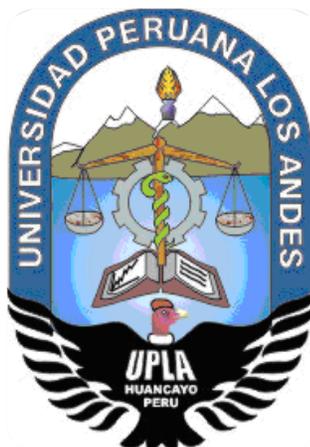


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PARA OBRAS CIVILES MEDIANTE EL USO DE RPA CON RESPECTO A LA ESTACIÓN TOTAL, CAÑETE 2021”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Presentado por:

BACH. QUILLAHUAMAN CONDE RUBÉN

Asesor metodológico: Phd. Tito Mallma Capcha
Asesor temático: Mg. Ing. Javier Reynoso Oscanoa

Línea de Investigación Institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos

Fecha de inicio y culminación: Octubre 2021 – Enero 2022

Huancayo – Perú Mayo – 2022

Asesor Metodológico

Phd. Tito Mallma Capcha

Asesor Temático

Mg. Ing. Javier Reynoso Oscanoa

Dedicatoria

A mis padres por darme la vida.

A mi madre Francisca Conde Rayme quien desde cielo sigue dándome fuerzas para lograr con mis objetivos.

A mi esposa Clayde Canales Huamantupa que siempre me apoyo y me dio fuerzas para seguir con mis metas hasta alcanzar mi objetivo.

A mis hermanos por haberme apoyado en todo momento, a mi hermano Rene Quillahuaman por haber confiado en mí.

A todas aquellas personas que a lo largo de mi vida me han apoyado en las diferentes etapas de mi educación.

Bach. Quillahuaman Conde Rubén

Agradecimiento

A la Empresa CFgeomática quien me patrocino con la logística y la tecnología para el desarrollo de la presente investigación.

Al Ing. Efraím Castro Fernández por su disposición y apoyo con información.

A todas las personas que de una u otra manera me alentaron y apoyaron de diversas maneras para la elaboración de la presente tesis.

Quillahuaman Conde Rubén

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Jurado revisor

Jurado revisor

Jurado revisor

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario docente

INDICE

INDICE DE TABLAS.....	xii
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCION	18
CAPITULO I.....	20
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	20
1.1 Planteamiento del problema	20
1.2 Formulación y sistematización del problema	23
1.2.1. Problema General.....	23
1.2.2. Problema Específicos.....	24
1.3 Justificación	24
1.3.1. Practica o social	24
1.3.2. Científica o teórica.....	25
1.3.3. Metodología.....	25
1.4 Delimitaciones.....	26
1.4.1. Espacial	26
1.4.2. Temporal.....	27
1.4.3. Económica.....	27
1.5. Limitaciones.....	27
1.6. Objetivos	27
1.6.1 Objetivo General.....	27
1.6.2. Objetivo Específicos.....	27

CAPITULO II	29
MARCO TEÓRICO	29
2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales).....	29
2.1.1. Nacionales.....	29
2.1.2 Internacionales.....	32
2.2. Marco conceptual.....	36
2.2.1. Topografía.....	36
2.2.2 Levantamiento Topográfico.....	36
2.2.3 Eficiencia.....	36
2.2.4. Precisiones en Aerotriangulación.....	38
2.2.5 Precisión planimétrica.....	38
2.2.6. Rendimiento.....	39
2.2.7. Costo hora hombre.....	39
2.2.8. Estación total.....	39
2.2.9. Procesamiento fotogramétrico.....	39
2.2.10. RPA Aeronave Pilotada a Distancia (Remotely Piloted Aircraft)	40
2.3. Definición de términos	40
2.4. Hipótesis.....	44
2.4.1. Hipótesis General.....	44
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	44
2.5. Variables	44
2.5.1 Definición conceptual de la variable.....	44
2.5.2. Definición operacional de la variable.....	46
2.5.3. Operacionalización de la variable.....	47

CAPITULO III.....	48
METODOLOGIA	48
3.1. Método de investigación	48
3.2. Tipo de investigación	48
3.3. Nivel de investigación	49
3.4. Diseño de la investigación.....	49
3.5. Población y muestra.....	50
3.5.1. Población.....	50
3.5.2. Muestra.....	50
3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	51
3.6.1 Levantamiento Topográfico.....	52
3.6.2. Georreferenciación.....	53
3.6.3. Levantamiento Topográfico con Estación Total	61
3.6.4. Levantamiento Topográfico con RPA	67
3.7. Procesamiento de la información.....	78
3.7.1. Postproceso del levantamiento con estación total.....	78
3.7.2. Postproceso de levantamiento con RPA.....	80
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	89
3.8.1. Técnicas.....	89
3.8.2. Análisis de datos.....	89
CAPITULO IV	92
RESULTADOS.....	92
4.1. Levantamiento Topográfico	93
4.1.1 De la Georreferenciación.....	93

4.1.2	De la Muestra.....	95
4.1.3	Análisis N° 1.....	99
4.1.4	Análisis N° 2.....	106
4.1.5	Del análisis de precisión con ambos métodos de levantamiento topográfico.....	112
4.3	Rendimiento en costo y tiempo	116
4.3.1	Costo y tiempo en lev Topográfico con Estación total.....	118
4.3.2	Del Costo y tiempo en levantamiento Topográfico con RPA.....	121
4.3.3	Análisis de tiempo en el lev topográfico con ambos métodos.	126
4.3.3	Análisis de costo en el levantamiento topográfico con ambos métodos.	130
CAPITULO V.....		135
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		135
5.1	Lev Top con RPA es más eficiente con respecto al estación total.....	135
5.2	Lev Top con RPA es mas rapido con respecto a la estacion total.....	136
5.3	Mediante el uso de RPA se requiere de menos costo respecto a la estacion total.....	137
5.4	Con el uso de RPA se obtiene mayor precision para el levantamiento topografico frente a la estacion total.	139
CONCLUSIONES.....		140
RECOMENDACIONES.....		142
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		143
ANEXOS		148
ANEXO N°: 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....		149
ANEXO N° 02: OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE.....		151
ANEXO N° 03: CERT DE CALIBRACIÓN DE ESTACIÓN TOTAL		153
ANEXO N° 04: CERT DE FUN EQ RECEPTOR GEODÉSICO GR 5		155

ANEXO N° 05: CERT DE FUNCIONAMIENTO EQUIPO RECEPTOR.....	157
ANEXO N° 06: INF DE POSTP DE LOS (PUNTOS DE ORDEN C).....	159
ANEXO N° 07: INF DE POSTP DE AEROTRIANGULACION	167
ANEXO N° 08: CENTROS DE PROYECCIÓN DE FOTOGRAFÍA.....	182
ANEXO N° 09: PANEL FOTOGRÁFICO.....	204

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de precisiones de los equipos empleados	52
Tabla 2 Datos de levantamiento de los puntos de orden “C”	56
Tabla 3 Lectura de puntos fotocontrol o apoyo franja N° 1	58
Tabla 4 Lectura de puntos fotocontrol o apoyo franja N° 2	60
Tabla 5 Coordenadas base para muestra del punto de orden “C”	65
Tabla 6 plan de vuelo de Franja N° 01	74
Tabla 7 plan de vuelo de Franja N° 02	75
Tabla 8 Números de fotos por vuelo	76
Tabla 9 Numero de análisis y muestras para precisiones	90
Tabla 10 Ajuste de puntos de orden “C” o control terrestre	93
Tabla 11 Coordenadas de puntos fotocontrol de la faja N° 1	94
Tabla 12 Coordenadas de PFC y Punto de control terrestre	96
Tabla 13 Coordenadas levantados con estación total de la franja N° 1	97
Tabla 14 lecturadas en restitución fotogramétrica (stereo) sobre los puntos base, de la franja N° 1	97
Tabla 15 Coordenadas levantadas con estación total en vértices de muros ...	98
Tabla 17 Coordenadas en vértice de muros lecturado en estéreo	99
Tabla 18 Coordenadas de Puntos Base y Estación total	100
Tabla 19 Diferencia de coordenadas de Puntos Base y Estación total	101
Tabla 20 Coordenadas punto base Vs RPA	104
Tabla 21 Desviación de coordenadas entre Puntos Base y Puntos RPA	105
Tabla 22 Coordenadas vértice muros con ET Vs RPA estéreo	108
Tabla 23 Desviación de coord. Vértice muros ET Vs RPA	109

Tabla 24	Coord sobre puntos base, lecturados con ET y RPA restitucion ..	110
Tabla 25	Desviación de coordenadas lecturados sobre punto base con ET Vs RPA estéreo	111
Tabla 26	Rango mínimo y máximo y el valor medio de los errores de las muestras que se analizó	113
Tabla 27	Rendimiento costo, tiempo y equipo de franja N° 1	117
Tabla 28	Análisis costo, tiempo y eq levantamiento con ET de franja N° 1	119
Tabla 29	Análisis costo, tiempo y eq levantamiento con ET de franja N° 2	120
Tabla 30	Análisis costo tiempo levantamiento con RPA de franja N° 1	121
Tabla 31	Analisis de costo tiempo levantamiento con RPA de franja N° 2	122
Tabla 32	Resumen de costo tiempo en lev con ET Vs RPA de franja N° 1	124
Tabla 33	Análisis costo tiempo lev con ET y RPA para franja N° 2	125
Tabla 34	Análisis tiempo lev con ET Vs RPA de Franja N° 1 Y N° 2	127
Tabla 35	Análisis tiempo en % para lev con ET Vs RPA de Franja N° 1 Y N° 2	127
Tabla 36	Análisis costo lev con ET Vs RPA de Franja N° 1 Y N° 2	130
Tabla 37	diferencia de costo en % entre lev con ET Vs RPA de Franja N° 1 Y N° 2	132

