



100_0002_0006.JPG



100_0002_0007.JPG



100_0002_0008.JPG



100_0002_0009.JPG



100_0002_0010.JPG



100_0002_0011.JPG



100_0002_0012.JPG



100_0002_0013.JPG



100_0002_0014.JPG



100_0002_0015.JPG



100_0002_0016.JPG



100_0002_0017.JPG



100_0002_0018.JPG



100_0002_0019.JPG



100_0002_0020.JPG



100_0002_0021.JPG



100_0002_0022.JPG



100_0002_0023.JPG

ANEXO 04

PUNTOS CAPTURADOS CON ESTACIÓN TOTAL

P	ESTE	NORTE	COTA
1	580261.3513	8542375.607	3233.218
2	580268.2245	8542372.46	3234.8879
3	580257.7	8542370.845	3232.8603
4	580235.8129	8542366.507	3223.8022
5	580239.7348	8542362.96	3224.8145
6	580229.5858	8542363.798	3228.5477
7	580208.4285	8542361.083	3230.8441
8	580258.7319	8542359.97	3232.7374
9	580242.276	8542356.095	3228.0808
10	580170.8383	8542352.761	3237.0834
11	580262.4626	8542352.906	3232.211
12	580152.7462	8542353.237	3232.9595
13	580254.4997	8542348.316	3232.0792
14	580236.3327	8542348.32	3238.2777
15	580160.5294	8542348.32	3235.8916
16	580273.7807	8542346.928	3234.6758
17	580146.6289	8542345.991	3231.9124
18	580262.7536	8542345.08	3231.893
19	580247.7782	8542345.18	3237.7108
20	580140.3025	8542346.126	3229.0848
21	580133.1588	8542345.068	3224.6489
22	580171.5317	8542342.124	3239.0066
23	580152.4817	8542341.595	3234.82
24	580126.5442	8542341.628	3222.2652
25	580117.1939	8542341.03	3229.2957
26	580110.14	8542340.041	3230.2142
27	580234.8147	8542337.997	3244.7759
28	580201.6359	8542336.727	3241.3889
29	580272.9136	8542336.401	3234.2969
30	580254.0752	8542337.46	3241.9432
31	580263.1769	8542336.19	3237.7653
32	580160.1546	8542336.833	3237.9073
33	580186.0838	8542334.716	3241.6251
34	580089.0819	8542332.431	3236.3884
35	580243.4765	8542332.842	3248.5479
36	580145.845	8542332.445	3232.4711
37	580114.5481	8542330.447	3233.7347
38	580168.7878	8542331.77	3241.0276
39	580197.7255	8542330.483	3242.3486
40	580080.7712	8542331.045	3240.6496
41	580071.2009	8542330.039	3244.1352
42	580253.0169	8542329.628	3248.2737
43	580108.5525	8542329.193	3234.0517
44	580062.5149	8542329.986	3251.5223
45	580264.8703	8542327.511	3246.5336
46	580155.37	8542327.682	3237.762
47	580128.9254	8542328.399	3223.6206
48	580018.6062	8542326.24	3243.9659
49	580050.0558	8542326.809	3255.3823
50	580037.488	8542325.155	3252.4227
51	580177.8817	8542325.72	3242.4897
52	580029.9711	8542325.224	3247.2278
53	580277.5731	8542323.314	3236.9304
54	580141.0065	8542324.824	3234.2274

55	580202.488	8542323.339	3243.2494
56	580090.8254	8542323.372	3241.216
57	580099.5566	8542323.636	3237.9711
58	580008.0106	8542324.166	3242.1392
59	580165.4463	8542322.545	3242.2016
60	580069.1295	8542322.049	3254.1127
61	580128.6608	8542321.52	3224.0294
62	580057.7524	8542322.049	3256.8276
63	580023.3565	8542321.52	3245.466
64	579997.4097	8542321.427	3243.3008
65	580252.7022	8542321.462	3251.7361
66	580188.3008	8542320.525	3244.1586
67	580239.9046	8542320.539	3252.4895
68	580029.658	8542318.551	3247.3149
69	580046.9044	8542318.609	3255.8161
70	580040.5544	8542318.345	3252.4904
71	580221.5254	8542316.236	3248.8587
72	580009.8174	8542316.281	3243.6698
73	580065.38	8542316.81	3258.5305
74	580280.322	8542316.875	3239.0114
75	580267.8336	8542317.563	3249.7798
76	580208.3089	8542316.195	3247.9338
77	580152.5919	8542316.173	3237.1292
78	580077.8607	8542316.228	3250.9949
79	579963.6355	8542314.521	3242.2243
80	580162.0067	8542314.608	3241.8929
81	580196.9317	8542314.608	3245.6765
82	580052.9899	8542315.699	3257.1633
83	579954.5471	8542313.053	3242.0583
84	580084.9592	8542313.37	3249.4136
85	580175.765	8542313.285	3243.7496
86	580036.8502	8542313.053	3250.0958
87	580017.0065	8542313.053	3244.4343
88	579995.5311	8542311.195	3245.3733
89	580203.0172	8542310.903	3248.8952
90	580133.9525	8542312.524	3226.0587
91	579938.5927	8542310.036	3242.294
92	580042.358	8542310.614	3251.8151
93	580022.782	8542309.666	3246.023
94	580062.2503	8542310.407	3259.3212
95	579978.1744	8542307.491	3244.0757
96	580171.0025	8542308.258	3246.4792
97	580182.9088	8542308.258	3245.0315
98	580217.0401	8542307.464	3253.1591
99	580050.344	8542308.555	3256.1575
100	580155.5586	8542306.634	3235.7311
101	580274.5276	8542306.636	3250.2266
102	580129.4546	8542306.968	3234.2999
103	579965.051	8542305.374	3242.9748
104	579957.8544	8542304.316	3243.0653
105	580234.7666	8542304.401	3253.5261
106	580256.4036	8542304.863	3253.2204
107	580187.4067	8542304.289	3246.6359
108	580137.3921	8542304.057	3230.4035
109	580003.7773	8542305.116	3246.7743
110	580012.8878	8542303.575	3247.0174

111	579994.7903	8542303.258	3246.712
112	580057.7039	8542303.206	3258.8166
113	580208.8061	8542302.004	3253.4576
114	580102.1572	8542303.051	3240.0412
115	580166.7692	8542302.701	3243.3389
116	580178.94	8542302.437	3247.1287
117	580031.5586	8542303.528	3249.5236
118	580064.367	8542301.941	3260.2744
119	580047.6982	8542302.47	3255.047
120	579979.5502	8542301.776	3248.4951
121	580072.256	8542300.824	3257.415
122	580036.0112	8542300.141	3251.8913
123	580223.1256	8542300.585	3254.1878
124	579941.3708	8542299.479	3244.9131
125	580173.418	8542298.366	3244.0168
126	580151.1587	8542299.262	3234.6822
127	580195.3442	8542299.526	3251.3652
128	580055.3711	8542298.501	3258.3715
129	579966.7444	8542298.072	3243.7111
130	579959.6535	8542297.543	3243.6321
131	580284.4523	8542297.649	3248.7224
132	580184.7609	8542297.674	3247.7382
133	580132.1004	8542297.707	3237.9847
134	580271.2639	8542294.961	3254.1095
135	580138.715	8542294.797	3236.1268
136	580044.5232	8542296.12	3254.7917
137	580019.6523	8542295.855	3249.6264
138	579942.8789	8542294.082	3245.0665
139	580114.5894	8542294.21	3242.657
140	580178.94	8542293.176	3245.0264
141	580028.9745	8542292.357	3251.9405
142	580259.846	8542292.358	3254.7392
143	580161.7421	8542292.382	3239.5404
144	580191.3755	8542292.118	3249.3391
145	580202.7526	8542292.382	3255.7793
146	580233.7089	8542292.912	3254.4632
147	580054.0029	8542290.881	3258.6268
148	580218.8916	8542290.642	3256.4055
149	580287.0556	8542289.459	3252.26
150	580252.9905	8542290.451	3254.4802
151	580144.2796	8542289.737	3241.5546
152	580060.3982	8542290.563	3260.3502
153	580042.1419	8542290.828	3254.9584
154	580024.7412	8542286.748	3251.9302
155	580197.2305	8542287.121	3251.9023
156	580067.7613	8542287.441	3258.6361
157	580273.165	8542287.144	3255.174
158	580218.3829	8542286.244	3257.3724
159	580209.1754	8542286.562	3258.0566
160	580169.9442	8542287.091	3245.0237
161	580186.613	8542286.032	3247.8724
162	580131.3067	8542286.066	3244.5483
163	580139.4603	8542284.156	3242.4067
164	580260.928	8542284.829	3254.637
165	580081.3003	8542284.213	3250.6036
166	580037.9086	8542284.478	3254.2571

167	580255.967	8542283.506	3254.5434
168	580154.0692	8542283.122	3247.9351
169	580053.2544	8542283.949	3258.0791
170	580028.6481	8542282.891	3253.3968
171	580018.2853	8542281.456	3252.2473
172	580230.6343	8542281.168	3257.8655
173	580095.278	8542281.091	3247.7486
174	580288.4619	8542280.673	3254.9794
175	580203.9101	8542281.773	3259.2743
176	580193.3268	8542281.244	3251.53
177	580067.2774	8542281.038	3257.3358
178	580047.2837	8542279.657	3256.174
179	580211.1212	8542278.853	3260.5909
180	580107.1843	8542279.504	3250.1453
181	580276.6767	8542279.424	3255.0265
182	580239.4305	8542279.537	3256.6232
183	580218.5416	8542280.37	3258.8526
184	580148.5129	8542278.889	3249.9679
185	580176.0296	8542279.418	3250.2112
186	580036.0565	8542278.922	3254.8769
187	579999.5528	8542277.117	3249.9292
188	580134.49	8542277.566	3248.9197
189	580160.6838	8542277.566	3249.5865
190	580077.3316	8542277.334	3252.7554
191	579992.1509	8542275.848	3248.7389
192	580262.5327	8542275.911	3254.1049
193	580189.0935	8542275.687	3250.4695
194	580023.8856	8542276.011	3253.3406
195	580044.532	8542273.836	3256.5044
196	580063.4762	8542274.471	3257.2066
197	579983.9488	8542274.525	3247.3197
198	580257.6207	8542273.915	3254.4786
199	580235.6867	8542274.655	3258.0961
200	580240.4492	8542274.179	3258.3189
201	580094.2649	8542274.688	3252.3406
202	580035.5273	8542274.424	3255.9353
203	579973.6236	8542272.037	3246.9242
204	580156.9229	8542273.308	3253.8917
205	580127.2927	8542272.36	3253.1477
206	580291.6858	8542271.93	3253.4915
207	580198.8831	8542272.248	3254.2782
208	580184.3309	8542272.248	3251.7234
209	580167.5629	8542272.274	3254.3771
210	580104.8483	8542272.572	3251.1442
211	579964.6277	8542270.132	3246.5103
212	580074.323	8542271.487	3255.4386
213	580279.1181	8542270.277	3253.4051
214	580217.4039	8542271.454	3260.1393
215	580142.6921	8542271.48	3252.1464
216	580027.0606	8542270.191	3254.9676
217	580082.8548	8542270.931	3254.4451
218	580063.0529	8542268.438	3256.0195
219	580239.4305	8542268.292	3259.0268
220	579950.0227	8542266.322	3246.9155
221	580092.0513	8542267.168	3254.5038
222	580073.5821	8542266.618	3255.2231

223	580226.0883	8542267.359	3259.663
224	580265.2275	8542267.961	3253.614
225	580233.9404	8542267.67	3259.1004
226	580194.3851	8542266.691	3253.6362
227	580205.7622	8542266.956	3255.8888
228	580180.3622	8542268.014	3252.4081
229	580163.065	8542267.776	3256.1485
230	580035.7919	8542267.809	3256.5224
231	580103.058	8542265.052	3254.5387
232	580151.4233	8542265.395	3255.9449
233	580137.4004	8542264.601	3253.8129
234	580293.1835	8542263.518	3251.8604
235	580281.3843	8542262.814	3252.3369
236	580172.9538	8542264.31	3255.2293
237	580082.1933	8542264.448	3254.651
238	580090.8871	8542261.453	3254.4719
239	580269.1064	8542261.666	3252.9105
240	580223.1454	8542262.114	3260.1397
241	580228.7017	8542261.003	3259.7502
242	580239.9729	8542261.32	3259.2105
243	580188.0351	8542261.929	3253.343
244	580200.9997	8542262.458	3255.4458
245	580215.0227	8542261.664	3258.4963
246	580031.0912	8542260.924	3257.2923
247	580115.7039	8542260.903	3254.5118
248	580100.6755	8542259.633	3254.5306
249	580235.2104	8542260.844	3259.2882
250	580156.715	8542260.632	3256.6129
251	580062.3495	8542259.554	3256.2567
252	580071.0808	8542259.818	3255.9998
253	580145.2844	8542257.808	3257.1148
254	580260.5972	8542259.032	3253.9862
255	580114.0647	8542256.056	3254.2376
256	580181.5292	8542256.374	3254.4425
257	580241.9761	8542256.735	3258.7288
258	580220.7641	8542256.399	3260.016
259	580209.4664	8542256.637	3257.4156
260	580080.0766	8542257.04	3254.9318
261	580029.4728	8542254.493	3259.0952
262	580129.1447	8542255.506	3255.7301
263	580226.5321	8542255.063	3259.9472
264	580234.2579	8542255.288	3259.1689
265	580197.2956	8542255.05	3256.3689
266	580088.411	8542255.056	3254.3955
267	580005.1155	8542253.093	3252.8302
268	580098.9944	8542253.468	3254.5439
269	580036.9202	8542253.04	3257.4783
270	580125.2289	8542250.955	3255.4736
271	579996.6488	8542252.035	3251.9307
272	580296.9947	8542251.966	3250.4328
273	580177.4518	8542251.346	3255.0431
274	580204.4393	8542250.816	3257.3372
275	580025.5261	8542251.458	3260.0184
276	580031.8448	8542251.024	3258.9379
277	580192.8565	8542248.944	3256.7797
278	579988.9759	8542250.183	3250.1584

279	580220.2879	8542249.097	3260.0892
280	580154.0361	8542249.097	3257.4378
281	580062.4818	8542250.161	3254.8907
282	580027.7173	8542248.589	3259.3111
283	580019.9478	8542247.084	3259.7901
284	580134.3274	8542247.643	3257.0153
285	580286.2017	8542247.886	3250.7277
286	580273.4468	8542247.733	3251.8091
287	580227.1142	8542248.462	3260.5886
288	580235.3692	8542247.985	3259.2234
289	580068.5672	8542248.177	3254.4667
290	580096.4808	8542247.383	3253.9294
291	580087.3527	8542247.647	3253.6656
292	580076.7693	8542247.383	3253.9629
293	580035.4431	8542247.108	3258.1806
294	580263.5738	8542246.464	3253.465
295	580189.8872	8542244.996	3256.8221
296	580197.5601	8542244.996	3257.5494
297	580030.7865	8542245.943	3258.8856
298	580042.9573	8542245.838	3256.5269
299	580217.2716	8542244.334	3260.2901
300	580243.3067	8542243.699	3259.3394
301	580020.8381	8542243.933	3259.5963
302	580033.3265	8542244.144	3258.3978
303	580039.1473	8542243.509	3257.4318
304	579982.1197	8542241.859	3249.1016
305	580170.1552	8542242.197	3256.0795
306	580145.9723	8542242.488	3257.7693
307	580023.5898	8542242.663	3259.5142
308	580036.5015	8542242.98	3257.8604
309	579973.5804	8542239.999	3249.2051
310	580053.2104	8542241.239	3255.2816
311	580204.8125	8542240.764	3258.5898
312	580241.7456	8542239.849	3260.5151
313	580226.2013	8542241.172	3261.1585
314	580234.2579	8542239.889	3261.3092
315	580049.4974	8542240.187	3254.8478
316	580066.3183	8542240.768	3253.3934
317	580026.2356	8542241.181	3259.3043
318	580040.4173	8542240.652	3256.9779
319	580045.0127	8542239.358	3256.2645
320	580212.3504	8542238.143	3260.7981
321	580165.8101	8542238.116	3257.0935
322	580176.9226	8542238.381	3256.3332
323	580073.5943	8542238.255	3252.524
324	580029.9398	8542239.064	3258.9584
325	579959.971	8542236.9	3250.8
326	579957.1135	8542236.582	3250.7396
327	580106.0213	8542236.159	3252.0041
328	580143.3264	8542236.985	3258.1402
329	580081.9287	8542236.403	3251.9654
330	580033.5381	8542236.948	3258.3438
331	580300.0627	8542235.472	3250.0202
332	580224.6563	8542234.943	3261.9776
333	580037.8773	8542235.783	3257.4137
334	580022.9111	8542234.067	3259.8887