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 ubicación del área de estudio.....	26
Figura 2 Receptor GNSS TOPCON GR-5.....	55
Figura 3 Lectura del punto geodésico de orden “C”	56
Figura 4 Lectura de los puntos de fotocontrol	58
Figura 5 Área de estudio franja N° 1	59
Figura 6 Área de estudio franja N° 2	61
Figura 7 Estación total RUIDE RTS-822r3	63
Figura 8 Lectura con estación total en borde de canal.....	66
Figura 9 Lectura con estación total zona de vegetación	66
Figura 10 Especificaciones técnicas Phantom 4 RTK	69
Figura 11 Phantom 4 RTK.....	70
Figura 12 Especificaciones técnicas de la cámara digital.....	71
Figura 13 Cámara digital instalada en RPA Phantom.....	72
Figura 14 Software de planeamiento	73
Figura 15 Descripción del Plan de vuelo Cámara Franja N° ° 01	74
Figura 16 Descripción del Plan de vuelo Cámara Franja N° ° 02	75
Figura 17 Distribución de fotos en el Plan de vuelo de la franja N° ° 01	77
Figura 18 Distribución de fotos en el Plan de vuelo de la franja N° 02	77
Figura 19 Fotos nativas tomadas con RPA	78
Figura 20 levantamiento topográfico con estación total Franja N° 1	79
Figura 21 Levantamiento topográfico con estación total Franja N° 2	80
Figura 22 Software fotogramétrico UAS Master.....	81
Figura 23 Visualización de Tie Points del vuelo	84

Figura 24 Visualización de Tie Points de la franja N° 01	85
Figura 25 Visualización del punto P-10.....	86
Figura 26 PFC del (puntos de fotocontrol) del vuelo	86
Figura 27 Restitución fotogramétrica en entorno estéreo	88
Figura 28 Vectorización de planimetría y altimetría	88
Figura 29 Gráfica de desviación Puntos base Vs Estación total.....	101
Figura 30 Gráfica de desviación Puntos base Vs RPA.....	105
Figura 31 Rango de desviación de coordenadas máximo y mínimo.....	114
Figura 32 Error medio de la muestra	115
Figura 33 grafica de análisis de horas hombre empleado por cada franja ...	128
Figura 34 grafica de análisis de tiempo empleado por cada franja.....	129
Figura 35 grafica de análisis de costo para la franja N° 1 y N° 2	130

RESUMEN

Esta investigación tuvo como problema general: “¿Cuál es el resultado de la evaluación de la eficiencia de levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total, Cañete 2021?”, el objetivo general fue: “Evaluar la eficiencia de levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso de RPA con respecto a la estación total, Cañete 2021” y la hipótesis general que se revisó fue: “El levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso de RPA es más eficiente con respecto a la estación total”.

El método general de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel fue descriptivo y el diseño fue no experimental. La población y la muestra es la misma y está conformada por el Levantamiento Topográfico de 10.11 ha, en el distrito de Cañete. tomada de acuerdo al método no probabilístico o intencional.

Como conclusión principal se obtuvo que, “el levantamiento topográfico con RPA es más eficiente con respecto al levantamiento con estación total”, porque el tiempo y costo se reducen a mayor área y se puede obtener mayor información, mayor detalle, mediante la fotogrametría se puede acceder a levantar información donde el operador de topografía no podría acceder en espacios con topografía complicado y las precisiones son aceptables con el procesamiento adecuado.

Palabras clave: **Levantamiento topográfico, estación total y RPA.**

ABSTRACT

This research had as a general problem: "What is the result of the evaluation of the efficiency of topographic survey for civil works through the use of RPA with respect to the total station, in Cañete 2021?", the general objective was: "Evaluate the efficiency of topographic survey for civil works through the use of RPA with respect to the total station, in Cañete 2021" and the general hypothesis that was reviewed was: "The topographic survey for civil works through the use of RPA is more efficient with respect to the total station.

The general research method was scientific, the type of research was applied, the level was descriptive and the design was non-experimental. The population and the sample is the same and is made up of the Topographic Survey of 10.11 ha, in the district of Cañete. taken according to the non-probabilistic or intentional method.

As a main conclusion, it was obtained that "the topographic survey with RPA is more efficient with respect to the survey with a total station", because the time and cost are reduced to a larger area and more information can be obtained, greater detail, through photogrammetry can be obtained. access to collect information where the topography operator could not access in spaces with complicated topography and the accuracies are acceptable with adequate processing.

Keywords: **Topographic survey, total station and RPA.**

INTRODUCCION

Esta tesis denominada: Evaluación de la eficiencia de levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso de RPA con respecto a estación total, surge a partir de la necesidad de Evaluar el mejor método de levantamiento Topográfico, debido a que la aplicación inadecuada de la técnica de fotogrametría en el levantamiento topográfico con RPA, el desconocimiento de los límites de la precisión alcanzada con esta técnica, la diferencia en el rendimiento por área entre ambas técnicas genera toma de decisión inadecuado lo cual genera que en las obras civiles se emplee la técnica con RPA y no satisfaga la necesidad, generan exceso de costos y tiempo y desechando una técnica por desconocimiento; siendo así se planteó como objetivo el evaluar la eficiencia entre ambos métodos de levantamiento topográfico, para lo cual se utilizó el levantamiento topográfico con estación total y RPA (Remote Piloted Aircraft o Aeronave Pilotada a Distancia), con ello buscamos evaluar el tiempo, costo y precisión para realizar el levantamiento topográfico.

El desarrollo de esta investigación está compuesto por 05 capítulos, los cuales están conformados de la siguiente manera:

El capítulo I, aborda el planteamiento del problema de la investigación, formulación y sistematización del problema, justificación, delimitación, limitación y objetivos.

En el capítulo II se muestra los antecedentes, marco conceptual, definición de términos, hipótesis y variables

El capítulo III define el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información, técnica y análisis de datos.

El capítulo IV se analiza los resultados obtenidos.

En el capítulo V se discute los resultados hallados.

Finalmente se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias Bibliográficas y anexos.

Bach. Quillahuaman Conde, Rubén.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Tal como señala Mendoza (2012) “Para el desarrollo de obras civiles es necesario realizar levantamiento topográfico, que permita tener una concepción general de la “conformación del terreno y localización de los objetos naturales y artificiales que sobre él se encuentran”, siendo este el requisito indispensable para el inicio de los proyectos de ingeniería civil.

Asimismo, señala que: “Para realizar dichas “mediciones sobre el terreno. A lo largo de la historia se ha inventado diferentes instrumentos y técnicas buscando que estos sean más eficientes que la anterior, ahora con el avance de la tecnología en nuestros días se ha llegado al uso de los RPAS cuya metodología de procesamiento está basada en la ciencia de fotogrametría haciéndola más

compleja y multidisciplinaria, ante ello los fabricantes han optado por el desarrollo de software de procesamiento existiendo en el mercado software de procesamiento automático y profesional, para medir si este método de levantamiento topográfico es más eficiente o no frente al levantamiento topográfico con estación total, es necesario hacer un análisis entre ambos. Pero mientras que en países desarrollados dicho análisis se hace tomando el método fotogramétrico a través de restitución fotogramétrica como:

En España donde se han realizado publicaciones como “Los Drones y sus aplicaciones a la Ingeniería Civil, Aplicación en el control de obras y Evaluación de Impactos” en el cual el autor tiene por objetivo demostrar que el levantamiento con Drones permite mediciones rápidas, sistemáticas precisas y económicas, (Campo, 2015). Una segunda publicación titulada “Drones Panorama Actual y Aplicaciones a la Ingeniería Civil “Considera que los Drones tienen múltiples aplicaciones en la ingeniería civil, en la fase de diseño, Construcción y explotación, debido a que se usa el modelamiento mediante la técnica de la fotogrametría, al realizar la restitución fotogramétrica se obtiene Modelo Digital del Terreno (MDT), nube de puntos, secciones y perfiles, ortomosaico. Además, considera las ventajas del levantamiento con Dron Frente al método tradicional, en el que considera que se obtiene mayor rendimiento en jornada de trabajo, reducción de plazos, ahorro de costo, obtención de mayor cantidad de información obtención de elevadas precisiones, hasta 1 cm de GSD y gran valor visual del trabajo final, Oromi y Quintero, (2019)”.

Sin embargo en países en vías de desarrollo no ocurre lo mismo ya que se ha encontrado investigaciones que hace ambos análisis, llegando a conclusiones que manifiestan el beneficio del uso de la fotogrametría, el cual se emplea también mediante un software de procesamiento fotogramétrico automático, por ejemplo; a nivel nacional se han realizados algunas investigaciones, tal como indica Sánchez (2019): “Tuvo por objetivo: Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con DRON en la plaza San Luis-2017, cuyo objetivo es identificar el grado de confiabilidad de levantamiento topográfico con DRON en la Plaza San Luis, para ello se recopiló los datos obtenidos (X,Y,Z) del procesamiento de varios vuelos y de la toma de datos con estación total para analizarlos y compararlos, concluyendo que se obtiene buena precisión y el grado de confiabilidad de un levantamiento topográfico con DRON depende de sus dimensiones que son precisión y exactitud”.

A nivel local en la ciudad de Lima, Huamaní (2019), en su tesis “Comparación de la precisión de un levantamiento topográfico convencional y no convencional para Proyectos Civiles del AA. HH. Miramar distrito de San Martín de Porres – 2019” siendo el objetivo “determinar la precisión de ambos tipos de levantamientos en función de puntos de control geodésico, para ello empleo la observación con equipos topográficos y los comparo para determinar la precisión”.

En ambos casos el análisis se realizó procesando con software automático lo cual el resultado no es tan real ya que al usar el método fotogramétrico

profesional se requiere mayor tecnología (equipos y software), personal más especializado el resultado es más fino ya que se controla todo el proceso. Sin embargo, en la parte académica no hay registros de documentación usando esa metodología.

Ahora en el medio profesional hay mucha discusión sobre la eficiencia ya que muchas veces lo han empleado y no ha tenido buena experiencia o no han obtenido los resultados esperados por ello descartando ese procedimiento, se desconoce si es óptimo para levantar cierta área queriéndolo aplicar en áreas muy pequeñas o demasiado grandes, o querer aplicarlas para escalas muy pequeñas o muy grandes, muchas veces se elige mal lo que implica pérdidas de dinero por qué se debe realizar nuevamente el levantamiento usando estación total y el tiempo de la obra se amplía, dejando una mala sensación, esto ocurre por la falta de conocimiento, documentación o falta de investigaciones usando software profesional hace que no se explote en su total magnitud esa nueva tecnología, que usando el procedimiento adecuado puede ser muy eficiente frente a otros métodos de levantamiento.

1.2 Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es el resultado de la evaluación de la eficiencia de levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total, en Cañete 2021?

1.2.2. Problema Específicos

1. ¿Qué resultado produce la evaluación del tiempo que requiere el levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total?
2. ¿Cuál es el resultado que se obtiene de la evaluación del costo del levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total?
3. ¿Qué resultado se obtiene de la evaluación de la precisión del levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total?

1.3 Justificación

1.3.1. Practica o social

Álvarez-Risco, A. (2020) la Justificación práctica “Implica describir de qué modo los resultados de la investigación servirán para cambiar la realidad del ámbito de estudio”

Por lo tanto, el resultado de esta investigación generara que, para conseguir la eficiencia en el levantamiento topográfico frente a otros métodos, sea más exigente en el método de procesamiento, así como emplear el método sabiendo cuando este método realmente es eficiente, permitirá tomar decisiones a los ingenieros al usar un método eficiente

para los proyectos de obras civiles, de esta manera se estará contribuyendo al enriquecimiento técnico en la ingeniería.

1.3.2. Científica o teórica

Para Álvarez-Risco, A. (2020) la Justificación teórica “Implica describir cuáles son las brechas de conocimiento existentes que la investigación buscará reducir”

Esta investigación está inmersa dentro de la ingeniería y tecnología, tomando en cuenta el enunciado anterior, sabiendo que el uso del RPA como método de levantamiento topográfico en obras civiles se está empleando usando el de fotogrametría de manera automática lo cual no permite conocer la eficiencia real frente a otros métodos. Ante ello se aplicará el levantamiento topográfico con RPA usando restitución fotogramétrica, esto contribuirá a conocer la eficiencia real usando la metodología adecuada contribuyendo al enriquecimiento técnico en el levantamiento topográfico para obras civiles.

1.3.3. Metodología

Para Álvarez-Risco, A. (2020) la Justificación metodológica “Implica describir la razón de utilizar la metodología planteada”

El desarrollo de la presente investigación se enfocará en conocer la eficiencia del levantamiento topográfico frente a otro método usando un método de procesamiento adecuado y analizando costo y tiempo

donde se obtendrá como resultado variables que permitan saber si es eficiente o no y cuando lo es, de tal manera que permitirán uso adecuado de la metodología permitiendo a los ingenieros tomar decisiones acertadas para su empleo lo cual resultara en beneficio del desarrollo de las obras civiles reduciendo costos y tiempo entre otras ventajas.

1.4 Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La investigación se realizó entre los límites de los distritos, Imperial, Nuevo Imperial, San Vicente de Cañete, provincia de Cañete, departamento de Lima.

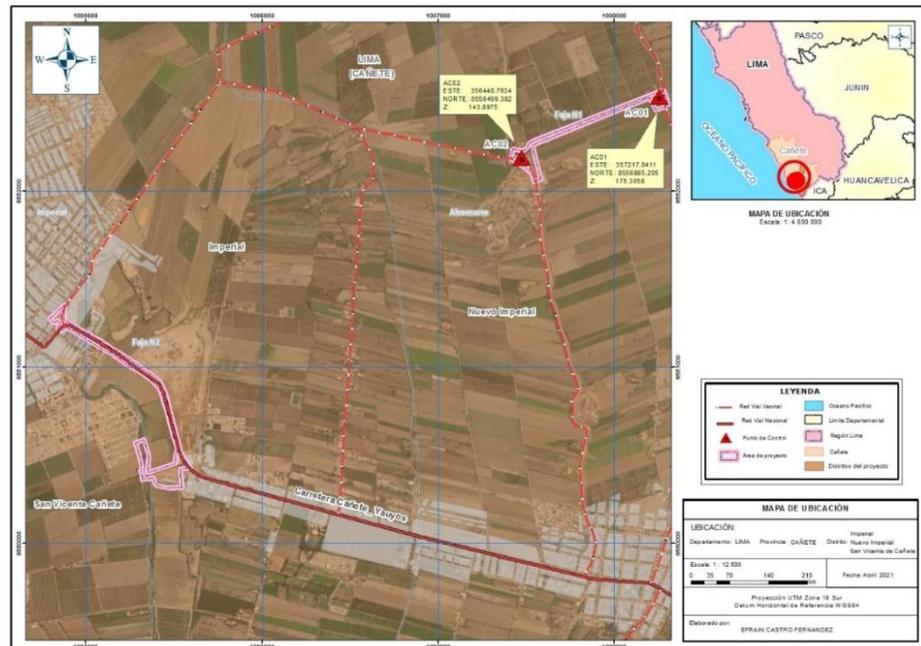


Figura 1 ubicación del área de estudio

Fuente de Cfgematica

1.4.2. Temporal

La delimitación temporal corresponde al mes de octubre 2021 a enero 2022, periodo de tiempo en el que se realizó las mediciones de campo, post procesamiento en gabinete.

1.4.3. Económica

Realizar este tipo de investigación es muy costoso por lo que requiere el empleo de equipos de última tecnología y brigadas en campo, en este caso el tesista recibió el auspicio de una consultora privada quien ejecutó dicho proyecto y el tesista participó en el proceso”.

1.5. Limitaciones

No se encontró limitación para el acceso al área de proyecto y el desplazamiento, logística, personal, equipo y tecnología, tanto en campo como gabinete, fue facilitado por la empresa consultora auspiciador del proyecto de investigación CFgeomática.

1.6. Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Evaluar la eficiencia de levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total, Cañete 2021.

1.6.2. Objetivo Específicos

1. Analizar el resultado que produce la evaluación del tiempo que

requiere el levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total.

2. Establecer el resultado que se obtiene de la evaluación del costo del levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total.
3. Determinar el resultado que se obtiene de la evaluación de la precisión del levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales)

2.1.1. Nacionales

Cabada (2019) en su tesis titulada: **“Evaluación de precisión y costo en un levantamiento topográfico con estación total y aeronave pilotada remotamente (RPA-DRON) en el centro poblado Cashapampa – Cajamarca (2018)”**. “Desarrollado en la universidad Privada del Norte, Cajamarca siendo una investigación en función a su propósito es aplicada, según su profundidad explicativa, según su naturaleza de datos en cuantitativa. Esta investigación tuvo como objetivo general: Evaluar la diferencia de precisión y costo en un levantamiento topográfico con estación total y con aeronave pilotada remotamente. En donde considera que ejecutando con aeronave pilotada a distancia

remotamente es a 5 veces en coordenadas este, norte y elevación y el costo 3% menos que si se realiza con estación total”, donde concluye que: “en precisión y costo es mayor con respecto a la estación total, se obtuvo mayor información con RPA”.