335	580275.4564	8542232.826	3251.5347
336	580286.4114	8542233.445	3250.6139
337	580265.8889	8542232.904	3253.7691
338	580233.3054	8542234.015	3262.3615
339	580242.0367	8542233.698	3262.1431
340	580087.6173	8542233.492	3251.8696
341	580044.5448	8542232.503	3256.0954
342	580041.264	8542234.09	3256.6205
343	580091.8396	8542231.397	3251.6499
344	580158.5665	8542231.482	3258.2843
345	580209.9691	8542231.158	3260.8267
346	580077.1662	8542231.243	3251.9355
347	580026.4341	8542232.185	3259.5322
348	580046.8732	8542231.444	3255.3304
349	580157.3462	8542229.704	3258.3188
350	580181.0032	8542230.317	3258.0803
351	580065.6899	8542229.233	3252.1688
352	580072.0068	8542230.053	3252.1579
353	580030.0059	8542230.267	3259.1227
354	580050.3657	8542229.433	3254.5341
355	580053.0115	8542230.598	3253.8968
356	580155.9206	8542227.777	3258.4196
357	580061.8799	8542228.598	3252.528
358	580024.3343	8542227.566	3259.629
359	580033.9747	8542228.349	3258.6803
360	580056.0807	8542227.528	3253.6389
361	580053.1173	8542228.481	3254.0078
362	580058.0479	8542226.764	3253.5301
363	580240.092	8542225.959	3263.627
364	580222.2326	8542225.628	3262.9269
365	580231.2417	8542225.443	3263.3773
366	580059.1102	8542226.166	3253.3676
367	580027.4263	8542225.835	3259.4474
368	580037.745	8542226.827	3257.8657
369	580061.752	8542223.589	3252.2862
370	579985.2145	8542223.955	3250.438
371	580072.1546	8542225.258	3251.8251
372	580196.0845	8542223.941	3259.9145
373	580168.3032	8542224.602	3259.2275
374	580066.9599	8542224.47	3251.9917
375	580042.3752	8542224.777	3256.861
376	580031.858	8542223.917	3259.0998
377	579979.3937	8542222.732	3250.4454
378	580165.869	8542221.957	3259.2735
379	580274.5051	8542222.068	3253.8396
380	580265.8889	8542222.651	3255.4008
381	580207.4291	8542222.427	3260.792
382	580051.6357	8542222.065	3254.6152
383	580049.056	8542222.859	3255.2383
384	580045.5502	8542223.454	3256.0036
385	580033.8424	8542222.925	3258.7587
386	579970.0671	8542221.541	3250.0129
387	580284.5593	8542220.216	3253.2426
388	580240.7667	8542220.045	3263.826
389	580023.8052	8542221.533	3259.9162
390	580025.816	8542220.58	3259.3363

391	580057.5227	8542220.147	3253.4968
392	580056.0675	8542220.477	3253.9115
393	580054.5461	8542221.205	3254.1906
394	579960.7405	8542219.49	3250.9008
395	580177.934	8542218.464	3259.9053
396	580232.5117	8542219.093	3263.8723
397	580222.0341	8542219.252	3263.2855
398	580029.626	8542219.205	3259.3076
399	580060.3008	8542219.088	3251.954
400	580045.1534	8542218.559	3256.3692
401	580032.3777	8542217.935	3258.9844
402	580050.6435	8542216.773	3254.9434
403	580047.9976	8542217.699	3255.655
404	580222.2783	8542214.68	3263.535
405	580038.9383	8542216.173	3257.6415
406	580055.2076	8542215.119	3253.9746
407	580053.2893	8542215.979	3254.442
408	580175.4998	8542214.125	3260.4075
409	580233.4774	8542213.391	3264.0625
410	580209.0166	8542213.854	3261.1428
411	580242.1341	8542214.068	3263.9214
412	580028.3869	8542213.04	3259.1768
413	580024.5769	8542214.098	3259.4569
414	580058.7794	8542213.863	3251.9555
415	580056.9274	8542214.656	3253.7249
416	580031.0327	8542211.876	3258.8883
417	580046.4535	8542212.643	3255.9745
418	580048.9237	8542211.944	3255.1677
419	580051.1065	8542211.151	3254.6819
420	580189.364	8542210.209	3260.6624
421	580035.901	8542209.547	3258.105
422	580033.1494	8542210.394	3258.5624
423	580054.0169	8542210.291	3254.0268
424	580055.5383	8542209.696	3253.8342
425	580023.5461	8542209.196	3259.5333
426	580187.0325	8542208.749	3260.6118
427	580273.4616	8542208.845	3257.235
428	580282.7072	8542209.103	3257.5829
429	580041.1927	8542207.748	3256.9892
430	580058.118	8542209.1	3251.8864
431	580243.0344	8542206.464	3264.1222
432	580185.554	8542206.822	3261.1362
433	580263.9045	8542206.446	3259.5087
434	580234.0992	8542206.393	3264.3662
435	580026.9052	8542206.478	3259.0255
436	580043.3094	8542207.325	3256.2675
437	580197.0899	8542204.811	3261.0995
438	580210.6041	8542205.44	3261.7617
439	580022.6719	8542204.044	3259.1562
440	580029.1277	8542205.102	3258.7596
441	580052.7286	8542204.044	3254.1548
442	580049.2361	8542205.102	3254.6812
443	580046.4844	8542205.737	3255.3937
444	580054.4495	8542203.269	3253.9577
445	580057.2012	8542202.528	3251.7932
446	580221.2404	8542203.8	3263.2461

447	580031.9852	8542203.515	3258.0641
448	580034.9485	8542202.774	3257.4723
449	580025.3177	8542201.61	3259.0549
450	580038.3352	8542201.716	3256.6355
451	580042.0394	8542200.551	3255.5753
452	579991.7784	8542200.2	3253.5449
453	580194.6557	8542199.731	3261.7114
454	580272.3884	8542199.843	3260.6581
455	580285.0588	8542198.768	3262.3029
456	580233.4774	8542199.831	3264.8359
457	580020.661	8542199.281	3259.3273
458	580027.646	8542199.387	3258.6567
459	580045.1086	8542199.493	3254.8567
460	580048.3894	8542198.646	3254.5858
461	580209.7899	8542197.615	3261.8834
462	579984.1208	8542198.523	3252.3676
463	580262.9123	8542197.847	3262.6426
464	580242.4071	8542197.516	3264.511
465	580220.4466	8542197.503	3263.2472
466	580023.6244	8542198.117	3258.9893
467	580025.5294	8542197.165	3258.749
468	580034.2077	8542197.376	3257.0454
469	580030.6094	8542198.435	3258.0043
470	580051.4586	8542197.588	3253.978
471	580019.7262	8542195.344	3259.0294
472	580028.7044	8542195.366	3258.1923
473	580037.0652	8542196.318	3256.2595
474	580053.2577	8542196.741	3253.7144
475	580054.8453	8542196.106	3251.9418
476	580218.4651	8542193.509	3262.82
477	580232.0354	8542194.328	3264.3403
478	580022.4381	8542194.351	3258.9459
479	580032.9377	8542193.355	3257.1164
480	580043.7327	8542193.884	3254.6164
481	580040.4519	8542194.731	3255.2746
482	580206.1916	8542192.958	3261.3149
483	580027.796	8542191.573	3258.1781
484	580024.4225	8542193.293	3258.7118
485	580017.8079	8542191.838	3259.3224
486	580035.901	8542192.508	3256.3099
487	580049.4477	8542191.556	3253.9893
488	580046.5902	8542192.614	3254.3337
489	580230.3725	8542190.688	3264.1202
490	580020.3215	8542190.184	3258.8146
491	580039.2877	8542191.026	3255.269
492	580042.6744	8542190.815	3254.5981
493	580045.3202	8542189.756	3254.2525
494	580053.3636	8542189.862	3251.9116
495	580051.4586	8542191.026	3253.7079
496	580015.9261	8542188.029	3259.5491
497	580035.4027	8542188.464	3256.3854
498	580032.1616	8542189.721	3257.3462
499	580022.2397	8542189.06	3258.7543
500	580048.7069	8542188.592	3253.8829
501	580273.2452	8542187.188	3266.3331
502	580242.755	8542187.831	3264.9122

503	580018.4429	8542186.387	3258.5871
504	580041.5543	8542186.877	3254.7274
505	580038.5778	8542187.671	3255.3297
506	580025.8116	8542187.274	3258.2045
507	580050.6119	8542187.746	3253.616
508	580051.8819	8542187.005	3251.9581
509	580285.4694	8542184.508	3266.7066
510	580254.3438	8542185.608	3265.3631
511	580020.1892	8542185.594	3258.719
512	580044.9939	8542185.289	3254.1278
513	580028.9866	8542185.488	3257.5803
514	580297.534	8542183.378	3267.0243
515	580048.8403	8542183.584	3253.6485
516	580050.2162	8542182.737	3251.9304
517	580264.0382	8542183.185	3265.7278
518	580023.6817	8542183.451	3258.2764
519	580047.5075	8542184.099	3253.7856
520	580032.6908	8542183.9	3256.7678
521	579996.7702	8542181.52	3253.8212
522	580228.6262	8542182.592	3263.7145
523	580027.4917	8542182.101	3257.451
524	580039.3715	8542181.056	3254.8691
525	580035.4689	8542181.651	3255.9181
526	580197.8275	8542180.65	3257.9801
527	580237.9925	8542180.211	3264.4068
528	580031.1429	8542180.276	3256.68
529	580047.7059	8542179.072	3253.5736
530	580045.5892	8542179.402	3253.8989
531	580043.0095	8542180.395	3254.3549
532	580259.1164	8542177.663	3266.4041
533	579987.404	8542178.769	3253.8513
534	580026.3804	8542177.894	3257.4809
535	580022.3323	8542179.006	3258.0916
536	580017.0935	8542177.656	3258.2054
537	580034.3973	8542179.006	3255.9345
538	580038.0486	8542177.339	3255.0606
539	580048.7642	8542178.344	3251.8714
540	580020.3711	8542176.599	3257.9872
541	580280.4424	8542177.099	3267.5763
542	580250.2163	8542175.766	3266.4392
543	580218.3449	8542175.698	3261.1051
544	580030.1904	8542176.148	3256.6138
545	580042.1761	8542176.227	3253.9851
546	579971.9523	8542174.271	3254.1026
547	580304.7841	8542173.924	3267.2295
548	580023.7611	8542174.005	3257.6699
549	580033.7623	8542175.275	3255.7255
550	580044.3986	8542175.235	3253.4157
551	580045.6554	8542174.706	3253.0666
552	580046.7799	8542174.177	3251.9001
553	579998.5099	8542173.08	3254.1098
554	580293.6715	8542173.66	3269.7565
555	580027.3329	8542172.179	3256.8212
556	580041.303	8542172.576	3254.101
557	580037.8898	8542173.449	3254.6996
558	580043.208	8542172.06	3253.2384

559	579991.0685	8542171.724	3253.9335
560	580271.9757	8542171.278	3267.4546
561	580236.405	8542171.638	3263.9996
562	580031.3811	8542170.671	3255.7223
563	580044.597	8542171.531	3252.3057
564	580045.6554	8542171.266	3251.9697
565	579981.5765	8542169.541	3254.1921
566	580176.555	8542168.427	3254.9607
567	580245.295	8542169.575	3265.3546
568	580035.9848	8542169.084	3254.6536
569	580287.0564	8542167.185	3270.1873
570	579973.3744	8542167.458	3254.2258
571	580252.1319	8542168.368	3266.5144
572	580203.7398	8542168.078	3257.192
573	580039.2392	8542168.052	3254.0452
574	580042.1728	8542165.804	3252.2835
575	580043.337	8542165.063	3251.8222
576	580311.504	8542164.328	3267.6267
577	580237.9913	8542163.029	3264.3007
578	580299.4924	8542163.606	3270.8865
579	580264.8319	8542161.489	3268.3292
580	580241.9613	8542161.478	3264.8354
581	580246.2576	8542158.454	3265.562
582	580225.9649	8542159.188	3262.4008
583	580180.6681	8542157.072	3254.4689
584	580280.9715	8542155.403	3270.0995
585	580320.3237	8542152.854	3266.5552
586	580305.6302	8542153.85	3271.8591
587	580259.5402	8542152.493	3267.3748
588	580293.407	8542153.022	3271.5428
589	580209.2575	8542151.123	3259.2015
590	580321.5608	8542150.25	3265.3532
591	580242.0777	8542149.847	3265.1548
592	580004.6615	8542147.956	3253.793
593	579998.4437	8542146.104	3253.643
594	580232.3149	8542145.853	3263.8454
595	580275.9439	8542145.119	3268.8783
596	580185.6037	8542144.297	3254.6736
597	580256.3652	8542142.174	3266.7146
598	580300.8153	8542141.91	3271.6017
599	580289.1736	8542142.439	3270.745
600	580314.8468	8542140.273	3265.3972
601	579980.3131	8542141.621	3254.2406
602	580316.5601	8542139.693	3265.7591
603	580236.7052	8542138.491	3264.9847
604	580324.8151	8542136.359	3265.1877
605	580214.5348	8542137.598	3261.1843
606	580272.2403	8542135.824	3268.0939
607	580295.9465	8542133.53	3270.6853
608	580314.6551	8542131.518	3265.9876
609	580311.8702	8542131.701	3267.6389
610	580235.4815	8542131.645	3265.0533
611	580250.2798	8542131.591	3266.8226
612	580322.8308	8542130.644	3265.4191
613	580324.5306	8542130.034	3264.6006
614	580326.8721	8542129.518	3268.2418