Pari (2018), en su tesis titulada: **“Análisis, desarrollo y comparación de un levantamiento fotogramétrico realizado con un RPA frente a un levantamiento topográfico convencional realizado con GNSS - mina Barrick, (2018)”** “Desarrollado en la Universidad Privada del Norte, La Libertad. Siendo una investigación planteada según su naturaleza de los datos es cuantitativa, según su propósito aplicada, según la manipulación de variables cuasi experimental y de corte transversal es cuantitativa. Esta investigación tuvo como objetivo general: Analizar, desarrollar y comparar un levantamiento fotogramétrico realizado por una aeronave pilotada a distancia RPA frente a un levantamiento topográfico convencional realizado con receptores GNSS. Donde permite realizar mediciones directas o indirectas, lo que es requerido por el ingeniero civil para obtener la información necesaria para hacer un análisis de la superficie que permita realizar la planificación de los diversos tipos de proyectos de obras civiles”. “Donde concluye realizar ambos levantamientos analiza los resultados llegando a la conclusión que para realizar levantamientos topográficos de precisión, los RPA y los receptores GNSS deben cumplir ciertas características, para el caso de los

RPA, debe ser un dron híbrido (despegue y aterrizaje vertical), contar con un sensor de alta resolución 42 megapíxeles recomendable, resistir ráfagas de viento de hasta 45 k/h, tener una autonomía no menor a 45 minutos de vuelo y volar a una altura entre 80m a 500m sobre el nivel de despegue. Para el caso de los receptores GNSS, al momento de realizar las mediciones, la precisión nominal típica de debe estar alrededor de está alrededor de: Horizontal 8mm + 1 ppm RMS, Vertical: 15 mm + 1 ppm RMS, el GDOP no mayor a 6 y debe decepcionar un mínimo de 4 satélites. A si mismo concluye que la fotogrametría con RPA puede competir en precisión frente a un levantamiento topográfico convencional realizado con receptores GNSS y en cuanto al rendimiento y costo, se observa que la técnica de levantamiento fotogramétrico con RPA, es 70% más eficiente que el método convencional, pero 20% más costoso. El tiempo necesario para medir las 15ha. con el RPA fue de 2 horas 33 minutos, mientras que para el método convencional con GNSS tomo cerca de 7 horas y 22 minutos alcanzando precisiones similares”.

Hinostroza (2021), en su investigación titulada **“Evaluación de errores máximos permisibles entre levantamiento topográfico empleando DRON y Sistema de Posicionamiento Global Diferencial”**, “desarrollado en la Universidad Peruana los Andes, Huancayo. Siendo una investigación aplicada. Esta investigación tuvo como objetivo general: Analizar los resultados de la evaluación de los errores máximos

permisibles entre levantamiento topográfico empleando Dron y Sistema de Posicionamiento Global Diferencial. El autor sostiene que los errores máximos permisibles están en función del método de levantamiento topográfico empleando DRON y Sistema de Posicionamiento Global Diferencial. Para demostrarlo realizó el levantamiento con ambos métodos”. “Donde concluye que los levantamientos topográficos analizados en esta Investigación, se establece que el efectuado con el sistema de Posicionamiento global diferencial es más exacto en altimetría y en planimetría a comparación del DRON; en cuanto a costos el levantamiento topográfico con DRON es más económico ya que abarcamos mayor área en menor tiempo. Para la altimetría y ambos equipos trabajados con georreferenciación y considerando como valor real a los datos obtenidos por el GPS Diferencial, varían de acuerdo a las condiciones climáticas obteniendo una diferencia máxima entre ellos de 0.674 metros lo que nos muestra que no es un resultado confiable. En cuanto a costos se concluyó que el levantamiento topográfico con DRON es más económico ya que contamos con menos mano de obra y un menor tiempo de ejecución a comparación del Sistema de Posicionamiento Global Diferencial”.

2.1.2 Internacionales

Claros, Guevara y Pacas (2016), realizaron la investigación: “aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos

mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados, en el 2016”, “desarrollado en la universidad de el salvador, El Salvador Centro América. Siendo una investigación descriptiva. Esta investigación tuvo como objetivo general: Aplicar la fotogrametría aérea a baja altura en levantamientos Topográficos, mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados con fines ingenieriles. Donde plantea que; La topografía ha tenido evoluciones significativas, con técnicas e instrumentos que permiten realizar mediciones directas o indirectas, lo que es requerido por el ingeniero civil para obtener la información necesaria para hacer un análisis de la superficie que permita realizar la planificación de los diversos tipos de proyectos de obras civiles”. “Donde concluye que al procesar la información adquirida con esta técnica en programas especializados, se puede obtener información topográfica del terreno, facilitando realizar diversas actividades en la planeación de proyectos, así mismo concluyen que; la fotogrametría constituye una técnica que permite obtener datos de la superficie del terreno en un corto lapso de tiempo, mediante la toma de fotografías aéreas, la técnica planteada establece una metodología accesible, económica y eficaz para instituciones gubernamentales y no gubernamentales”.

Jiménez, Magaña y Soriano (2019), en su tesis titulada “Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de drones y GPS como métodos indirectos, en el

2019”, “desarrollado en la universidad de el salvador, El Salvador Centro América. Siendo una investigación comparativa. Esta investigación tuvo como objetivo general: Realizar análisis comparativo entre levantamiento topográfico con el uso de estación total como método directo y el uso de Dron y GPS como métodos indirectos”. “Donde concluye que Los datos obtenidos en campo tomados con el Dron y las medidas obtenidas con la estación total, tienen resultados muy similares, sin embargo, el segundo método es el más viable por su Versatilidad , en cuanto al análisis de tiempos y costos realizadas en cada sistema determinaron que el sistema topográfico convencional es menos eficiente, demanda de alta cantidad de costos, mano de obra y tiempo, además es muy sensible en lo referente a la accesibilidad al área de estudio y genera un alto riesgo laboral para el personal técnico que realiza el levantamiento”.

Martínez (2016), en su tesis doctoral titulada **“técnicas fotogramétricas desde Vehículos aéreos no tripulados aplicadas a la obtención de productos cartográficos para la Ingeniería civil, 2016”**, “desarrollada en la universidad de Almería, España, siendo una investigación aplicada. Esta investigación se ha dividido en tres capítulos”: “Primer capítulo tuvo como objetivo general: comparar los resultados obtenidos con imágenes tomadas con el eje perpendicular a la superficie objeto de estudio, y otras realizadas clásicamente de forma cenital. Donde propone la influencia de la orientación del eje de la

fotografía respecto a la superficie bajo estudio sobre la calidad de los productos obtenidos en el proceso fotogramétrico”. “En donde concluye que, para el contexto de deslizamientos de taludes de desmonte en carreteras, o bien superficies de topografía extrema, donde existen problemas de accesibilidad, se establece la disposición ideal para el mínimo de 3 GCPs necesarios para la georreferenciación absoluta de los proyectos fotogramétricos. Esta distribución ideal aconseja la disposición de dos GCPs en la parte baja del talud y un tercero en la parte alta del talud, bien centrado. Además, el área del triángulo formado por los mismos debe tender a ser máxima”. “Segundo capítulo tuvo como objetivo general: analizar la influencia de la altura de vuelo, la morfología del terreno y el número de GCPs en la precisión de DEMs y orto imágenes obtenidas a través de fotogrametría UAV a partir de software basado en el algoritmo SfM”. “Donde concluye que ni la morfología del terreno, ni la altura de vuelo tienen una incidencia significativa en las precisiones obtenidas en ninguna de las componentes planimetrías. La altura de vuelo tiene muy poca influencia en la precisión horizontal ya que en el rango de vuelo cubierto (50120 m) el GSD varió de 0.012 m a 0.027 m”. “Tercer capítulo tuvo como objetivo general: profundizar en el conocimiento de la influencia que el número de GCPs tiene sobre la precisión de DSMs y orto fotos obtenidos mediante fotogrametría UAV a partir de software basado en el algoritmo SfM.”. “Donde concluye que el uso de un número alto de GCPs (15-20) aumenta considerablemente la precisión de los productos

obtenidos, tanto en planimetría como en altimetría, permitiendo llegar incluso a alturas de 120 m sin pérdida significativa de precisión, así como la creación de mapas cartográficos a escala 1:150 según las normas del ASPRS”.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Topografía

“Es una rama de la Ingeniería que se propone determinar la posición relativa de los puntos, mediante la recopilación y procesamiento de las informaciones de las partes físicas del geoide, considerando hipotéticamente que la superficie terrestre de observación es una superficie plana, horizontal, en términos simples la topografía se encarga de realizar mediciones en una porción de tierra relativamente pequeña”, (Mendoza. J, (2012, 7).

2.2.2 Levantamiento Topográfico

“Es el proceso por el cual se realiza un conjunto de operaciones y métodos para representar gráficamente en un plano una porción de tierra, ubicando la posición de sus puntos naturales o artificiales más importantes”, Mendoza. J, (2012, 13).

2.2.3 Eficiencia

La Real Academia española (RAE) define la eficiencia como “la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto

determinado, la eficiencia se puede definir como la capacidad de lograr ese efecto en cuestión, con el mínimo de recursos posibles o en el menor tiempo posible”.

Jairo Díaz Villarraga y Yeismi Paola Galindo mencionan en su trabajo de grado de Maestría que “Según Vega Martínez, (2013) la evaluación de la eficiencia se basa en indicadores que miden la efectividad de determinada tarea respecto al logro de metas y objetivos específicos, así mismo determina que el incumplimiento de alguno de los objetivos no hace inmedible el ítem evaluado. En términos generales la eficiencia se puede entender como el grado en que se cumplen los objetivos de una iniciativa al menor costo posible”.

Luego menciona que, “El no cumplir cabalmente los objetivos y/o el desperdicio de recursos o insumos hacen que la iniciativa resulte ineficiente (o menos eficiente). Por lo tanto, para ser eficiente, una iniciativa tiene que ser eficaz. (MOKATE, 2001). Mokate sostiene que un programa es eficaz si logra los objetivos para los que se diseñó y advierte que “para ser eficiente, una iniciativa debe ser eficaz”. En este contexto, con el desarrollo del trabajo se propone evaluar la eficiencia de los modelos digitales de terreno, tomando como indicadores el tiempo, costo, y funcionalidad del modelo para dar alcance a los objetivos de un proyecto de infraestructura vial”.