615	580282.0299	8542129.739	3268.995
616	580192.5215	8542129.555	3256.8082
617	580267.5302	8542129.085	3267.7893
618	580010.1516	8542126.524	3252.7706
619	580234.787	8542124.931	3265.6071
620	580003.6693	8542124.937	3252.8099
621	580026.4918	8542124.423	3252.1653
622	580220.5288	8542124.77	3263.2365
623	580247.634	8542124.183	3267.5501
624	580312.8295	8542123.58	3266.1013
625	579984.5465	8542123.471	3254.5821
626	580035.5935	8542123.471	3251.7061
627	580320.8464	8542121.596	3265.7261
628	580322.8637	8542121.303	3264.8279
629	580328.3803	8542121.104	3271.905
630	580233.1003	8542120.136	3265.7524
631	580277.2673	8542118.626	3268.7244
632	580312.2739	8542117.627	3266.3239
633	580320.0526	8542116.992	3265.9161
634	580322.5462	8542116.977	3264.9944
635	580329.3724	8542118.128	3272.469
636	580244.5105	8542118.35	3268.5654
637	580264.0382	8542118.097	3268.4427
638	580243.9482	8542116.002	3268.8479
639	580025.0102	8542113.628	3252.1177
640	580199.415	8542113.658	3259.7958
641	580019.4925	8542111.784	3253.6694
642	580012.2297	8542111.665	3252.8541
643	580320.5289	8542109.928	3266.1081
644	580261.9399	8542110.975	3269.1648
645	580006.0486	8542110.432	3253.092
646	580032.736	8542111.3	3251.8526
647	580227.8341	8542111.117	3263.6432
648	580218.0445	8542109.926	3262.3189
649	580312.0357	8542108.816	3266.5064
650	580331.1584	8542109	3273.3979
651	580270.7704	8542108.494	3269.756
652	580261.5431	8542109.255	3269.3139
653	580243.5768	8542107.942	3268.4211
654	580322.7049	8542107.452	3265.3291
655	580276.0952	8542107.171	3269.5984
656	580270.4066	8542106.377	3269.7585
657	580284.8926	8542104.261	3269.3495
658	580041.8377	8542103.151	3251.9144
659	580321.5872	8542101.291	3266.4085
660	580323.4987	8542101.38	3265.5648
661	580332.2696	8542102.054	3273.7106
662	580294.616	8542100.854	3269.3504
663	580295.0129	8542101.747	3269.6257
664	580214.4726	8542100.798	3260.4039
665	580191.8507	8542101.195	3256.5448
666	580313.4909	8542099.704	3266.8664
667	580302.0409	8542100.609	3269.4371
668	580021.8737	8542099.6	3252.3947
669	580258.2612	8542099.607	3268.7423
670	580226.908	8542099.078	3262.0936

671	580295.2775	8542098.109	3269.2581
672	580009.6896	8542097.179	3252.7118
673	580296.3028	8542096.555	3269.1817
674	580015.5533	8542097.081	3252.6708
675	580334.1746	8542095.268	3273.9921
676	580240.6664	8542095.109	3266.1893
677	580210.3715	8542093.786	3258.4513
678	580324.1272	8542092.163	3266.748
679	580325.6418	8542092.886	3266.0567
680	580272.4341	8542093.275	3268.5165
681	580023.1437	8542090.948	3252.7899
682	580316.031	8542088.988	3267.2116
683	580335.6431	8542088.68	3273.6873
684	580222.9393	8542089.288	3259.224
685	580017.4054	8542089.673	3252.866
686	580328.2612	8542086.854	3266.339
687	580012.0709	8542087.892	3252.9686
688	580254.6893	8542088.098	3266.1009
689	580326.826	8542086.21	3267.1256
690	580311.0368	8542086.388	3268.0386
691	580192.1153	8542084.791	3254.0491
692	580234.0518	8542083.997	3260.2088
693	580318.8885	8542081.606	3267.5239
694	580331.0393	8542081.218	3266.52
695	580337.2703	8542082.012	3273.6362
696	580305.6749	8542081.315	3268.3053
697	580267.7774	8542081.845	3266.5287
698	580329.366	8542080.416	3267.3952
699	580317.0296	8542079.512	3267.3775
700	580202.434	8542079.499	3255.2429
701	580178.8861	8542079.102	3252.2352
702	580322.0635	8542075.574	3267.5726
703	580025.9616	8542074.716	3253.2194
704	580252.1758	8542075.001	3262.4494
705	580215.1341	8542074.339	3256.1684
706	580320.7205	8542073.876	3267.5509
707	580313.1534	8542073.688	3267.5652
708	580016.6747	8542072.85	3253.3343
709	580262.0624	8542072.743	3264.2617
710	580316.8438	8542073.605	3267.5039
711	580021.7005	8542073.679	3253.3385
712	580172.4038	8542070.503	3252.1044
713	580338.5735	8542066.903	3268.003
714	580320.4824	8542067.725	3267.3951
715	580339.4134	8542067.367	3267.7278
716	580340.8422	8542068.598	3269.6337
717	580315.204	8542067.271	3267.3384
718	580227.5695	8542067.989	3257.3565
719	580317.9021	8542067.519	3267.2484
720	579998.7359	8542065.746	3253.7088
721	580195.9517	8542066.534	3254.0548
722	580271.3846	8542063.368	3266.1983
723	580331.1652	8542062.67	3267.827
724	580027.9459	8542062.651	3253.5758
725	580326.2371	8542060.541	3268.7369
726	580020.2069	8542060.865	3253.5726

727	580017.0319	8542059.991	3253.7974
728	580150.9725	8542061.11	3252.3932
729	580024.0818	8542061.376	3253.5399
730	580322.2287	8542058.398	3266.5649
731	580316.2623	8542058.606	3266.9005
732	580248.207	8542058.861	3261.8635
733	580211.2976	8542059.126	3255.0096
734	580318.9605	8542058.391	3266.5084
735	580256.3474	8542057.08	3262.5101
736	580001.4743	8542055.308	3253.7729
737	580265.4315	8542054.769	3264.615
738	580172.1392	8542055.422	3252.5984
739	580288.9794	8542052.785	3264.9864
740	580227.3049	8542053.04	3257.1387
741	580337.5758	8542052.087	3268.0744
742	580345.1548	8542051.967	3268.4291
743	580344.827	8542051.207	3268.366
744	580193.0413	8542052.379	3253.6097
745	580322.7843	8542049.309	3265.7755
746	580330.6028	8542050.262	3268.1689
747	580316.9238	8542050.404	3265.9078
748	580276.2794	8542050.139	3265.5504
749	580319.8865	8542049.792	3265.7432
750	580030.2478	8542048.363	3253.8117
751	580240.1372	8542047.352	3259.712
752	580026.0661	8542047.75	3253.8796
753	580021.2784	8542047.252	3253.0846
754	580210.7684	8542047.087	3255.1831
755	580050.3783	8542044.63	3253.7709
756	580003.8159	8542044.394	3254.468
757	580289.7732	8542044.45	3263.598
758	580265.0346	8542045.376	3263.8703
759	580314.5425	8542042.665	3264.9447
760	580183.7809	8542043.648	3252.8758
761	580228.231	8542042.986	3258.6864
762	580041.6819	8542042.394	3253.7556
763	580331.3965	8542040.777	3267.5068
764	580032.0691	8542041.032	3253.9094
765	580051.0838	8542041.418	3253.6475
766	580277.0731	8542041.672	3263.1658
767	580317.6376	8542041.193	3264.9015
768	580342.6442	8542039.698	3268.3328
769	580320.1252	8542040.023	3264.9074
770	580023.6994	8542039.552	3254.0618
771	580197.8038	8542039.944	3253.8207
772	580166.3183	8542038.621	3252.9711
773	580027.7859	8542039.812	3254.0412
774	580066.4509	8542038.816	3254.0146
775	580042.2737	8542039.552	3253.8791
776	580032.5387	8542037.488	3253.9443
777	580289.3995	8542037.961	3262.8899
778	580266.4898	8542037.307	3262.4941
779	580257.6262	8542038.1	3262.3957
780	580214.0757	8542037.033	3256.1742
781	580024.3741	8542034.988	3254.2133
782	580028.0505	8542035.976	3254.1162

783	580052.9571	8542035.799	3253.919
784	580174.9702	8542034.008	3253.1459
785	580298.5044	8542033.735	3263.5986
786	580280.1159	8542034.132	3262.3849
787	580228.8924	8542034.52	3259.2204
788	580287.9455	8542033.647	3262.6065
789	580041.6858	8542033.418	3254.0936
790	580068.1442	8542033.63	3253.971
791	580349.325	8542031.496	3268.6444
792	580344.7361	8542030.253	3268.4578
793	580306.4537	8542029.882	3264.1159
794	580032.7735	8542030.121	3254.1404
795	580194.2848	8542030.965	3253.1075
796	580283.4232	8542030.295	3262.1085
797	580269.9294	8542029.634	3261.7079
798	580257.4939	8542029.634	3261.3518
799	580342.1645	8542029.618	3268.6318
800	580274.8486	8542031.134	3261.9738
801	580025.6297	8542029.116	3254.2739
802	580309.4355	8542027.964	3263.8804
803	580028.8443	8542029.361	3254.1571
804	580295.4861	8542028.62	3263.1855
805	580055.3384	8542029.291	3254.2769
806	580312.8038	8542026.23	3263.8277
807	580020.973	8542027.528	3254.6716
808	580198.783	8542026.274	3253.2498
809	580042.1621	8542027.227	3254.2231
810	580008.8022	8542025.676	3254.6642
811	580266.2496	8542025.578	3261.2433
812	580165.0483	8542022.896	3253.0897
813	580292.0221	8542023.416	3262.4706
814	580281.1986	8542024.122	3261.9335
815	580276.1471	8542020.77	3261.4576
816	580261.9919	8542022.093	3260.4669
817	580189.8929	8542022.253	3253.2191
818	580065.4084	8542020.877	3254.3511
819	580298.7808	8542019.457	3263.0335
820	580202.3547	8542020.25	3253.6434
821	580288.607	8542019.228	3262.2897
822	580058.344	8542019.131	3254.3992
823	580213.4672	8542017.604	3255.151
824	580193.2796	8542017.173	3253.8021
825	580039.3734	8542017.861	3254.7977
826	580302.0271	8542016.984	3262.9072
827	580049.454	8542016.511	3254.5704
828	580305.2896	8542014.8	3263.0612
829	580185.6859	8542014.032	3253.6298
830	580283.82	8542014.023	3261.8628
831	580273.2611	8542015.127	3261.2687
832	580348.0434	8542012.724	3268.9866
833	580342.9053	8542013.107	3268.7946
834	580028.3814	8542010.171	3254.6613
835	580035.8427	8542011.23	3254.7572
836	580224.1828	8542011.254	3256.7141
837	580269.4002	8542010.054	3261.0622
838	580032.1516	8542010.84	3254.6568

839	580200.053	8542011.458	3254.225
840	580067.3134	8542011.537	3254.3601
841	580292.0604	8542009.191	3262.6768
842	580023.566	8542009.695	3254.9828
843	580279.8757	8542008.777	3261.4693
844	580211.6946	8542008.918	3255.0911
845	580059.9051	8542009.685	3254.4068
846	580012.8768	8542007.631	3254.7838
847	580294.8833	8542006.797	3262.149
848	580188.1996	8542007.648	3254.1024
849	580232.5467	8542006.959	3258.5274
850	580051.5707	8542007.701	3254.5981
851	580297.4579	8542004.64	3262.0796
852	580180.3679	8542006.166	3253.9995
853	580201.1113	8542005.108	3254.9092
854	580355.121	8542004.522	3269.7704
855	580172.4567	8542002.919	3254.0133
856	580274.4273	8542003.572	3261.0619
857	580261.8596	8542003.44	3260.1601
858	580238.8672	8542001.993	3259.0223
859	580344.5986	8542001.677	3269.1137
860	580190.3163	8542001.509	3254.8476
861	580221.643	8542002.144	3256.221
862	580347.3819	8542000.884	3269.6626
863	580161.6087	8542000.538	3254.071
864	580230.3213	8542000.874	3258.44
865	580069.5624	8542000.954	3254.377
866	580355.0549	8541998.437	3270.1182
867	580211.2182	8541997.892	3254.9302
868	580101.019	8541997.76	3253.6806
869	580180.3679	8541998.334	3254.5582
870	580062.0218	8541998.572	3254.4958
871	580281.3183	8541995.75	3261.829
872	580220.0818	8541996.437	3256.0178
873	580201.1113	8541996.218	3255.3142
874	580054.3488	8541996.985	3254.8889
875	580236.2214	8541994.982	3258.9695
876	580190.8453	8541994.585	3255.3419
877	580138.0608	8541994.585	3253.6011
878	580268.1017	8541995.283	3260.6711
879	580171.2662	8541995.583	3254.1156
880	580228.628	8541994.101	3257.9573
881	580110.1601	8541995.177	3253.5159
882	580118.4816	8541993.527	3253.5472
883	580283.5062	8541993.039	3261.5942
884	580126.2468	8541992.214	3253.4632
885	580133.0202	8541993.484	3253.5219
886	580286.0808	8541991.147	3261.6191
887	580244.7853	8541991.023	3260.2752
888	580169.5463	8541988.896	3254.2644
889	580158.4337	8541989.558	3254.223
890	580260.9335	8541989.814	3260.4421
891	580342.5878	8541989.295	3270.2575
892	580287.621	8541989.713	3262.0232
893	580180.1562	8541989.656	3254.8999
894	580210.0013	8541990.079	3255.3296

895	580097.6718	8541990.097	3253.9066
896	580345.0007	8541988.25	3270.8462
897	580240.1286	8541987.425	3260.1914
898	580248.1719	8541988.06	3260.2381
899	580200.8996	8541987.539	3255.4854
900	580103.5985	8541987.557	3253.7615
901	580353.5997	8541985.075	3271.4116
902	580359.2847	8541985.709	3271.184
903	580039.7056	8541985.036	3255.4341
904	580191.3746	8541985.634	3255.386
905	580113.1235	8541985.652	3253.8452
906	580029.7572	8541984.189	3255.7727
907	580033.0381	8541984.295	3255.4376
908	580036.3849	8541984.514	3255.4887
909	580180.7913	8541983.518	3255.0684
910	580120.7435	8541983.959	3254.028
911	580136.6185	8541983.747	3254.0381
912	580270.0999	8541982.786	3261.6426
913	580018.203	8541982.681	3255.3455
914	580208.8281	8541982.679	3255.8983
915	580159.2806	8541981.498	3254.2847
916	580170.0756	8541982.927	3254.3131
917	580129.8452	8541982.9	3254.1019
918	580272.6583	8541979.677	3261.344
919	580242.5628	8541980.969	3260.4286
920	580352.2733	8541978.764	3271.8794
921	580094.5367	8541979.636	3254.3705
922	580192.1064	8541978.445	3255.497
923	580336.8199	8541978.375	3271.3197
924	580236.7419	8541979.487	3260.1651
925	580199.8413	8541979.073	3255.7865
926	580102.3285	8541978.879	3254.0497
927	580274.8095	8541977.177	3261.6931
928	580135.1504	8541976.196	3254.4025
929	580118.6139	8541977.123	3254.2154
930	580181.4263	8541976.533	3255.0621
931	580208.0963	8541976.956	3256.2813
932	580079.3758	8541977.781	3254.8112
933	580110.5835	8541977.82	3254.1719
934	580128.5752	8541976.55	3254.3047
935	580340.7673	8541974.624	3271.5648
936	580360.6077	8541975.853	3271.5731
937	580262.5328	8541975.642	3261.3556
938	580257.8232	8541974.478	3261.3923
939	580275.5956	8541975.902	3261.5643
940	580349.4325	8541973.169	3271.916
941	580068.0783	8541974.08	3255.5559
942	580171.1514	8541973.365	3254.472
943	580333.5655	8541974.168	3271.986
944	580263.7947	8541973.46	3261.3613
945	580198.5713	8541973.146	3255.8602
946	580337.655	8541971.951	3272.031
947	580265.602	8541971.303	3261.4173
948	580247.187	8541971.514	3260.9968
949	580156.9697	8541971.249	3254.3765
950	580259.1645	8541971.74	3261.2725