Finalmente considera que “con el fin de dar un alcance de medición, la eficiencia se puede definir como la capacidad de lograr ese

efecto en cuestión, con el mínimo de recursos posibles o en el menor tiempo posible.”.

2.2.4. Precisiones en Aerotringulación

“A mayor altitud menos fotografías son necesarias para cubrir la misma superficie, pero la escala es más pequeña y la precisión decrece. Del mismo modo cuanto menor es la altitud, la precisión se incrementa, pero la propagación de error asociada con un gran número de conexiones degrada los resultados”.

“La precisión de las observaciones después del ajuste dependen del vuelo fotogramétrico (escala de fotografía, focal), de las mediciones (instrumento, operador) y del tipo de puntos de enlace que se utilicen (pre señalizados o marcados), mientras que la influencia de la geometría del bloque depende del número y distribución de los puntos de apoyo (control planimétrico y altimétrico), de enlace (el número de puntos de enlace no tiene mucha influencia en la precisión pero si en la fiabilidad de los resultados del ajuste), forma y tamaño del bloque”. .Pérez, J, (2001)

2.2.5 Precisión planimétrica (horizontal y altimétrica (vertical)

“En el ajuste del bloque espacial, la precisión planimetría no está afectada por la precisión de las elevaciones (altimetría) del modelo o por la disposición de los puntos de apoyo altimétricos”. Pérez, J, (2001).

“Similarmente, la precisión altimétrica es independiente de la precisión de las coordenadas modelo planimetrías (X, Y) y de la

distribución de los puntos planimétricos de apoyo. Los resultados para planimetría son válidos tanto para el ajuste planimétrico como para el ajuste espacial del bloque”, Pérez, J, (2001).

2.2.6. Rendimiento

“Proporción entre el producto o el resulta obtenido y los medios utilizados”. (RAE, Real Academia Española).

2.2.7. Costo hora hombre

“Para obtener el costo de la hora hombre es importante establecer el rendimiento en hora por cada categoría de trabajador, ya que el salario vario entre operarios ayudantes y peones”, Padilla A. (2016, 17).

2.2.8. Estación total

“Es el instrumento que integra las funciones que realiza el teodolito electrónico, el medidor electrónico de distancias y un microprocesador, realizando los cálculos necesarios para obtener las coordenadas rectangulares de la superficie del terreno”, Torres & Villate, (2001).

2.2.9. Procesamiento fotogramétrico

“Consiste en la reconstrucción de la posición de un par de fotogramas tal y como se hicieron en el momento de la toma, para así, por analogía geométrica poder medir coordenadas tridimensionales del terreno capturado en la zona de recubrimiento”.

2.2.10. RPA Aeronave Pilotada a Distancia (Remotely Piloted Aircraft)

“Un RPA es una aeronave pilotada por un “piloto remoto”, emplazado en una “estación de piloto remoto” ubicada fuera de la aeronave (es decir en tierra, en barco, en otra aeronave, en el espacio) quien monitorea la aeronave en todo momento y tiene responsabilidad directa de la conducción segura de la aeronave durante todo su vuelo. Un RPA puede poseer varios tipos de tecnología de piloto automático, pero, en todo momento, el piloto remoto puede intervenir en la gestión del vuelo”.

2.3. Definición de términos

Drone

“Denominación en el ámbito militar. La etimología de 'drone' viene de dran o dræn, abeja macho o zángano, el cual hace referencia al zumbido producido por sus motores, similares al de los zánganos volando. Para efectos de esta NTC se prescinde de esta denominación que en adelante deberá entenderse como RPA”.

Uav Unmanned Aerial Vehicle (vehículo aéreo no tripulado)

Término obsoleto. MTC_NTC_001_(2015).

GSD (Ground Sampling Distance)

“Es la distancia entre dos centros de píxeles consecutivos medidos en el suelo. Cuanto mayor es el valor del GSD de la imagen, menor será la resolución espacial de la imagen y los detalles serán menos visibles. El GSD está relacionado con la altura de vuelo, cuanto mayor sea la altitud de vuelo, es más grande el valor del GSD”.

Tie Point

“Se refiere a los puntos de amarre automático que genera el procesamiento de un software especializado. En un punto 3D y sus correspondientes puntos clave en 2D que se detectaron de forma automática en la imagen y se utilizan para calcular su posición en 3D”.

Estereoscopia

“Técnica que permite la visión en 3D, aprovechando la visión binocular”.

RTK GPS (Real Time Kinematic GPS)

“Es una técnica utilizada para mejorar la precisión de los datos de posición derivados de los sistemas de posicionamiento por satélite (sistema de navegación por satélite, GNSS), como GPS, GLONASS, Galileo y BeiDou. Utiliza las mediciones de la fase de la señal de onda portadora, en lugar del contenido de información de la señal, y se basa en una estación de referencia individual o estación virtual interpolada para proporcionar correcciones en tiempo real, proporcionando una precisión a nivel centimétrica”.

DEM (Digital Elevation Model)

“Es un modelo digital o representación 3D de la superficie de un terreno creado a partir de los datos de elevación del mismo, que representa la información de altura sin ninguna definición adicional sobre la superficie”.

Ortofoto

“Una orto foto se genera a partir de fotografías aéreas que han sido rectificadas para adaptarse a la forma del terreno, de tal forma que el punto de vista de la cámara no afecte a la posición real de los objetos”.

Apoyo Terrestre

“Son puntos de control horizontal y vertical a través de los cuales es posible referir las imágenes al territorio. El apoyo terrestre para control fotogramétrico se compone de puntos de control y puntos de apoyo”.

Distancia Focal

“Distancia existente entre el punto nodal trasero del objetivo con respecto al plano en que convergen los rayos luminosos para formar la imagen”.

Fotogrametría

“Arte, ciencia y tecnología para obtener información acerca de los objetos físicos y el medioambiente a través de procesos de registro, medición e

interpretación de imágenes fotográficas y patrones de energía electromagnética radiante y otros fenómenos”.

Orientación

“Permite generar un modelo 3D a partir de imágenes con proyección perspectiva central”.

Orientación Absoluta

“Utiliza las coordenadas conocidas en el terreno para puntos que se puedan identificar en el modelo estereoscópico, con el fin de escalar y nivelar el modelo, con el fin de poder medirse y/o graficarse en un mapa cualquiera de las coordenadas de terreno “X”, “Y” y “Z””.

Orientación relativa

“Involucra la reconstrucción en el restituidor o software de restitución digital, de la relación angular relativa existente entre las orientaciones espaciales de la cámara al momento de la captación de fotografías sucesivas. Esto es un proceso iterativo que debe resultar en un modelo estereoscópico fácil de observar en todas sus partes tras eliminar la paralaje en Y (la separación de ambas imágenes que impide que se fusionen en un modelo estereoscópico)”

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

El levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso de RPA es más eficiente con respecto a la estación total.

2.4.2. Hipótesis Específicas

1. “El levantamiento topográfico mediante el uso de RPA es más rápido respecto a la estación total”.
2. “Mediante el uso del RPA se requieren menores costos respecto a la estación total”.
3. “El uso del RPA obtiene mayor precisión para el levantamiento topográfico, respecto a la estación total”.

2.5. Variables

2.5.1 Definición conceptual de la variable

“Tamayo-Tamayo (2000). “Denomina variable a un aspecto o dimensión de un fenómeno que tiene como característica, la capacidad de asumir distintos valores, ya sea cuantitativa o cualitativamente”, “Las variables se utilizan para designar cualquier característica o cualidad de la unidad de análisis y sin los elementos principales de los objetivos y la hipótesis” Lerma, (1982)”

2.5.1.1 Variable dependiente (Y)

Levantamiento topográfico

- RPA (Restitución fotogramétrica)
- Estación total

“Es el proceso de medición de una porción pequeña de la tierra, se define técnicamente como”:

“Es el proceso por el cual se realiza un conjunto de operaciones y métodos para representar gráficamente en un plano una porción de tierra, ubicando la posición de sus puntos naturales o artificiales más importantes”, Mendoza. J, (2012, 13).

2.5.1.2 Variable independiente (X)

La eficiencia

La eficiencia es definida por la RAE (real Academia Española), como “Capacidad de disponer de algo para conseguir un efecto determinado, capacidad de lograr los resultados deseados con el mínimo posible de recursos”. Jairo Díaz Villarraga y Yeismi Paola Galindo mencionan en su trabajo de grado de Maestría que “En términos generales la eficiencia se puede entender como el grado en que se cumplen los objetivos de una

iniciativa al menor costo posible”.

Para esta investigación se analiza la disposición de diferentes técnicas de levantamiento topográfico, comparándolos, analizando los resultados de precisión, costo, y tiempo en el levantamiento topográfico para obras civiles.

2.5.2. Definición operacional de la variable

Para Alberto Ramírez, “Ladrón de Guevara (1981) y Lema (1982), “refieren a la importancia de la operacionalización, que consiste en definir las variables a medir y la forma en que vamos a hacerlo, como también, las unidades y los indicadores de interpretación que le vamos a dar cantidad o cualidad del atributo, unidad y forma de medida, o expresión matemática. Durante este proceso las variables se transforman de un nivel abstracto a un nivel empírico, observable y medible”

Según la definición que le dan estos autores, en esta investigación se ha definido las variables, los indicadores que permitirán evaluar la eficiencia en el levantamiento topográfico.