951	580190.3956	8541971.973	3255.9285
952	580181.6379	8541971.029	3255.3778
953	580092.1684	8541971.259	3254.5368
954	580098.7301	8541971.682	3254.3678
955	580107.1968	8541970.835	3254.2893
956	580260.3632	8541969.451	3261.3506
957	580205.662	8541969.317	3256.5344
958	580247.9197	8541969.094	3260.8858
959	580117.1452	8541969.777	3254.6162
960	580232.2644	8541968.445	3260.2486
961	580266.8247	8541968.719	3261.6081
962	580198.3596	8541967.643	3256.0938
963	580079.6404	8541968.454	3256.6072
964	580248.1395	8541966.699	3260.7369
965	580233.4999	8541966.316	3260.1452
966	580171.3456	8541966.734	3254.6237
967	580336.4679	8541965.033	3272.3132
968	580234.8044	8541963.842	3259.887
969	580221.4968	8541965.168	3259.8015
970	580188.1994	8541964.687	3255.6172
971	580069.4013	8541964.687	3255.8693
972	580325.2311	8541964.008	3272.6138
973	580261.9828	8541964.988	3263.1596
974	580155.9468	8541964.67	3254.6556
975	580097.4601	8541964.274	3254.6852
976	580107.1968	8541963.85	3254.7149
977	580327.0055	8541962.492	3272.6533
978	580036.1002	8541961.848	3256.4927
979	580044.6198	8541962.747	3256.4844
980	580113.7191	8541963.232	3254.7013
981	580088.4513	8541963.496	3255.0227
982	580222.2551	8541962.612	3259.5467
983	580040.0891	8541962.421	3256.4614
984	580182.4846	8541962.986	3255.3288
985	580343.6778	8541960.072	3272.6759
986	580223.4273	8541960.19	3259.3349
987	580024.3527	8541960.472	3256.046
988	580033.9306	8541961.689	3256.6946
989	580171.1338	8541960.718	3254.6434
990	580250.7909	8541960.358	3263.7513
991	580207.7339	8541959.412	3259.1012
992	580154.5973	8541957.94	3254.8265
993	580320.0717	8541958.134	3272.8539
994	580208.629	8541956.129	3259.0129
995	580240.7896	8541954.96	3263.3021
996	580327.009	8541953.127	3273.1388
997	580352.8024	8541953.165	3265.6099
998	580320.6555	8541954.224	3273.279
999	580209.7219	8541954.369	3259.0314
1000	580189.8993	8541952.732	3258.7858
1001	580272.8419	8541952.324	3266.9809
1002	580224.7823	8541949.735	3259.8587
1003	580333.9543	8541948.166	3273.5371
1004	580190.9576	8541948.101	3259.0788
1005	580173.4289	8541948.432	3258.5606
1006	580256.7023	8541947.826	3266.2129

1007	580154.9742	8541946.448	3258.6941
1008	580316.9548	8541944.329	3274.005
1009	580174.818	8541944.794	3258.7173
1010	580211.2885	8541945.501	3260.6305
1011	580340.6316	8541943.739	3267.8798
1012	580368.9421	8541942.78	3266.2122
1013	580137.5778	8541943.306	3258.4725
1014	580127.207	8541943.593	3258.6417
1015	580110.1934	8541943.471	3258.8135
1016	580241.0918	8541943.989	3265.0142
1017	580324.0324	8541938.773	3274.2536
1018	580345.6918	8541939.506	3266.1394
1019	580299.3565	8541939.208	3274.4884
1020	580156.1648	8541940.23	3258.8446
1021	580110.1603	8541938.874	3258.4105
1022	580083.9004	8541940.098	3259.3404
1023	580227.7303	8541940.153	3266.258
1024	580030.0148	8541939.782	3260.1455
1025	580039.4339	8541939.094	3259.4284
1026	580275.1855	8541939.628	3269.5405
1027	580137.5447	8541937.981	3258.4018
1028	580125.8038	8541937.981	3258.3847
1029	580044.587	8541937.815	3259.2936
1030	580259.5221	8541938.146	3268.7627
1031	580306.1069	8541936.392	3274.8257
1032	580326.8402	8541935.703	3272.0708
1033	580085.3886	8541935.434	3258.8453
1034	580062.5352	8541936.361	3259.1974
1035	580050.0336	8541936.261	3259.3949
1036	580209.7386	8541935.523	3266.3159
1037	580245.3775	8541936.791	3269.5359
1038	580353.3316	8541934.975	3261.9213
1039	580292.0435	8541934.895	3274.6595
1040	580065.4787	8541932.392	3259.1592
1041	580231.1958	8541931.923	3271.8895
1042	580293.473	8541931.034	3275.6867
1043	580049.769	8541931.267	3259.8693
1044	580032.6112	8541930.803	3260.2715
1045	580279.0789	8541930.926	3274.4256
1046	580039.4276	8541931.068	3259.8783
1047	580310.0095	8541929.05	3275.2969
1048	580265.8497	8541928.545	3275.0859
1049	580280.4422	8541927.198	3276.3808
1050	580311.5274	8541926.905	3274.9149
1051	580335.5053	8541926.674	3264.7714
1052	580192.5407	8541927.85	3270.1126
1053	580050.6089	8541926.304	3260.7637
1054	580087.2273	8541927.627	3261.3404
1055	580316.3891	8541926.078	3272.6847
1056	580249.7101	8541925.899	3277.2207
1057	580212.1458	8541925.15	3273.491
1058	580041.5602	8541924.558	3262.1012
1059	580296.5818	8541923.361	3276.0764
1060	580266.5516	8541924.023	3277.0673
1061	580313.2802	8541923.003	3271.1978
1062	580156.1604	8541922.69	3269.5817

1063	580235.9517	8541923.253	3278.1239
1064	580251.4041	8541921.244	3277.8759
1065	580297.0745	8541921.779	3275.5011
1066	580309.8737	8541921.581	3275.5592
1067	580035.8452	8541922.653	3265.0685
1068	580057.0119	8541922.494	3262.2512
1069	580282.8896	8541919.326	3276.5889
1070	580322.3753	8541920.754	3268.2861
1071	580177.1948	8541920.309	3271.8017
1072	580112.7687	8541919.515	3268.5574
1073	580236.5213	8541918.268	3278.8999
1074	580283.6138	8541917.579	3275.7198
1075	580317.7782	8541918.802	3267.7782
1076	580090.1467	8541918.325	3267.278
1077	580214.2558	8541917.961	3279.1267
1078	580100.5972	8541918.588	3268.1913
1079	580193.9424	8541918.165	3275.2905
1080	580042.936	8541918.102	3263.2515
1081	580268.7344	8541916.416	3277.2521
1082	580312.9164	8541916.454	3271.7911
1083	580062.9385	8541916.514	3264.1027
1084	580036.4272	8541916.991	3266.8928
1085	580215.2884	8541913.836	3280.2746
1086	580269.4172	8541914.671	3276.4629
1087	580253.1901	8541913.175	3277.9532
1088	580285.9619	8541912.684	3277.4315
1089	580253.6744	8541911.364	3277.2196
1090	580301.4732	8541911.163	3276.0621
1091	580194.6766	8541910.553	3280.3596
1092	580071.2152	8541911.158	3266.8136
1093	580180.3957	8541910.968	3276.7758
1094	580039.6552	8541910.27	3267.1962
1095	580045.0527	8541911.858	3264.1654
1096	580238.8364	8541910.198	3278.7705
1097	580239.5192	8541908.453	3278.031
1098	580138.9625	8541908.8	3269.4151
1099	580068.3829	8541909.637	3266.4896
1100	580198.0905	8541907.354	3281.4905
1101	580065.8573	8541908.38	3266.7753
1102	580217.2728	8541905.435	3279.9602
1103	580256.3864	8541905.543	3283.4492
1104	580272.7245	8541906.469	3281.9301
1105	580289.5338	8541905.441	3281.6522
1106	580218.1541	8541903.757	3279.43
1107	580054.2013	8541903.498	3264.8904
1108	580151.609	8541903.983	3271.1379
1109	580116.4728	8541902.185	3276.4301
1110	580181.1828	8541901.557	3282.3178
1111	580076.7714	8541902.096	3268.9958
1112	580102.7139	8541902.713	3274.4682
1113	580203.6468	8541900.408	3280.8675
1114	580242.9588	8541901.177	3284.7497
1115	580275.7672	8541899.788	3288.684
1116	580040.1254	8541900.429	3270.7031
1117	580074.1917	8541900.377	3269.1552
1118	580184.3597	8541898.027	3282.3396

1119	580204.9249	8541898.664	3280.4466
1120	580220.7999	8541899.127	3281.7673
1121	580093.0572	8541897.952	3274.1911
1122	580143.7773	8541899.115	3272.8634
1123	580161.3662	8541896.954	3274.8461
1124	580263.0672	8541894.033	3291.8948
1125	580057.3774	8541893.577	3266.3355
1126	580189.7175	8541891.413	3281.9507
1127	580210.2165	8541891.586	3286.0359
1128	580044.5187	8541891.196	3269.8225
1129	580084.4444	8541891.579	3271.6456
1130	580191.1004	8541889.932	3281.1702
1131	580226.0916	8541890.395	3288.5554
1132	580147.9583	8541889.088	3277.7463
1133	580166.8953	8541889.651	3279.7832
1134	580249.1765	8541888.543	3291.1491
1135	580071.9813	8541888.047	3267.7072
1136	580170.5995	8541887.799	3282.7944
1137	580081.2694	8541888.404	3273.2126
1138	580172.9164	8541885.79	3283.0698
1139	580196.9212	8541884.839	3286.5357
1140	580058.9279	8541883.769	3269.9032
1141	580089.4904	8541884.72	3273.2617
1142	580179.5972	8541882.284	3282.8454
1143	580156.9067	8541881.816	3279.2513
1144	580181.3418	8541880.421	3281.996
1145	580231.5817	8541880.341	3295.1349
1146	580046.0521	8541880.109	3274.9011
1147	580084.9629	8541881.07	3272.1938
1148	580205.6525	8541878.026	3290.5671
1149	580129.4374	8541876.52	3279.1442
1150	580222.5858	8541876.108	3295.8784
1151	580073.8875	8541875.955	3268.7644
1152	580094.1308	8541876.036	3275.2298
1153	580160.1484	8541873.2	3283.8886
1154	580157.6084	8541874.47	3283.0535
1155	580088.9714	8541873.192	3272.5538
1156	580161.5393	8541872.429	3283.8248
1157	580187.6919	8541872.682	3286.5012
1158	580213.3254	8541871.081	3293.1731
1159	580061.4679	8541871.704	3274.7599
1160	580167.6248	8541869.121	3283.7785
1161	580049.1224	8541868.335	3280.6868
1162	580099.9363	8541865.871	3277.3864
1163	580074.2038	8541864.234	3275.3991
1164	580146.3371	8541862.326	3284.1942
1165	580194.5261	8541861.627	3292.2862
1166	580148.3215	8541860.897	3284.6727
1167	580149.5493	8541859.936	3284.7371
1168	580062.8966	8541860.115	3281.2478
1169	580153.9943	8541855.385	3285.0381
1170	580051.8729	8541855.662	3284.5562
1171	580137.1296	8541854.627	3285.3001
1172	580139.7068	8541851.628	3285.4298
1173	580173.698	8541851.991	3293.4484
1174	580138.7131	8541853.139	3285.4986

1175	580098.3621	8541846.609	3281.4381
1176	580124.3328	8541846.311	3286.4496
1177	580070.2362	8541846.269	3278.397
1178	580144.1518	8541845.119	3285.8894
1179	580125.6202	8541844.792	3286.6122
1180	580126.6363	8541843.373	3286.416
1181	580053.8849	8541843.57	3285.5563
1182	580113.7768	8541841.995	3287.0411
1183	580115.1427	8541839.752	3287.3259
1184	580115.7355	8541838.505	3287.2433
1185	580130.3405	8541836.758	3286.7271
1186	580070.8277	8541835.874	3282.307
1187	580103.6333	8541837.212	3288.249
1188	580105.0463	8541834.007	3287.9463
1189	580131.5488	8541835.019	3286.0267
1190	580086.932	8541834.65	3285.8344
1191	580104.3927	8541835.057	3288.0383
1192	580132.951	8541833.299	3291.6573
1193	580118.8046	8541831.731	3287.3862
1194	580056.1698	8541831.694	3286.9194
1195	580091.0762	8541828.503	3288.7631
1196	580119.8277	8541829.78	3286.7777
1197	580090.7348	8541829.592	3288.9583
1198	580107.745	8541827.498	3287.9763
1199	580120.9389	8541827.796	3293.4525
1200	580108.6622	8541825.468	3287.2135
1201	580075.8325	8541824.851	3289.9255
1202	580094.0396	8541822.047	3288.8208
1203	580075.0248	8541821.862	3289.7885
1204	580110.0381	8541822.901	3294.4441
1205	580094.8245	8541819.858	3288.0296
1206	580095.9093	8541816.657	3293.4243
1207	580076.2154	8541814.56	3289.9583
1208	580060.314	8541814.004	3290.9073
1209	580076.9563	8541811.993	3289.0853
1210	580061.7427	8541808.818	3290.856
1211	580078.0217	8541808.042	3292.748
1212	580062.9333	8541806.781	3290.8499
1213	580063.937	8541802.161	3291.8044

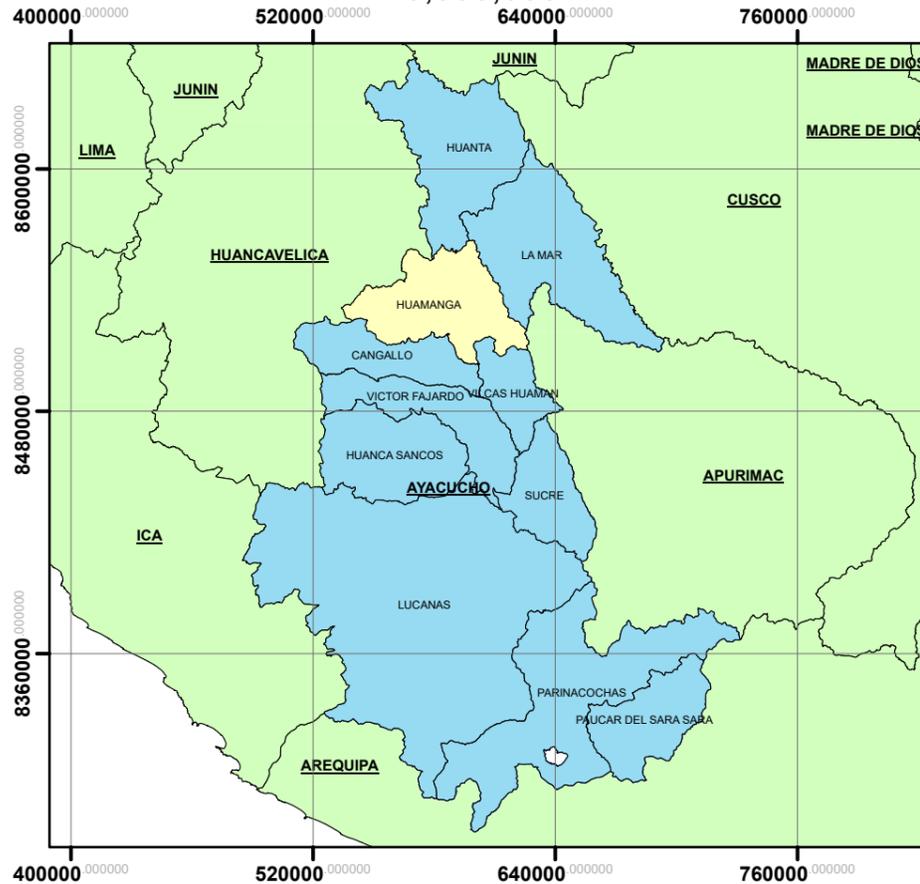
#

ANEXO 05

PLANOS

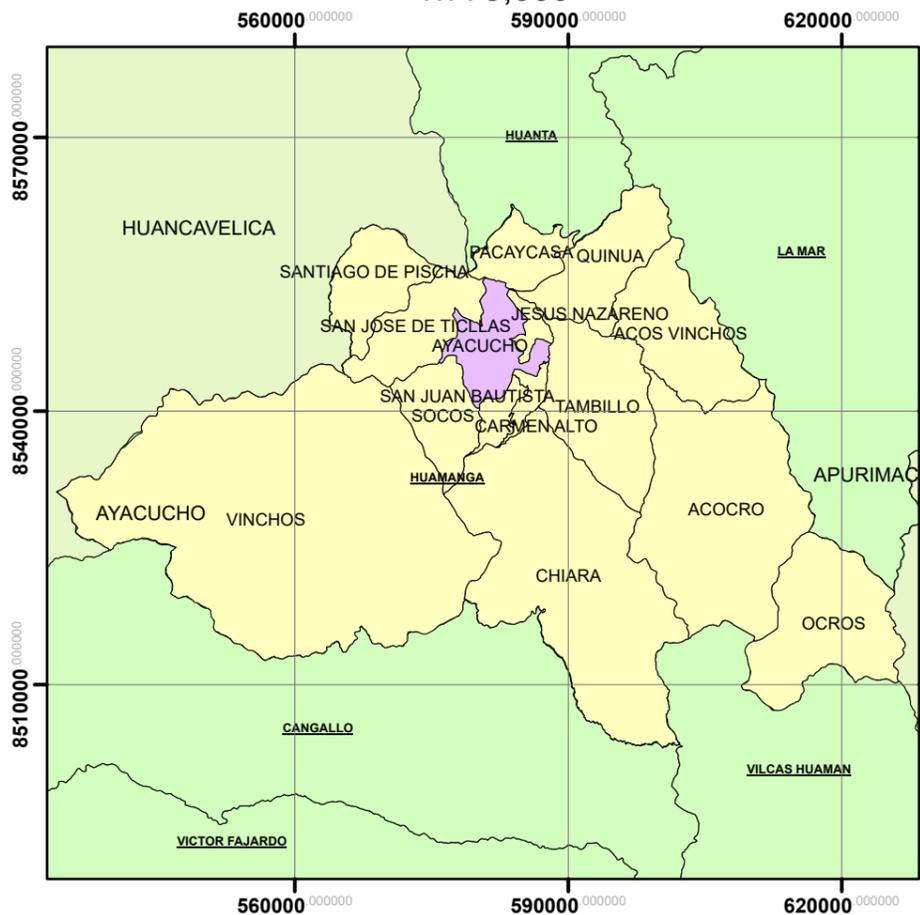
REGION AYACUCHO

1:3,500,000



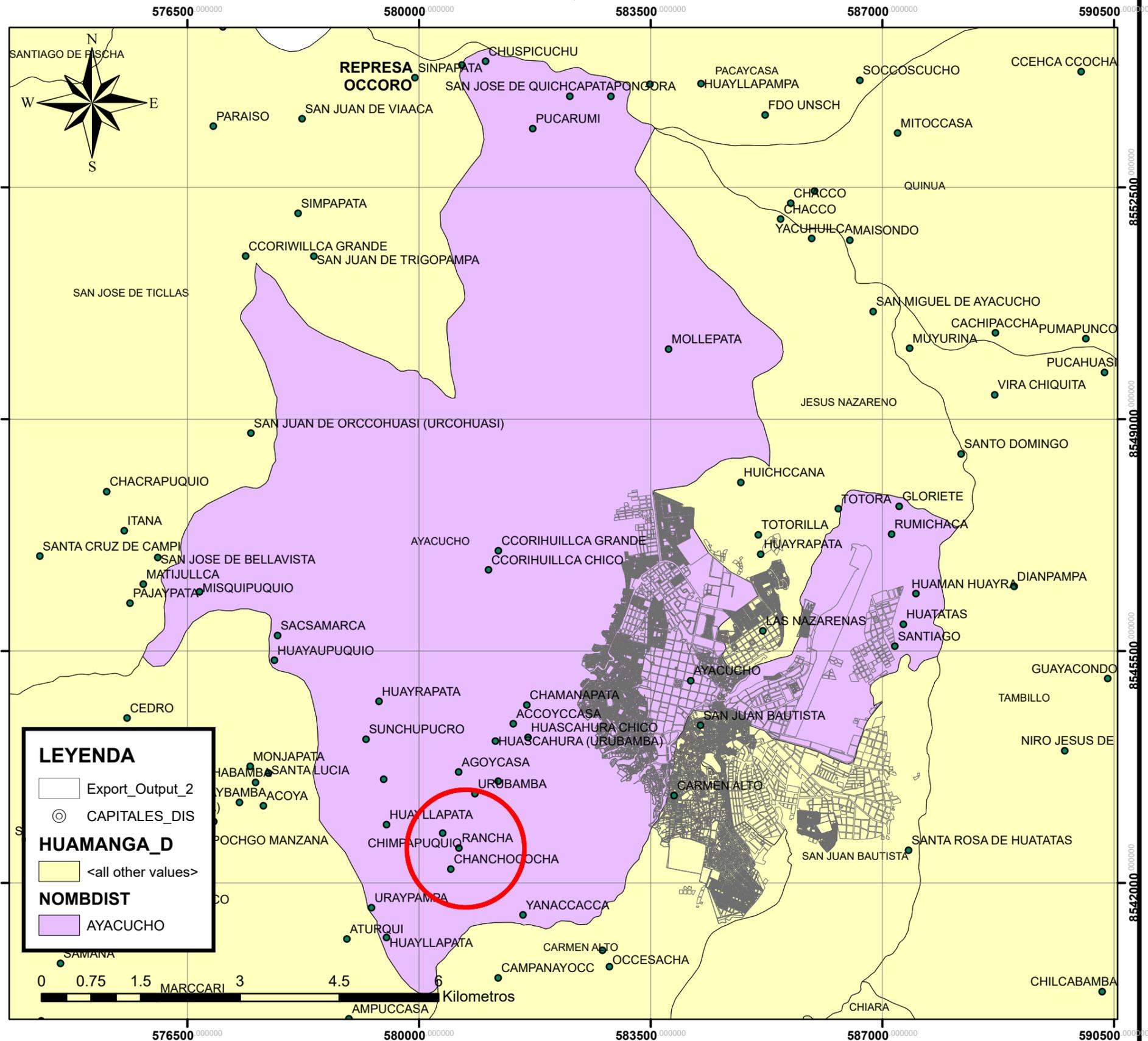
PROVINCIA DE HUAMANGA

1:775,000



DISTRITO DE AYACUCHO

1:65,000



UNIVERSIDAD PERUANA
DEL CENTRO

Proyecto:
ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO - ECONÓMICO ENTRE
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AEROFOTOGRAMÉTRICO
USANDO DRONES Y EL MÉTODO TRADICIONAL

Elaborado: BCG Esc: INDICADA

Proyeccion: UTM Datum WGS 84 Fecha:

MAPA

UBICACION DE LA
INVESTIGACION

MAPA N°

UB-01

MAPA DE PUNTOS PRUEBA

580000 580070 580140 1:1,500 580210 580280



PUNTOS PRUEBA CAPTURADOS CON DRONE WGS 84 UTM ZONA 18S				
N	ESTE	NORTE	COTA	DESCR
0	580116.792	8542258.509	3254.600	P
1	580046.602	8542243.779	3256.720	P
2	580104.931	8542241.263	3252.490	P
3	580155.255	8542230.903	3258.160	P
4	580063.454	8542227.498	3252.330	GPC
5	580123.883	8542227.161	3252.280	P
6	580105.675	8542221.702	3251.710	P
7	580083.068	8542221.392	3251.600	P
8	580139.966	8542212.958	3254.800	P
9	580058.978	8542212.288	3251.860	P
10	580074.895	8542210.633	3251.200	P
11	580195.124	8542205.547	3261.040	P
12	580175.530	8542202.539	3264.410	P
13	580133.316	8542194.704	3251.990	P
14	580176.585	8542190.555	3260.450	P
15	580164.333	8542187.948	3251.180	P
16	580061.471	8542187.591	3251.820	P
17	580229.308	8542187.000	3263.850	P
18	580051.898	8542186.427	3251.890	P
19	580259.032	8542185.294	3265.470	P
20	580295.152	8542183.658	3267.090	P
21	579988.927	8542180.422	3253.730	P
22	580197.212	8542178.175	3257.360	P
23	580147.645	8542172.425	3253.020	P
24	580265.323	8542171.886	3267.390	P
25	580043.915	8542166.436	3251.840	P
26	580052.328	8542162.521	3251.770	P
27	580168.444	8542160.846	3254.060	P
28	580224.546	8542159.620	3270.490	P
29	580286.203	8542159.620	3270.490	P
30	579995.617	8542157.620	3253.980	P
31	580127.999	8542153.158	3251.470	P
32	580205.327	8542151.277	3258.730	GPC
33	580246.280	8542150.670	3255.970	P
34	580310.574	8542148.080	3271.410	P
35	580036.935	8542146.475	3251.820	GPC
36	580192.319	8542146.232	3256.110	P
37	580001.227	8542136.936	3253.330	P
38	580054.197	8542135.390	3251.780	P
39	580323.174	8542132.751	3265.380	P
40	580298.376	8542130.800	3270.720	P
41	580105.177	8542129.373	3251.830	P
42	580129.516	8542128.260	3251.670	P
43	580068.834	8542127.168	3251.500	P
44	580224.232	8542125.968	3263.740	P
45	580085.335	8542123.231	3251.540	P
46	580046.419	8542116.576	3251.780	P
47	580108.189	8542114.720	3251.710	P
48	580242.438	8542110.626	3268.710	P
49	580189.154	8542109.933	3257.000	P
50	580320.779	8542107.429	3266.240	P
51	580204.196	8542107.016	3261.160	P
52	580020.404	8542106.649	3252.410	P
53	580152.847	8542105.207	3251.560	P
54	580082.574	8542100.849	3251.710	P
55	580113.281	8542098.750	3252.060	P
56	580013.914	8542088.430	3252.890	P
57	580169.086	8542087.256	3251.600	P
58	580127.972	8542085.304	3252.060	P
59	580327.102	8542084.508	3267.220	GPC
60	580150.973	8542080.442	3251.400	P
61	580050.466	8542078.494	3252.230	P
62	580139.067	8542066.477	3252.440	P
63	580324.403	8542064.897	3268.550	P
64	580133.340	8542064.478	3252.450	P
65	580021.110	8542063.053	3253.540	P
66	580103.691	8542055.791	3252.340	P
67	580075.281	8542043.204	3253.710	P
68	580129.711	8542040.990	3252.620	P
69	580026.442	8542029.872	3254.270	P
70	580166.300	8542028.794	3252.980	P
71	580109.875	8542028.630	3252.680	P
72	580143.868	8542028.110	3252.880	GPC
73	580392.303	8542012.714	3262.990	P
74	580142.987	8542007.849	3253.960	P
75	580196.799	8542007.517	3254.420	P
76	580030.413	8542003.337	3254.830	P
77	580172.187	8541982.783	3254.470	P
78	580194.452	8541972.358	3255.700	P
79	580283.161	8541970.534	3261.430	P
80	580233.830	8541963.987	3260.060	P
81	580037.398	8541954.303	3257.070	GPC
82	580334.424	8541949.215	3273.490	P
83	580040.060	8541939.876	3259.160	P
84	580297.273	8541923.861	3276.040	GPC
85	580235.294	8541909.479	3278.980	P

PUNTOS PRUEBA CAPTURADOS CON ESTACION TOTAL WGS 84 UTM ZONA 18S				
N	ESTE	NORTE	COTA	DESCR
0	580116.847	8542258.473	3254.540	P
1	580046.640	8542243.777	3255.709	P
2	580105.014	8542241.271	3252.423	P
3	580155.302	8542230.901	3258.134	P
4	580063.469	8542227.503	3252.310	GPC
5	580123.911	8542227.133	3252.245	P
6	580105.710	8542221.711	3251.698	P
7	580083.123	8542221.428	3251.608	P
8	580139.969	8542212.932	3254.746	P
9	580059.012	8542212.290	3251.822	P
10	580074.914	8542210.656	3251.233	P
11	580195.204	8542205.537	3261.044	P
12	580175.594	8542202.553	3264.434	P
13	580133.344	8542194.700	3251.943	P
14	580176.612	8542190.515	3260.280	P
15	580164.346	8542187.933	3257.100	P
16	580061.436	8542187.614	3251.133	P
17	580229.369	8542186.964	3263.856	P
18	580051.907	8542186.459	3251.901	P
19	580259.147	8542185.237	3265.501	P
20	580295.303	8542183.627	3267.092	P
21	579989.146	8542180.487	3253.718	P
22	580197.297	8542178.137	3257.380	P
23	580147.643	8542172.397	3252.985	P
24	580265.433	8542171.853	3267.361	P
25	580143.906	8542166.486	3251.861	P
26	580052.318	8542162.551	3251.733	P
27	580168.495	8542160.786	3254.059	P
28	580224.601	8542160.737	3261.917	P
29	580286.283	8542159.594	3270.463	P
30	579995.698	8542157.695	3253.959	P
31	580127.980	8542153.158	3251.383	P
32	580205.347	8542151.235	3258.711	GPC
33	580246.347	8542150.615	3255.995	P
34	580310.578	8542147.695	3271.320	P
35	580036.915	8542146.548	3251.816	GPC
36	580192.342	8542146.195	3256.144	P
37	580001.253	8542136.993	3253.329	P
38	580054.164	8542135.366	3251.705	P
39	580323.255	8542132.740	3265.295	P
40	580298.391	8542130.672	3270.689	P
41	580105.134	8542129.322	3251.773	P
42	580129.481	8542128.253	3251.676	P
43	580068.820	8542127.134	3251.491	P
44	580224.250	8542125.923	3263.749	P
45	580085.327	8542123.242	3251.408	P
46	580046.346	8542116.524	3251.787	P
47	580108.153	8542114.666	3251.685	P
48	580242.385	8542110.535	3268.688	P
49	580189.137	8542109.865	3257.009	P
50	580320.815	8542107.366	3266.102	P
51	580204.173	8542106.954	3261.213	P
52	580020.342	8542106.704	3252.474	P
53	580152.792	8542105.136	3251.471	P
54	580082.591	8542101.848	3251.670	P
55	580113.225	8542098.724	3252.090	P
56	580013.818	8542088.496	3252.859	P
57	580169.068	8542087.217	3251.612	P
58	580127.956	8542085.299	3252.043	P
59	580327.108	8542084.551	3267.161	GPC
60	580150.925	8542080.416	3251.356	P
61	580050.350	8542078.545	3252.301	P
62	580138.984	8542066.448	3252.420	P
63	580324.322	8542064.796	3268.568	P
64	580133.263	8542064.484	3252.437	P
65	580020.342	8542063.108	3253.538	P
66	580103.598	8542055.788	3252.335	P
67	580075.107	8542043.249	3253.679	P
68	580129.636	8542040.940	3252.611	P
69	580026.171	8542029.966	3254.251	P
70	580166.267	8542028.741	3252.973	P
71	580109.738	8542028.649	3252.690	P
72	580143.786	8542028.064	3252.879	GPC
73	580302.227	8542012.603	3262.649	P
74	580142.900	8542007.777	3253.341	P
75	580196.733	8542007.444	3254.415	P
76	580030.144	8542003.449	3254.828	P
77	580172.087	8541982.688	3254.544	P
78	580194.423	8541972.280	3255.802	P
79	580263.035	8541970.446	3261.470	P
80	580233.762	8541963.996	3260.081	P
81	580037.517	8541954.344	3257.053	GPC
82	580334.424	8541949.228	3273.549	P
83	580040.099	8541939.765	3259.160	P
84	580297.289	8541923.840	3276.079	GPC
85	580235.282	8541909.370	3279.080	P