2.5.3. Operacionalización de la variable

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores
Variable independiente: La eficiencia	“Capacidad de disponer de algo para conseguir un efecto determinado, capacidad de lograr los resultados deseados con el mínimo posible de recursos”.RAE	Determinar elementos que permitan medir la eficiencia	Tiempo Costo Precisión	Horas hombre por ha Soles x ha Diferencia X,Y,Z
Variable dependiente: Levantamiento Topografico	“Es el proceso por el cual se realiza un conjunto de operaciones y métodos para representar gráficamente en un plano una porción de tierra, ubicando la posición de sus puntos naturales o artificiales más importantes”, Mendoza. J, (2012, 13).	Comparación del levantamiento topográfico con RPA frente a la estación total	RPA Estación Total	Restitución fotogramétrica Medición directa

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Método de investigación

“El método científico se define como un conjunto de procedimientos y estrategias metódicamente secuenciales con el objetivo de interpretar la realidad a través de la comprobación empírica. Borja, (2016,8)”.

“Por ello en esta investigación se empleó el método científico, por qué está basado en un procedimiento ordenado, lógico donde se utiliza instrumentos de forma sistematizada para lograr los objetivos planteados en la investigación”.

3.2. Tipo de investigación

“El tipo de investigación a realizar es **aplicada**, donde se aplicará los conocimientos adquiridos, se usará la recolección en campo y análisis de datos para responder las interrogantes de la investigación”.

“La forma de investigación aplicada se le denomina activo o dinámica, se encuentra íntimamente ligada a la pura ya que depende de su descubrimiento y aportes teóricos; es el estudio o aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias o características concretas; esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no desarrolla teorías”. Tamayo y Tamayo (2006)

3.3. Nivel de investigación

“La investigación es de nivel **descriptivo**, donde se describe, analiza e interpreta los datos obtenidos en campo y gabinete”.

“La investigación descriptiva tiene como objetivo la descripción precisa del evento de estudio, este tipo de investigación se asocia al diagnóstico; el propósito es exponer el evento estudiado, haciendo una enumeración detallada de sus características, de modo tal que en los resultados se puede obtener dos niveles de análisis; dependiendo del fenómeno o del propósito del investigador; estas investigaciones trabajan con uno o con varios eventos de estudio en un contexto determinado, pero su intención no es establecer relaciones de causalidad entre ellos, por tal razón no ameritan de la formulación de hipótesis”. Hurtado (2002),

3.4. Diseño de la investigación

“El diseño de investigación es **no experimental**, donde se observa información obtenida en campo y gabinete tomada con ambos métodos de levantamiento topográficos”.

“Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de investigación donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlo”. (Roberto, Hernández y Sampieri, (2002,267)”

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

“Es el Conjunto de individuos, objetos, elementos o fenómenos en los cuales puede presentarse determinada característica para el estudio”, según Beatriz (2013)

“La población de la investigación está conformada por el Levantamiento Topográfico de 10.11 ha, en el en el distrito de Cañete. Compuesta por franja N° 1 de 3.63 ha y franja N° 2 de 6.48 ha, en esta investigación para el análisis de precisión se tomó como muestra la franja N° 1 y para el análisis de costo y tiempo ambas franjas”.

3.5.2. Muestra

“En esta de investigación la muestra es la misma que la población, correspondiente al “Levantamiento Topográfico de 10.11 ha, en el distrito de Cañete”, debido a que la población es pequeña”.

“Esta investigación corresponde al tipo de muestreo No probabilística, ya que la elección de elementos no depende de la probabilidad, según Hernández (2002,305)”.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En esta investigación la recolección de datos fue mediante el método de observación y medición, obteniendo datos cualitativos. Para obtenerlos se realizó mediante los métodos:

- a) Método directo. Se empleó Estación total RUIDE RTS-822r3, se levantó detalles de vías, curvas de nivel y detalles existentes para obra civil.
- b) Método indirecto. Se realizó mediante fotogrametría aérea. Para ello se empleó como software de planeamiento de vuelo DJI GSPRO.

Para el cálculo de tiempo y costo, se trabajó en hojas de cálculo de Excel.

Los equipos empleados son: Phantom 4 RTK, digital de 8mm de distancia focal, con resolución de 20 megapíxeles, software intuitivo suministrado (DJI GS PRO), receptores Geodésicos GNSS TOPCON GR-5 (para el proceso inicial de georreferenciación), Estación total RUIDE RTS-822r3, AUTOCAD Civil 3D

Geodésicos GNSS TOCÓN GR-5, Estación total RUIDE RTS-822r3, AUTOCAD Civil 3D.

Tabla 1 Cuadro de precisiones de los equipos empleados

TIPO DE EQUIPO	MARCA	TIPO DE PROCESO	PRECISIÓN	
			Horizontal	vertical
Receptor GNSS	TOPCON	Postproceso	3mm+0.5ppm	5mm+0.5ppm
		RTK	10mm+1ppm	15mm+1ppm
ESTACION TOTAL	RUIDE RTS-822R3		+/-2mm	
RPA	PHANTOM RTK		Horizontal	vertical
			+/-0.1mm o +/-0.5	+/-0.3mm o +/-1.5m

Fuente: Elaboración propia

3.6.1 Levantamiento Topográfico

Se realizó 3 actividades principales; Geodesia (Para la georreferenciación inicial o puntos base), levantamiento topográfico con estación total, levantamiento topográfico con RPA (amarrados a los puntos base).

3.6.2. Georreferenciación

a) Personal, software y Equipo

- **Personal**

- 01 Supervisor

- 01 Geodesta

- 01 Auxiliar de topografía.

- 01 Chofer

- **Software y equipo**

- 02 Receptores GNSS TOPCON GR-5 (Rover)

- 02 Trípodes

- 02 Bases nivelantes

- 04 Batería de los receptores GNSS

- 01 Software de gabinete GeoSystem

- 01 Navegador GPS-Garmin

- 01 Laptop personal

- 01 Camioneta 4x4

- **Receptor geodésico empleado**

- Para el desarrollo de las actividades de campo, se emplearon 02 receptores geodésicos con módulo Estático diferencial y RTK”.

Características de los receptores:

Receptores GNSS TOPCON GR-5

- 216 Canales
- Constelaciones: GPS - Glonass - Galileo
- Preparado para todas las nuevas señales a integrarse
- RTK a 100 Hz
- Radio interna Integrada
- Modem interno para comunicación RTK vía Celular GSM
- Máxima resistencia a golpes y caídas
- 32 GB de memoria interna
- Avanzada Antena GNSS
- Insuperable el seguimiento y el rendimiento.



Figura 2 Receptor GNSS TOPCON GR-5

Fuente de CFgeomática

b) Punto de Control de orden C

Poligonal GNSS amarrado a la REGPMOC.

En campo se monumentó y leyó dos puntos de control geodésico de orden “C” denominados “AC01” y “AC02” **amarrados** a la red geodésica del Instituto Geográfico Nacional (LI04).

Tabla 2 Datos de levantamiento de los puntos de orden “C”

Ajuste de puntos			
Punto	Norte (m)	Este (m)	Elevación
AC01	357,217.84	8,556,865.20	175.3058
AC02	356,448.76	8,556,499.38	143.8975

Fuente: Elaboración propia



Figura 3 Lectura del punto geodésico de orden “C”

Fuente de CFgeomática

c) Puntos de fotocontrol

Terminado la georreferenciación de los puntos de apoyo en campo “AC01” y “AC02”, se procedió a la lectura de 17 puntos de fotocontrol pre marcados para cada área denominada franja N° 1, franja N° 2, con Receptores GNSS-GPS diferenciales de doble frecuencia, tomando como referencia los puntos de orden “C” obtenido en el proceso preliminar; usando la técnica de Levantamiento Cinemático en Tiempo Real.

En esta técnica el equipo de trabajo es de dos receptores GNSS (Fijo y Móvil), dos Radio Modem (Transmisor y Receptor) y una controladora con software capaz de procesar datos. El receptor Fijo se coloca sobre el punto de orden “C”, a través de un radio modem transmitirá los datos de corrección (código y fase) al receptor incorporado en el equipo móvil, que a su vez almacenará en la colectora.