LEYENDA

- PUNTOS DRON
- PUNTOS ESTACION



UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO

PROY: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO - ECONÓMICO ENTRE EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AEROFOTOGRAMÉTRICO USANDO DRONES Y EL MÉTODO TRADICIONAL CON ESTACION TOTAL

Elaborado: BCG Esc: INDICADA

Proyeccion: UTM Datum WGS 84 Fecha: ABR 2021

MAPA
MAPA DE PUNTOS PRUEBA

MAPA N°
PB-01

MAPA DE PUNTOS PRUEBA POR COBERTURA

580000 580070 580140 1:1,500 580210 580280



PUNTOS PRUEBA CAPTURADOS CON DRONE WGS 84 UTM ZONA 18S				
N	ESTE	NORTE	COTA	DESCR
0	580116.792	8542258.509	3254.600	P
1	580046.602	8542243.779	3255.720	P
2	580104.931	8542241.263	3252.490	P
3	580155.255	8542230.903	3258.160	P
4	580063.454	8542227.498	3252.330	GPC
5	580123.883	8542227.161	3252.280	P
6	580105.675	8542221.702	3251.710	P
7	580083.068	8542221.392	3251.600	P
8	580139.966	8542212.958	3254.800	P
9	580058.978	8542212.288	3251.860	P
10	580074.895	8542210.633	3251.200	P
11	580195.124	8542205.547	3261.040	P
12	580175.530	8542202.539	3264.410	P
13	580133.316	8542194.704	3251.990	P
14	580176.585	8542190.565	3260.450	P
15	580164.333	8542187.948	3271.220	P
16	580061.471	8542187.591	3251.180	P
17	580229.308	8542187.000	3263.850	P
18	580051.898	8542186.427	3251.890	P
19	580259.032	8542185.294	3265.470	P
20	580295.152	8542183.658	3267.090	P
21	579988.927	8542180.422	3253.730	P
22	580197.212	8542178.175	3257.360	P
23	580147.645	8542172.425	3253.020	P
24	580265.323	8542171.886	3267.390	P
25	580043.915	8542166.436	3251.840	P
26	580052.328	8542162.521	3251.770	P
27	580168.444	8542160.846	3254.060	P
28	580224.546	8542160.778	3261.930	P
29	580286.203	8542159.620	3270.490	P
30	579995.617	8542157.620	3253.980	P
31	580127.999	8542153.158	3251.470	P
32	580205.327	8542151.277	3258.730	GPC
33	580246.280	8542150.670	3255.970	P
34	580310.574	8542148.080	3271.410	P
35	580036.935	8542146.475	3251.820	GPC
36	580192.319	8542146.232	3256.110	P
37	580001.227	8542136.936	3253.330	P
38	580054.197	8542135.300	3251.780	P
39	580323.174	8542132.751	3265.380	P
40	580298.376	8542130.800	3270.720	P
41	580105.177	8542129.373	3251.830	P
42	580129.516	8542128.260	3251.670	P
43	580068.834	8542127.168	3251.500	P
44	580224.232	8542125.968	3263.740	P
45	580085.335	8542123.231	3251.540	P
46	580046.419	8542116.576	3251.780	P
47	580108.189	8542114.720	3251.710	P
48	580242.438	8542110.626	3268.710	P
49	580189.154	8542109.933	3257.000	P
50	580320.779	8542107.429	3266.240	P
51	580204.196	8542107.016	3261.160	P
52	580200.404	8542106.649	3252.410	P
53	580152.847	8542105.207	3251.560	P
54	580082.574	8542101.849	3251.710	P
55	580113.281	8542098.750	3252.060	P
56	580013.914	8542088.430	3252.890	P
57	580169.086	8542087.256	3251.600	P
58	580127.972	8542085.304	3252.060	P
59	580327.102	8542084.508	3267.220	GPC
60	580150.973	8542080.442	3251.400	P
61	580050.466	8542078.494	3252.230	P
62	580139.067	8542066.477	3252.440	P
63	580324.403	8542064.897	3268.550	P
64	580133.340	8542064.478	3252.450	P
65	580021.110	8542063.053	3253.540	P
66	580103.691	8542055.791	3252.340	P
67	580075.281	8542043.204	3253.710	P
68	580129.711	8542040.990	3252.620	P
69	580026.442	8542029.872	3254.270	P
70	580166.300	8542028.794	3252.980	P
71	580109.875	8542028.630	3252.680	P
72	580143.868	8542028.110	3252.880	GPC
73	580092.303	8542015.274	3262.990	P
74	580142.987	8542011.849	3253.860	P
75	580196.799	8542007.517	3254.420	P
76	580030.413	8542003.337	3254.830	P
77	580172.187	8541982.783	3254.470	P
78	580194.452	8541972.358	3255.700	P
79	580283.161	8541970.534	3261.430	P
80	580233.830	8541963.987	3260.060	P
81	580037.398	8541954.303	3257.070	GPC
82	580334.424	8541949.215	3273.490	P
83	580040.060	8541939.876	3259.160	P
84	580297.273	8541923.861	3276.040	GPC
85	580235.294	8541909.479	3278.980	P

PUNTOS PRUEBA CAPTURADOS CON ESTACION TOTAL WGS 84 UTM ZONA 18S				
N	ESTE	NORTE	COTA	DESCR
0	580116.847	8542258.473	3254.540	P
1	580046.640	8542243.777	3255.709	P
2	580105.014	8542241.271	3252.423	P
3	580155.302	8542230.901	3258.134	P
4	580063.469	8542227.503	3252.310	GPC
5	580123.911	8542227.133	3252.245	P
6	580105.710	8542221.711	3251.696	P
7	580083.123	8542221.428	3251.608	P
8	580139.969	8542212.932	3254.746	P
9	580059.012	8542212.290	3251.822	P
10	580074.914	8542210.656	3251.233	P
11	580195.204	8542205.537	3261.044	P
12	580175.594	8542202.553	3264.434	P
13	580133.344	8542194.700	3251.943	P
14	580176.612	8542190.515	3260.280	P
15	580164.346	8542187.933	3257.100	P
16	580061.436	8542187.614	3251.133	P
17	580229.369	8542186.964	3263.856	P
18	580051.907	8542186.459	3251.901	P
19	580259.147	8542185.237	3265.501	P
20	580295.303	8542183.627	3267.092	P
21	579989.146	8542180.487	3253.718	P
22	580197.297	8542178.137	3257.380	P
23	580147.643	8542172.397	3252.985	P
24	580265.433	8542171.853	3267.361	P
25	580143.906	8542169.486	3251.861	P
26	580085.318	8542165.551	3251.733	P
27	580168.495	8542160.786	3254.059	P
28	580224.601	8542160.737	3261.917	P
29	580286.283	8542159.594	3270.463	P
30	579995.698	8542157.695	3253.959	P
31	580127.980	8542153.158	3251.383	P
32	580205.347	8542151.235	3258.711	GPC
33	580246.347	8542150.615	3265.995	P
34	580310.578	8542147.695	3271.320	P
35	580036.915	8542146.548	3251.816	GPC
36	580192.342	8542146.195	3256.144	P
37	580001.253	8542136.993	3253.329	P
38	580054.164	8542135.366	3251.705	P
39	580323.255	8542132.740	3265.295	P
40	580298.391	8542130.672	3270.689	P
41	580105.134	8542129.322	3251.773	P
42	580129.481	8542128.253	3251.676	P
43	580068.820	8542127.134	3251.491	P
44	580224.250	8542125.923	3263.749	P
45	580085.327	8542123.242	3251.538	P
46	580103.598	8542105.788	3252.335	P
47	580075.107	8542104.666	3251.883	P
48	580242.385	8542110.535	3268.688	P
49	580189.137	8542109.865	3257.009	P
50	580320.815	8542107.366	3266.102	P
51	580204.173	8542106.954	3261.213	P
52	580020.342	8542106.704	3252.474	P
53	580152.792	8542105.136	3251.471	P
54	580082.591	8542101.848	3251.670	P
55	580113.225	8542098.724	3252.090	P
56	580013.818	8542088.496	3252.859	P
57	580169.068	8542087.217	3251.612	P
58	580127.956	8542085.299	3252.043	P
59	580327.108	8542084.551	3267.161	GPC
60	580150.925	8542080.416	3251.356	P
61	580050.350	8542078.545	3252.301	P
62	580138.984	8542066.448	3252.420	P
63	580324.322	8542064.796	3268.568	P
64	580133.263	8542064.484	3252.437	P
65	580020.542	8542063.108	3253.538	P
66	580103.598	8542065.788	3252.335	P
67	580075.107	8542043.249	3253.679	P
68	580129.636	8542040.940	3252.611	P
69	580026.171	8542029.966	3254.251	P
70	580166.267	8542028.741	3252.973	P
71	580109.738	8542028.649	3252.690	P
72	580143.786	8542028.064	3252.879	GPC
73	580302.227	8542012.603	3262.649	P
74	580142.900	8542007.777	3253.341	P
75	580196.733	8542007.444	3254.415	P
76	580030.144	8542003.449	3254.828	P
77	580172.087	8541982.688	3254.544	P
78	580194.423	8541972.280	3255.802	P
79	580263.035	8541970.446	3261.470	P
80	580233.762	8541963.996	3260.081	P
81	580037.517	8541954.344	3257.053	GPC
82	580334.424	8541949.228	3273.549	P
83	580040.099	8541939.765	3259.160	P
84	580297.289	8541923.840	3276.079	GPC
85	580235.282	8541909.370	3278.980	P

LEYENDA

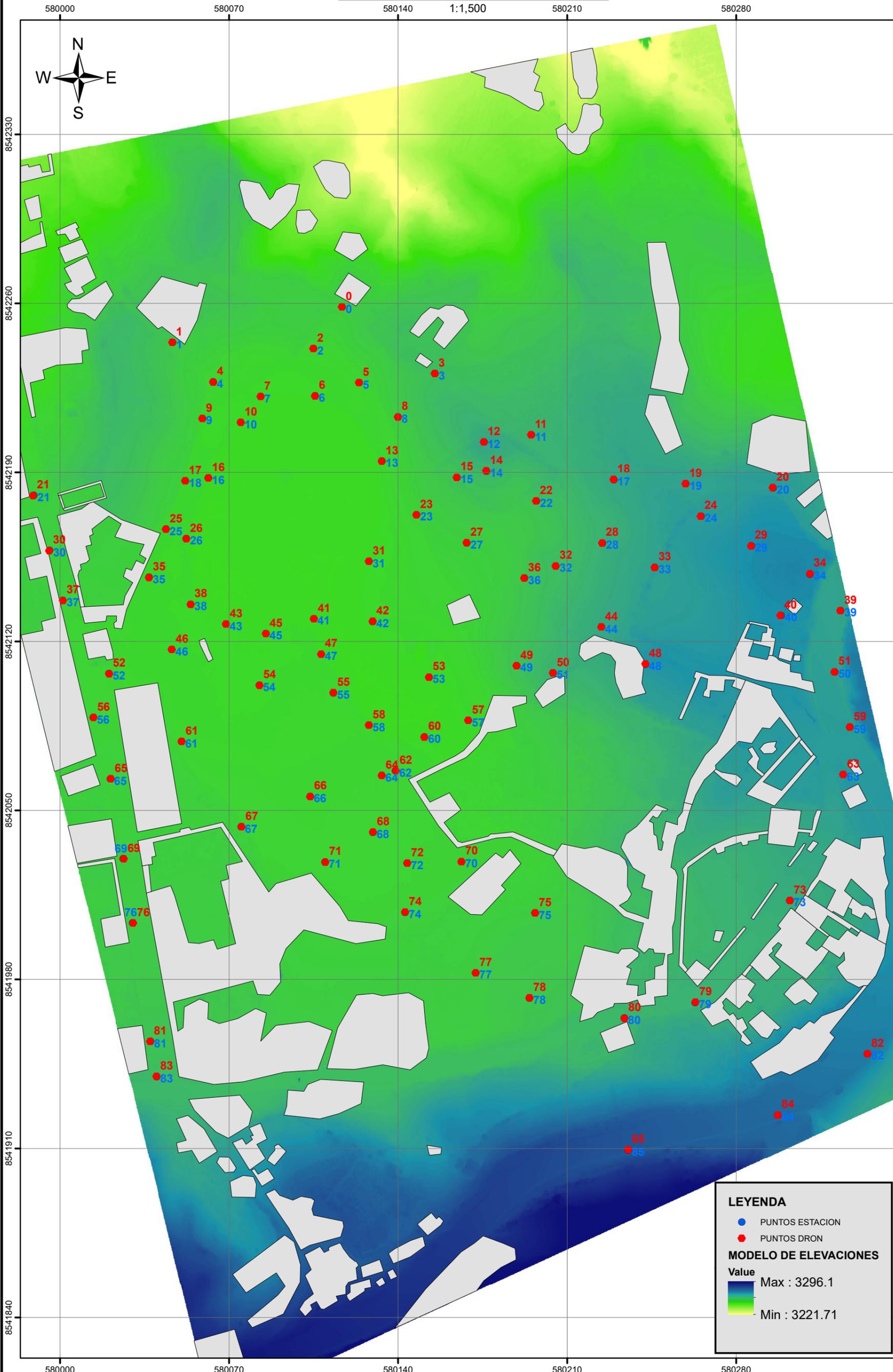
- PUNTOS ESTACION (Blue dot)
- PUNTOS DRON (Red dot)

COBERTURAS

ZONA

- AREA AGRICOLA (Green hatched)
- AREA FORESTAL (Dark green hatched)
- CARRETERA PAVIMENTADA (Grey hatched)
- LAGUNA (Blue hatched)
- ZONA RECREACIONAL (Yellow hatched)
- ZONA URBANA (Blue hatched)

MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES



PUNTOS PRUEBA CAPTURADOS CON DRONE WGS 84 UTM ZONA 18S				
N	ESTE	NORTE	COTA	DESCR
0	580116.792	8542258.509	3254.600	P
1	580046.602	8542243.779	3255.720	P
2	580104.931	8542241.263	3252.490	P
3	580155.255	8542230.903	3258.160	P
4	580063.454	8542227.498	3252.330	GPC
5	580123.883	8542227.161	3252.280	P
6	580105.675	8542221.702	3251.710	P
7	580083.068	8542221.392	3251.600	P
8	580139.966	8542212.958	3254.800	P
9	580058.978	8542212.288	3251.860	P
10	580074.895	8542210.633	3251.200	P
11	580195.124	8542205.547	3261.040	P
12	580175.530	8542202.539	3264.410	P
13	580133.316	8542194.704	3251.990	P
14	580176.585	8542190.565	3260.450	P
15	580164.333	8542187.948	3271.220	P
16	580061.471	8542187.591	3251.180	P
17	580229.308	8542187.000	3263.850	P
18	580051.898	8542186.427	3251.890	P
19	580259.032	8542185.294	3265.470	P
20	580295.152	8542183.658	3267.090	P
21	579988.927	8542180.422	3253.730	P
22	580197.212	8542178.175	3257.360	P
23	580147.645	8542172.425	3253.020	P
24	580265.323	8542171.886	3267.390	P
25	580043.915	8542166.436	3251.840	P
26	580052.328	8542162.521	3251.770	P
27	580168.444	8542160.846	3254.060	P
28	580224.546	8542160.778	3261.930	P
29	580286.203	8542159.620	3270.490	P
30	579995.617	8542157.620	3253.980	P
31	580127.999	8542153.158	3251.470	P
32	580205.327	8542151.277	3258.730	GPC
33	580246.280	8542150.670	3265.670	P
34	580310.574	8542148.080	3271.410	P
35	580036.935	8542146.475	3251.820	GPC
36	580192.319	8542146.232	3256.110	P
37	580001.227	8542136.936	3253.330	P
38	580054.197	8542135.300	3251.780	P
39	580323.174	8542132.751	3265.380	P
40	580298.376	8542130.800	3270.720	P
41	580105.177	8542129.373	3251.830	P
42	580129.516	8542128.260	3251.670	P
43	580068.834	8542127.168	3251.500	P
44	580224.232	8542125.968	3263.740	P
45	580085.335	8542123.231	3251.540	P
46	580046.419	8542116.576	3251.780	P
47	580108.189	8542114.720	3251.710	P
48	580242.438	8542110.626	3268.710	P
49	580189.154	8542109.933	3257.000	P
50	580320.779	8542107.429	3266.240	P
51	580204.196	8542107.016	3261.160	P
52	580020.404	8542106.649	3252.410	P
53	580152.847	8542105.207	3251.560	P
54	580082.679	8542101.849	3251.710	P
55	580113.281	8542098.750	3252.060	P
56	580013.914	8542088.430	3252.890	P
57	580169.086	8542087.256	3251.600	P
58	580127.972	8542085.304	3252.060	P
59	580327.102	8542084.508	3267.220	GPC
60	580150.973	8542080.442	3251.400	P
61	580050.466	8542078.494	3252.230	P
62	580139.067	8542066.477	3252.440	P
63	580324.403	8542064.897	3268.550	P
64	580133.340	8542064.478	3252.450	P
65	580021.110	8542063.053	3253.540	P
66	580103.691	8542055.791	3252.340	P
67	580075.281	8542043.204	3253.710	P
68	580129.711	8542040.990	3252.620	P
69	580026.442	8542029.872	3254.270	P
70	580166.300	8542028.794	3252.980	P
71	580109.875	8542028.630	3252.680	P
72	580143.868	8542028.110	3252.880	GPC
73	580302.303	8542012.714	3262.990	P
74	580142.987	8542007.819	3253.360	P
75	580196.799	8542007.517	3254.420	P
76	580030.413	8542003.337	3254.830	P
77	580172.187	8541982.783	3254.470	P
78	580194.452	8541972.358	3255.700	P
79	580263.161	8541970.534	3261.430	P
80	580233.830	8541963.987	3260.060	P
81	580037.398	8541954.303	3257.070	GPC
82	580334.424	8541949.215	3273.490	P
83	580040.060	8541939.876	3259.160	P
84	580297.273	8541923.861	3276.040	GPC
85	580235.294	8541909.479	3278.980	P

PUNTOS PRUEBA CAPTURADOS CON ESTACION TOTAL WGS 84 UTM ZONA 18S				
N	ESTE	NORTE	COTA	DESCR
0	580116.847	8542258.473	3254.540	P
1	580046.640	8542243.777	3255.709	P
2	580105.014	8542241.271	3252.423	P
3	580155.302	8542230.901	3258.134	P
4	580063.469	8542227.503	3252.310	GPC
5	580123.911	8542227.133	3252.245	P
6	580105.701	8542221.711	3251.686	P
7	580083.123	8542221.428	3251.608	P
8	580139.969	8542212.932	3254.746	P
9	580059.012	8542212.290	3251.822	P
10	580074.914	8542210.656	3251.233	P
11	580195.204	8542205.537	3261.044	P
12	580175.594	8542202.553	3264.434	P
13	580133.344	8542194.700	3251.943	P
14	580176.612	8542190.515	3260.280	P
15	580164.346	8542187.933	3257.100	P
16	580061.436	8542187.614	3251.133	P
17	580229.369	8542186.964	3263.856	P
18	580051.907	8542186.459	3251.901	P
19	580259.147	8542185.237	3265.501	P
20	580295.303	8542183.627	3267.092	P
21	579989.146	8542180.487	3253.718	P
22	580197.297	8542178.137	3257.380	P
23	580147.643	8542172.397	3252.985	P
24	580265.433	8542171.853	3267.361	P
25	580043.906	8542166.486	3251.861	P
26	580052.318	8542162.521	3251.733	P
27	580168.495	8542160.786	3254.059	P
28	580224.601	8542160.737	3261.917	P
29	580286.283	8542159.594	3270.463	P
30	579995.698	8542157.695	3253.959	P
31	580127.980	8542153.158	3251.383	P
32	580205.347	8542151.235	3258.711	GPC
33	580246.347	8542150.615	3265.595	P
34	580310.578	8542147.695	3271.320	P
35	580036.915	8542146.548	3251.816	GPC
36	580192.342	8542146.195	3256.144	P
37	580001.253	8542136.993	3253.329	P
38	580054.164	8542135.366	3251.705	P
39	580323.255	8542132.740	3265.295	P
40	580298.391	8542130.672	3270.689	P
41	580105.134	8542129.322	3251.773	P
42	580129.481	8542128.253	3251.676	P
43	580068.820	8542127.134	3251.491	P
44	580224.250	8542125.923	3263.749	P
45	580085.327	8542123.242	3251.409	P
46	580046.346	8542116.624	3251.787	P
47	580108.153	8542114.666	3251.853	P
48	580242.385	8542110.535	3268.688	P
49	580189.137	8542109.865	3257.009	P
50	580320.815	8542107.366	3266.102	P
51	580204.173	8542106.954	3261.213	P
52	580020.342	8542106.704	3252.474	P
53	580152.792	8542105.136	3251.471	P
54	580082.591	8542101.848	3251.670	P
55	580113.225	8542098.724	3252.090	P
56	580013.818	8542088.496	3252.859	P
57	580169.068	8542087.217	3251.612	P
58	580127.956	8542085.299	3252.043	P
59	580327.108	8542084.551	3267.161	GPC
60	580150.925	8542080.416	3251.356	P
61	580050.350	8542078.545	3252.301	P
62	580138.984	8542066.448	3252.420	P
63	580324.322	8542064.796	3268.568	P
64	580133.263	8542064.484	3252.437	P
65	580020.342	8542063.108	3253.539	P
66	580103.598	8542055.788	3252.335	P
67	580075.107	8542043.249	3253.879	P
68	580129.636	8542040.940	3252.611	P
69	580026.171	8542029.966	3254.251	P
70	580166.267	8542028.741	3252.973	P
71	580109.738	8542028.649	3252.890	P
72	580143.786	8542028.064	3252.879	GPC
73	580302.227	8542012.603	3262.649	P
74	580142.900	8542007.777	3253.341	P
75	580196.733	8542007.444	3254.415	P
76	580030.144	8542003.449	3254.828	P
77	580172.087	8541982.688	3254.544	P
78	580194.423	8541972.280	3255.802	P
79	580263.035	8541970.446	3261.470	P
80	580233.762	8541963.996	3260.081	P
81	580037.517	8541954.344	3257.053	GPC
82	580334.424	8541949.228	3273.549	P
83	580040.099	8541939.765	3259.160	P
84	580297.289	8541923.840	3276.079	GPC
85	580235.282	8541909.370	3278.980	P

LEYENDA

- PUNTOS ESTACION
- PUNTOS DRON

MODELO DE ELEVACIONES

Value

Max : 3296.1

Min : 3221.71

CURVAS DE NIVEL OBTENIDAS CON DRONE

580000

580070

580140

1:1,500

580210

580280

580350



8542330

8542260

8542190

8542120

8542050

8541980

8541910

8541840

8542330

8542260

8542190

8542120

8542050

8541980

8541910

8541840

580000

580070

580140

580210

580280

580350

LEYENDA

- CURVAS DE NIVEL
- ▨ CONSTRUCCIONES ARTIFICIALES

PUNTOS CAPTURADOS CON ESTACION TOTAL

Esc:1/1500

580000.000

580100.000

580200.000

580300.000

8542300.000

8542200.000

8542100.000

8542000.000

8541900.000

8542300.000

8542200.000

8542100.000

8542000.000

8541900.000

580100.000

580200.000

580300.000

580400.000



UNIVERSIDAD PERUANA
DEL CENTRO

PROYECTO :

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO - ECONÓMICO ENTRE EL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AEROFOTOGRAMÉTRICO USANDO
DRONES Y EL MÉTODO TRADICIONAL CON ESTACION TOTAL

UBICACION

Dpto. AYACUCHO
Prov. HUAMANGA
Distr. AYACUCHO
C.C. RANCHA

ESCALA:

IND

FECHA:

PLANO:

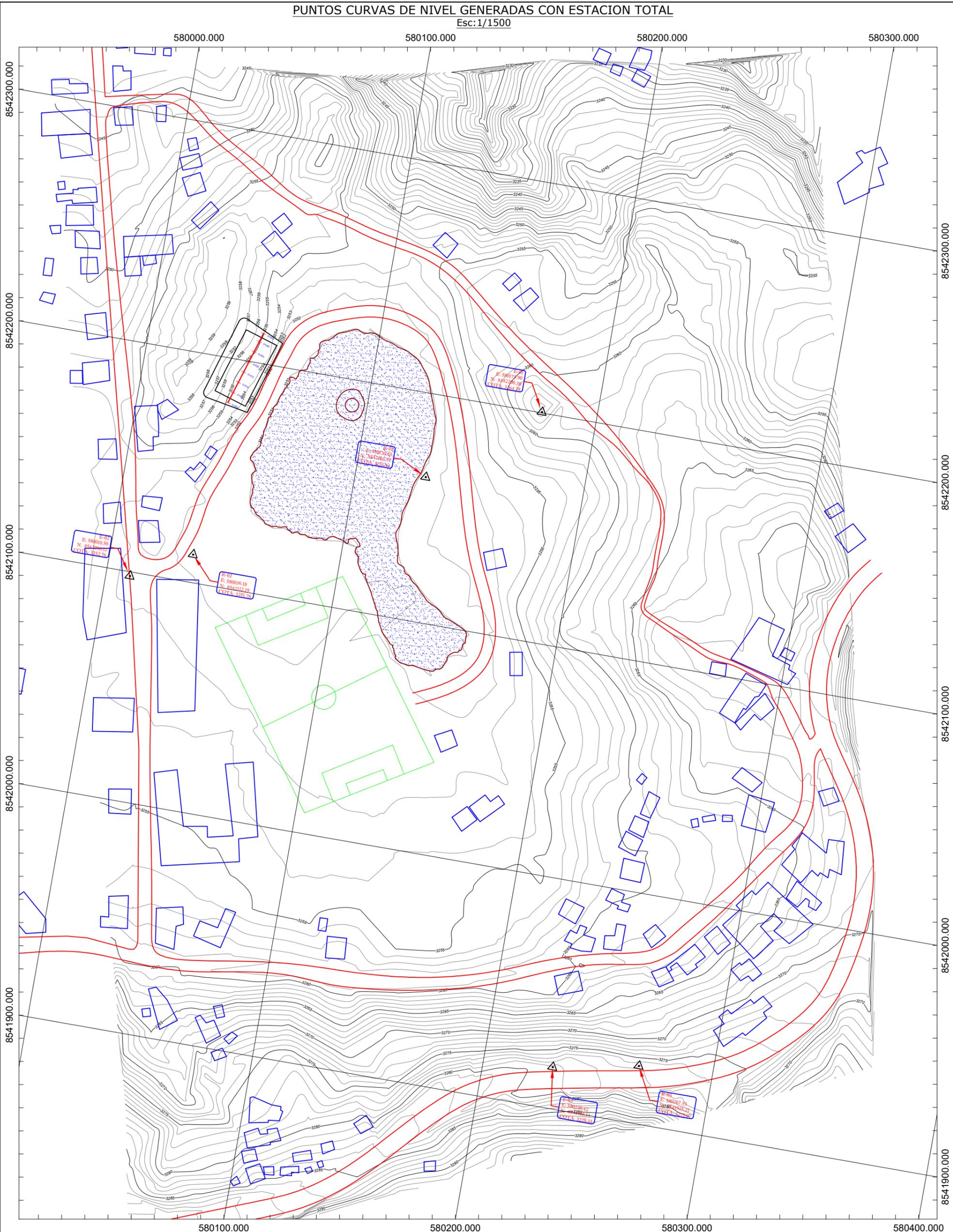
PUNTOS
CAPTURADOS CON
ESTACION TOTAL

LAMINA N°

ET - 01

PUNTOS CURVAS DE NIVEL GENERADAS CON ESTACION TOTAL

Esc: 1/1500



UNIVERSIDAD PERUANA
DEL CENTRO

PROYECTO :

ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO - ECONÓMICO ENTRE EL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AEROFOTOGRAMÉTRICO USANDO
DRONES Y EL MÉTODO TRADICIONAL CON ESTACIÓN TOTAL

UBICACION

Dpto. AYACUCHO
Prov. HUAMANGA
Dist. AYACUCHO
C.C. RANCHA

ESCALA:

IND

FECHA:

PLANO:

CURVAS DE NIVEL
GENERADAS CON
ESTACION TOTAL

LAMINA N°

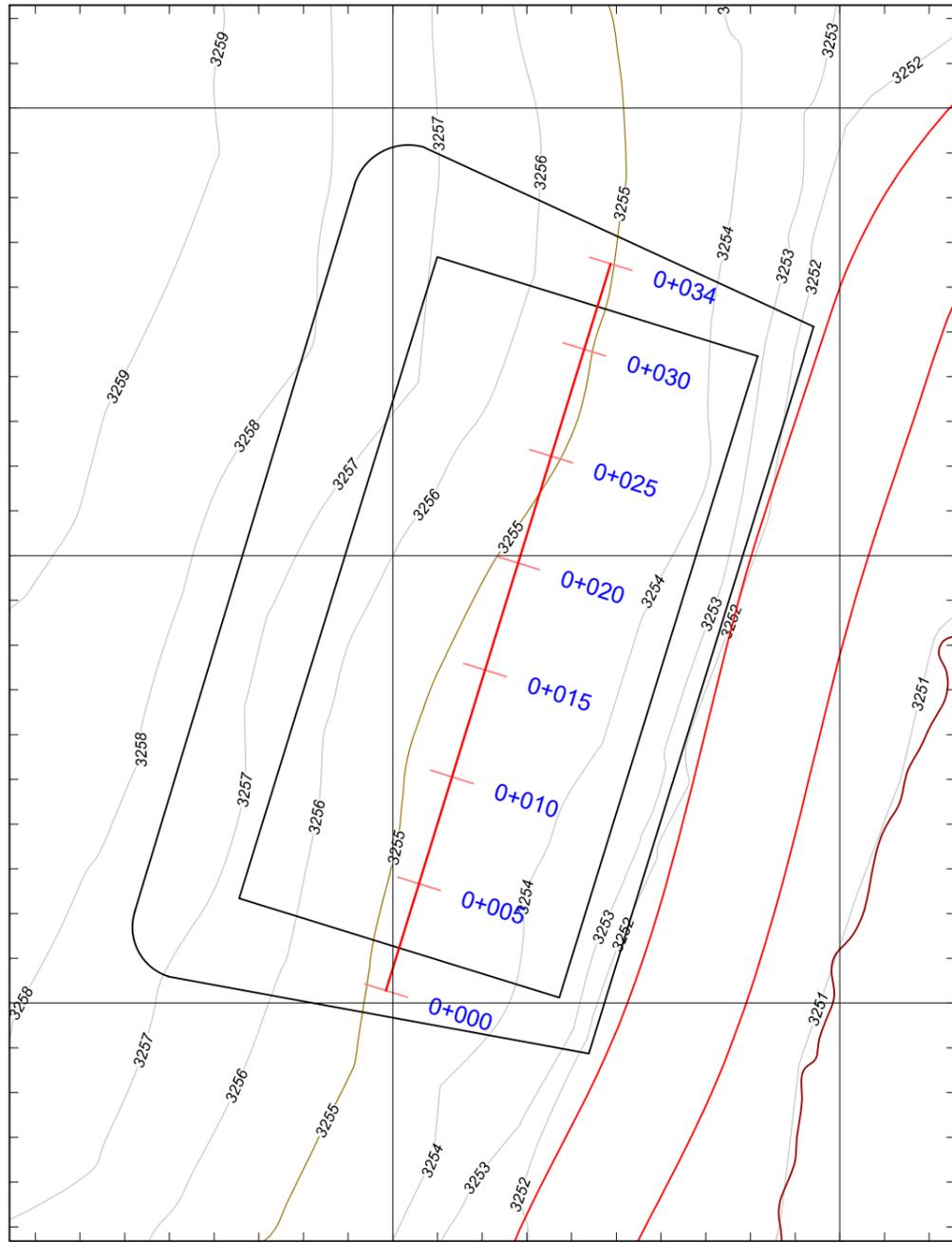
ET - 02

PLANTA EXPLANACION

Esc:1/300

580040.000

580060.000



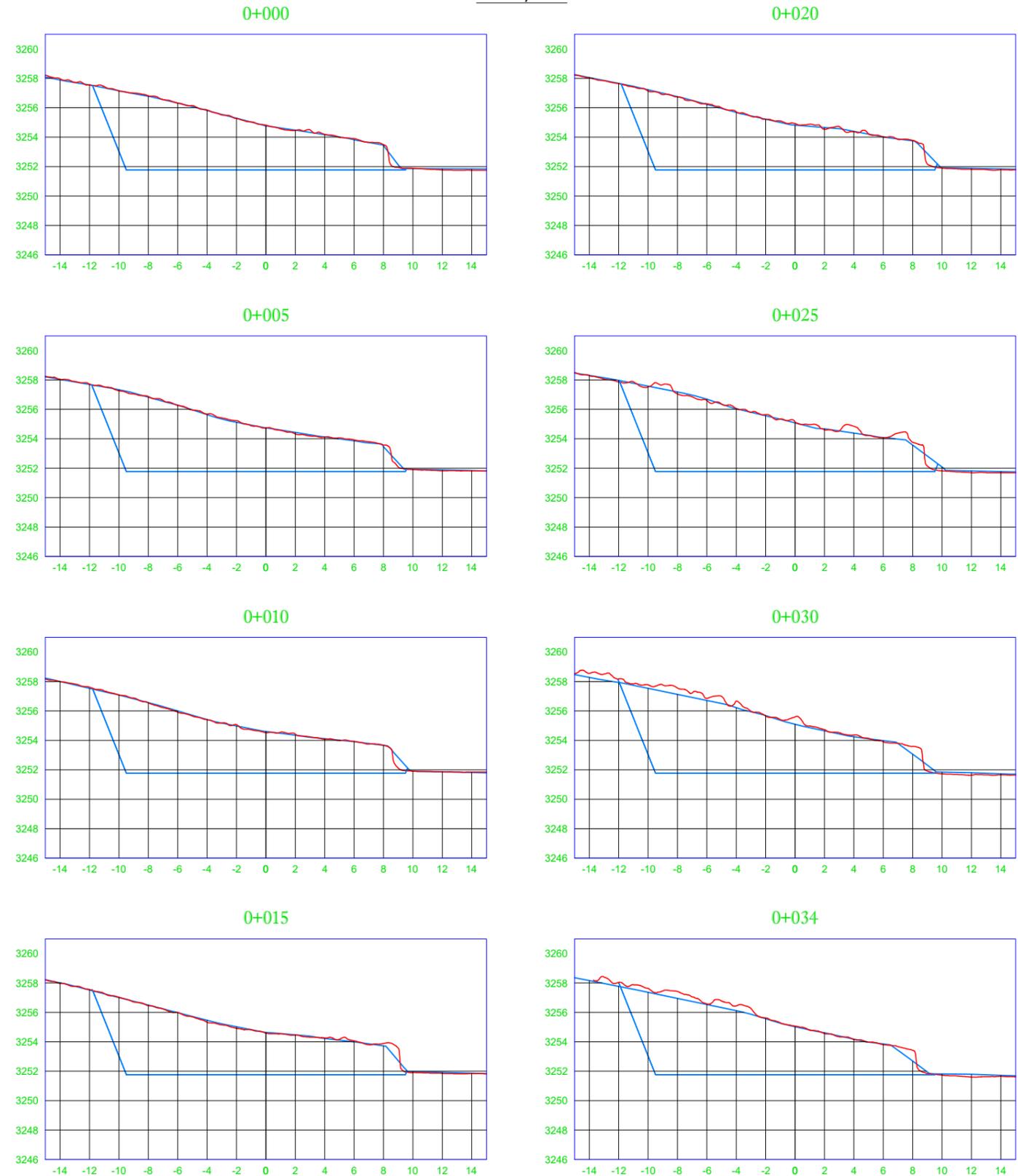
580040.000

580060.000

CALCULO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON ESTACION TOTAL									
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	66.09	0	0	0	0	0	0	0	0
0+005	65.99	330.22	330.22	0	0	330.22	330.22	0	330.22
0+010	63.84	324.59	324.59	0	0	654.81	654.81	0	654.81
0+015	64.57	321.03	321.03	0	0	975.84	975.84	0	975.84
0+020	68.29	332.16	332.16	0	0	1308	1308	0	1308
0+025	72.76	352.63	352.63	0	0	1660.63	1660.63	0	1660.63
0+030	71.41	360.43	360.43	0	0	2021.06	2021.06	0	2021.06
0+034	68.33	279.48	279.48	0	0	2300.54	2300.54	0	2300.54

SECCIONES TRANSVERSALES EXPLANACION

Esc:1/350



UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO

PROYECTO :
ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO - ECONOMICO ENTRE EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO AEROFOTOGRAMÉTRICO USANDO DRONES Y EL METODO TRADICIONAL

UBICACION
Dpto. AYACUCHO
Prov. HUAMANGA
Distr. AYACUCHO
C.C. RANCHA

ESCALA:
IND
FECHA:
.....

PLANO:
MOVIMIENTO DE TIERRAS EN LEVANTAMIENTO CON ESTACION TOTAL

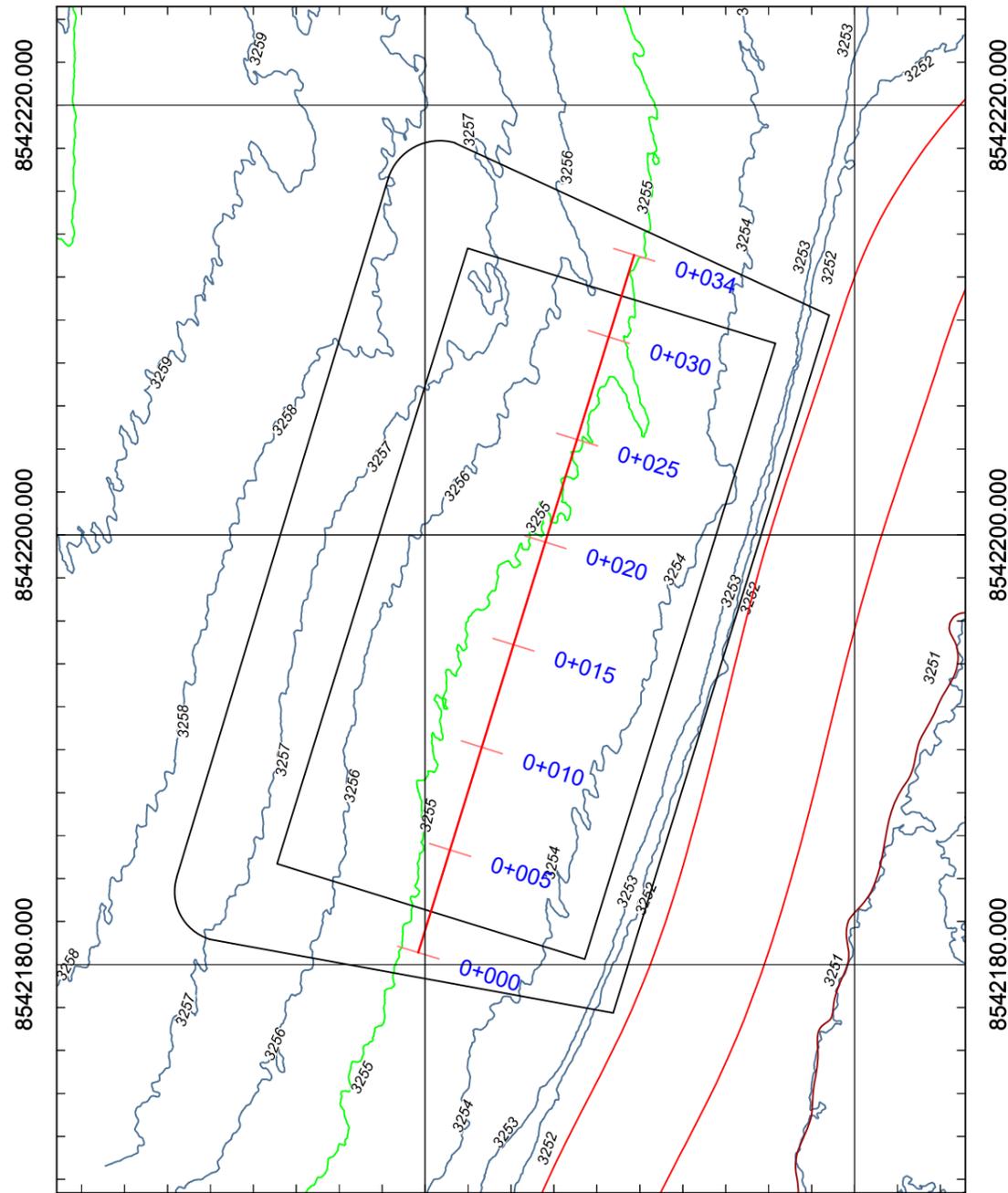
LAMINA N°
MV - 01

PLANTA EXPLANACION

Esc:1/300

580040.000

580060.000

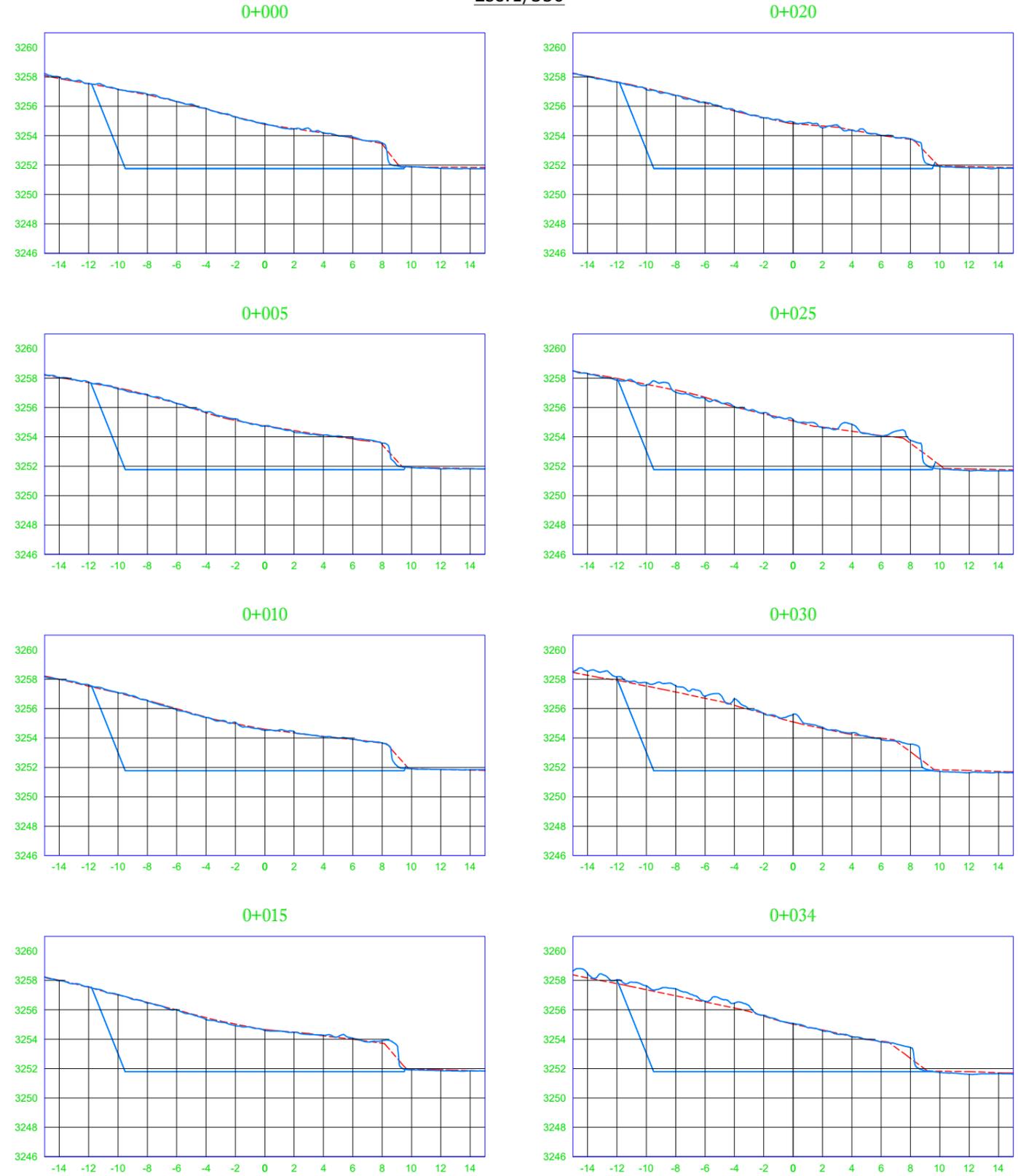


580040.000

580060.000

SECCIONES TRANSVERSALES EXPLANACION

Esc:1/350



CALCULO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN LEVANTAMIENTO AEROFOTOGRAFICO CON DRONE									
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	66.28	0	0	0	0	0	0	0	0
0+005	66.17	331.13	331.13	0	0	331.13	331.13	0	331.13
0+010	63.11	323.2	323.2	0	0	654.33	654.33	0	654.33
0+015	64.69	319.51	319.51	0	0	973.84	973.84	0	973.84
0+020	68.13	332.06	332.06	0	0	1305.89	1305.89	0	1305.89
0+025	74.05	355.46	355.46	0	0	1661.36	1661.36	0	1661.36
0+030	75.3	373.37	373.37	0	0	2034.73	2034.73	0	2034.73
0+034	71.95	294.5	294.5	0	0	2329.23	2329.23	0	2329.23

UNIVERSIDAD PERUANA DEL CENTRO

PROYECTO :
 *ANÁLISIS COMPARATIVO TECNICO - ECONOMICO ENTRE EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO AEROFOTOGRAFICO USANDO DRONES Y EL METODO TRADICIONAL

UBICACION Dpto. AYACUCHO Prov. HUAMANGA Dist. AYACUCHO C.C. RANCHA	ESCALA: IND	PLANO: MOVIMIENTO DE TIERRAS EN LEVANTAMIENTO CON DRONE	LAMINA N° MV - 02
	FECHA:		