Figura 4 Lectura de los puntos de fotocontrol

Fuente: CFgeomatica

Tabla 3 Lectura de puntos fotocontrol o apoyo franja N° 1

PFC N°	X (ESTE)	Y (NORTE)	Z (ELEVACIÓN)
PFC-1	357176	8556849.453	174.6069
PFC10	356781	8556698.803	156.2305
PFC11	356802	8556646.133	157.4809
PFC12	356633	8556635.879	150.6663
PFC13	356497	8556580.762	145.925
PFC14	356522	8556464.463	146.6067
PFC15	356419	8556491.055	142.7266
PFC16	356366	8556510.629	140.2625
PFC17	356359	8556564.13	143.2506

PFC-2	357202	8556800.328	174.9807
PFC3	357246	8556809.898	175.1371
PFC4	357261	8556808.284	176.3343
PFC5	357256	8556891.549	176.6566
PFC6	357229	8556897.874	175.6347
PFC7	357169	8556863.715	172.2732
PFC8	357062	8556824.849	167.1551
PFC9	356913	8556753.614	160.8691

Fuente: Elaboración propia



Figura 5 Área de estudio franja N° 1

Fuente elaboración propia

Tabla 4 Lectura de puntos fotocontrol o apoyo franja N° 2

PUNTOS	X (ESTE)	Y (NORTE)	Z (ELEVACIÓN)
D9	354481.111	8555094.040	88.124
D8	354509.007	8554905.280	88.9065
D7	354538.943	8554773.030	89.2358
D6	354598.838	8554720.520	88.2377
D5	354456.444	8554661.620	87.127
D4	354486.421	8554701.600	85.7628
D3	354542.462	8554689.100	87.5584
D17	354361.421	8554774.310	85.6935
D16	354346.567	8554818.060	85.6385
D15	353876.863	8555580.310	87.9325
D14	353840.064	8555539.250	87.0904
D13	353869.066	8555485.710	86.6346
D12	354024.672	8555412.810	86.8842
D11	354157.347	8555340.770	87.7828
D10	354291.983	8555258.960	88.5333
D1-2	354383.765	8554618.930	84.5873
D1	354352.268	8554675.710	86.1529

Fuente: CFgeomática



Figura 6 Área de estudio franja N° 2

Fuente: Elaboración propia

3.6.3. Levantamiento Topográfico con Estación Total

a) Personal, software y Equipo

▪ Personal

01 Ingeniero Responsable

01 Topógrafos

03 Ayudantes de Topografía

01 Chofer

- **Software y equipo**

01 Estación Total Ruide

01 Nivel de Ingenieros

01 Trípode de aluminio plegable

01 Mira Milimetrada

01 Jalón Telescópico

03 Prismas

01 Software de gabinete Civil 3D 2016

01 Flexómetro de 5m

01 Libreta de Campo

01 Cámara Fotográfica

01 Laptop personal

01 Camioneta 4x4



Figura 7 Estación total RUIDE RTS-822r3

Fuente: RUIDE

Características técnicas

*MARCA: RUIDE

*MODELO: RTS-822R3

*SERIE: 15777

*Estación Láser

* Alcance con 01prisma 5000 mts.

* Precisión 2+2 ppm

- * Alcance de medición Sin prisma 300 mts
- * precisión 5+3 ppm

- * Precisión angular de 2" y 5"
- * Lector de Angulo Absoluto
- * Enfoque mínimo 1.3mt
- * Memoria interna 10,000 puntos
- * Tarjeta externa SD card compatible

- * La plomada óptica aumento 3X

- * Sensor de Temperatura y presión

- * Despliega programas de topografía.
 - Medición de coordenadas
 - Elevación remota
 - Medidas Angulares
 - Replanteo
- * Baterías recargables con una duración de 16 horas

b) Levantamiento en campo

Para la Georreferenciación se trabajó con el Punto control Geodésico de Orden "C" AC01.

Tabla 5 Coordenadas base para muestra del punto de orden “C”

PUNTO	Norte (m)	ESTE (m)	COTA COMPENSADA (m)
AC01	8556865.205	357217.8411	175.306

Fuente: Elaboración propia

Teniendo ya los puntos de control geodésico con sus respectivas coordenadas UTM, se efectuó el levantamiento con estación total, lo cual se realizó con un operario y tres auxiliares portantes de los jalones telescópicos. El levantamiento topográfico se realizó tomando todos detalles e interferencias que existen, como construcciones, cunetas, caminos, veredas, buzones, caja de agua, caja de desagüe, postes, puentes, alcantarillas, etc.

Al final de cada día los puntos observados en campo se importaron al ordenador, observando la nube de puntos para asegurar el haber cubierto toda la zona a levantar y evitando que queden zonas sin el número de puntos adecuado para una buena edición posterior.



Figura 8 Lectura con estación total en borde de canal

Fuente: Cfgeomática



Figura 9 Lectura con estación total zona de vegetación

Fuente Cf Geomática

3.6.4. Levantamiento Topográfico con RPA

Para realizar el levantamiento topográfico con RPA se trabajó en 3 etapas “Gabinete, campo y gabinete”.

a) Personal, equipo y software

▪ Personal

01 Supervisor

01 Piloto

01 Geodesta

01 Auxiliar de topografía.

01 Chofer

▪ Equipo

02 Receptores GNSS TOPCON GR-5 (Rover)

02 Trípodes

02 Bases nivelante

04 Batería de los receptores GNSS

Software de gabinete GeoSystem

01 Software de gabinete UASMASTER o LPS

01 Navegador GPS-Garmin

01 Laptop personal

01 Camioneta 4x4

Phanton 4 RTK

El Phantom 4 RTK, es un vehículo aéreo no tripulado diseñado para cartografía profesional, vuela sin tripulación, capaz de mantener un nivel de vuelo controlado y sostenible, propulsado por un motor eléctrico, posee un cuerpo central con piloto automático incorporado, con cuatro rotores, y un modem de radio enlace para monitoreo durante el vuelo.

Especificaciones técnicas	
Peso (incluida la cámara)	1,391 Kg aproximadamente
Techo de servicio máximo sobre el nivel del mar	6000 m (19685 pies)
Rango de temperatura de funcionamiento	0 a 40 °C (32 a 104 °F)
Máxima velocidad	31 mph (50 kph) (modo P) 36 mph (58 kph) (modo A)
Rango de precisión de vuelo estacionario	RTK activo y funcionando: Vertical: ± 0.1 m; Horizontal: ± 0.1 m

	RTK desactivado
	<p>Vertical: ± 0.1 m (con posicionamiento visual); ± 0.5 m (con posicionamiento GNSS)</p> <p>Horizontal: ± 0.3 m (con posicionamiento visual); ± 1.5 m (con posicionamiento GNSS)</p>
Módulo GNSS de alta sensibilidad y frecuencia única	GPS+BeiDou+Galileo
	GPS+GLONASS+Galileo

Figura 10 Especificaciones técnicas Phantom 4 RTK

Fuente CFgeomática



Figura 11 Phantom 4 RTK

Fuente Cfgeomática

Cámara

La RPA contiene una cámara digital de 8mm de distancia focal, que captura fotos con una resolución de 20 MP, con Gimbal de 3 ejes, para tener una estabilidad de movimiento horizontal, vertical y de rotación.

Especificaciones técnicas	
Sensor	1" CMOS Píxeles efectivos: 20 MP
Objetivo	FOV (campo de visión) 84°, 8.8 m [24 mm (equivalente a formato de 35 mm)] f/2.8 - f/11; enfoque a 1 m - ∞
Rango ISO	Vídeo: 100 - 3200 (auto) 100 - 6400 (manual) Foto: 100 - 3200 (auto) 100 - 12800 (manual)
Velocidad de obturación	Velocidad del obturador electrónico: 8 - 1/8000 s
	Velocidad obturador mecánico: 8 - 1/2000 s
Sistemas de archivos compatibles	FAT32 (≤ 32 GB) ; exFAT (> 32 GB)
Tamaño de fotografía	3:2 5472×3648
	4:3 4864×3648

Figura 12 Especificaciones técnicas de la cámara digital

Fuente Cfgeomática



Figura 13 Cámara digital instalada en RPA Phantom

Fuente *Fuente* <https://www.dji.com>

- **Software de planeamiento de vuelo**

Es un software intuitivo suministrado (DJI GS PRO), para cada RPA con tareas específicas de planificación, simulación y supervisión de vuelos; importando su área de trabajo, especificando la resolución del terreno requerido y tomando en consideración los traslapes longitudinales y laterales. Posee conexión inalámbrica a través del radio modem para rastrear su posición, monitorear el avance de mapeo y enviar comando dependiendo de las circunstancias.

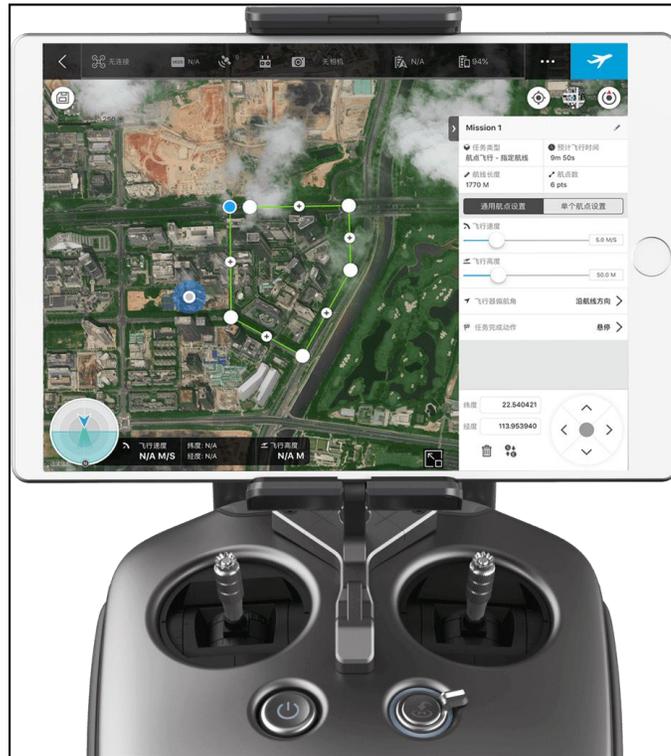


Figura 14 Software de planeamiento

Fuente: <https://www.dji.com>

b) Planificación y ejecución de vuelo

▪ Planificación de vuelo

Los vuelos se planificaron con pasadas longitudinales, se generó un plan de vuelo para cada área denominado Franja N° 1 y 2, las características específicas para cada una de ellas como se detalla a continuación:



Figura 15 Descripción del Plan de vuelo Cámara Franja N° 01

Fuente: Cfgeomática

Tabla 6 plan de vuelo de Franja N° 01

PLAN DE VUELO 1 (20/12/2021 14:02:00 HORAS)	
Modelo de Cámara	FC6310R
Altitud media de vuelo	120 m
Resolución	3 GSD
Área cubierta	3.63Ha
Número de Fotografías	315 imágenes
Traslape Lateral	80%
Traslape Longitudinal	70%
Distancia Focal	9 mm

Fuente: Elaboración propia

Figura 16 Descripción del Plan de vuelo Cámara Franja N° 02



Fuente: Cfgeomática

Tabla 7 plan de vuelo de Franja N° 02

PLAN DE VUELO 1 (20/12/2021 14:02:00 HORAS)	
Modelo de Cámara	FC6310R
Altitud media de vuelo	120m
Resolución	3GSD
Área cubierta	6.48Ha
Número de Fotografías	449 imágenes
Traslape Lateral	80%
Traslape Longitudinal	70%
Distancia Focal	9 mm

Fuente: Elaboración propia

- **Ejecución de vuelo**

Se realizó un vuelo con Sistemas de Aeronave Pilotada a Distancia (RPAS) para cada área denominado como Franja N° 1 y Franja N° 2, obteniendo en gabinete un mosaico de imágenes ortorectificado de alta resolución especial. Se obtuvieron fotos aéreas nadirales de más de 10.11 hectáreas sumando ambas Fajas. Ver centros de proyección en el Detalles de la cantidad de toma de fotografías de áreas franja N° 1 y 2

Tabla 8 Números de fotos por vuelo

	PROYECTO	N° VUELO	N° FOTOS POR VUELO	ÁREA CUBIERTA Ha
VUELOS PHANTOM RTK	FRANJA N° 1	1	315	3.63
	FRANJA N° 2	1	449	6.48
TOTAL	2	2	764	10.11

Fuente: Elaboración propia



Figura 17 Distribución de fotos en el Plan de vuelo de la franja N° 01

Fuente: Elaboración Propia



Figura 18 Distribución de fotos en el Plan de vuelo de la franja N° 02

Fuente: Elaboración Propia



Figura 19 Fotos nativas tomadas con RPA

Fuente: Elaboración Propia

3.7. Procesamiento de la información.

3.7.1. Postproceso del levantamiento con estación total

La información recolectada en la estación total, se descargó al computador y posteriormente importándola en el Civil 3D. Ya en Civil 3D, se procede a la interpretación de las libretas de campo, uniendo mediante líneas y/o convenciones los puntos de acuerdo a los esquemas dibujados en las libretas. Este procedimiento se realiza hasta unir de forma consistente todos los puntos. Esta etapa comprende en el procesamiento de la información obtenida en campo

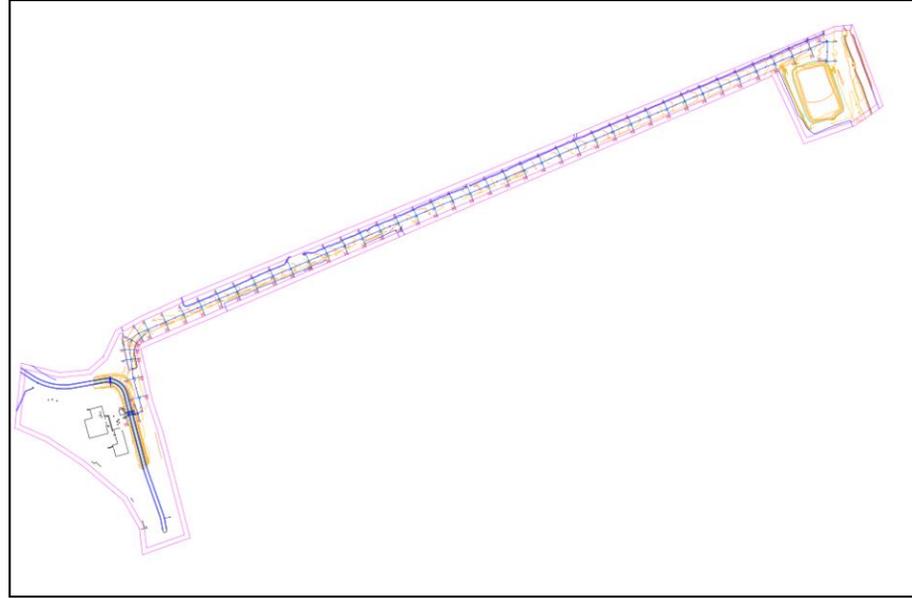


Figura 20 levantamiento topográfico con estación total Franja N° 1

Fuente:CFgeomática

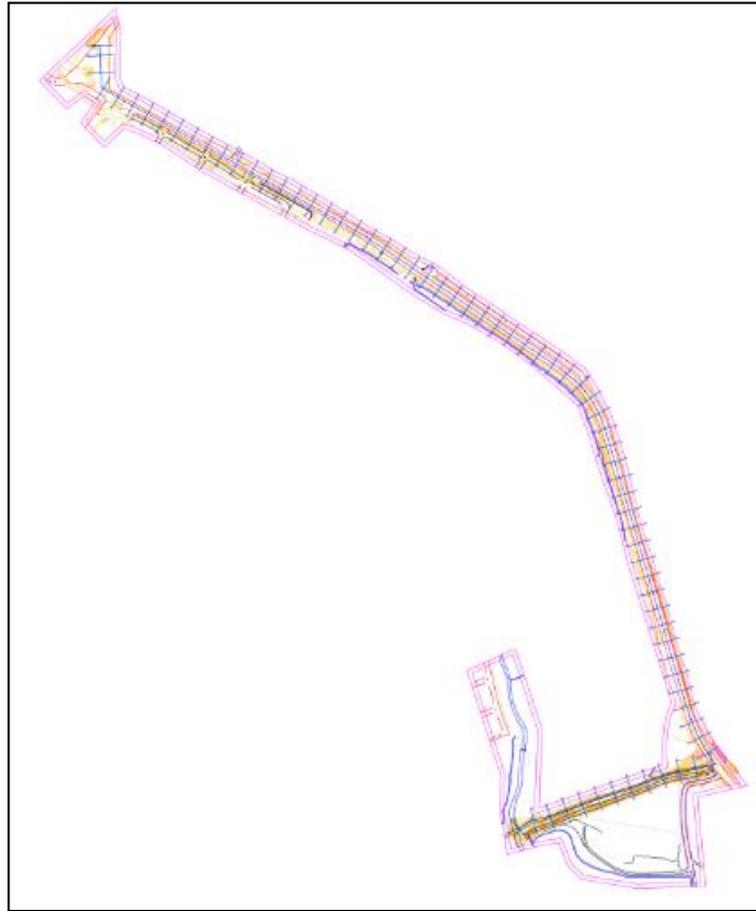


Figura 21 Levantamiento topográfico con estación total Franja N° 2

Fuente: CFgeomática

3.7.2. Postproceso de levantamiento con RPA (proceso fotogramétrico)

3.7.2.1. Software de Aerotriangulación

“Se han empleado el Software fotogramétrico UAS MASTER. de origen alemán, que es una herramienta para procesar datos obtenidos con RPAS (Remotely Piloted

Aircraft), aviones controlados de forma remota), con esta herramienta se obtuvo información y vectorial altimétrica y planimétrica, que permitió analizar y comparar las precisiones alcanzadas. Este software también permitió generar; nube de puntos, modelos digitales de elevación, Edición de modelos digitales de elevación, Ortorrectificación, mosaiqueado y restitución fotogramétrica”.

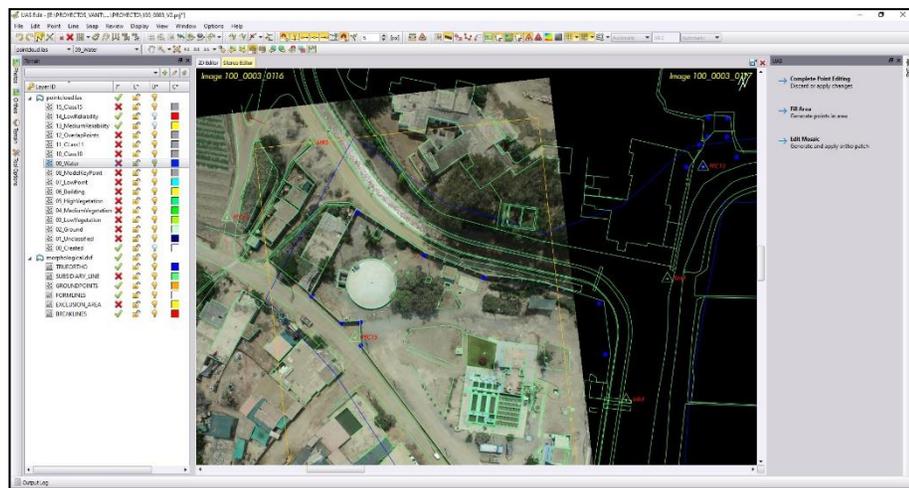


Figura 22 Software fotogramétrico UAS Master

Fuente: Elaboración Propia

3.7.2.2. Imágenes empleadas

“Las imágenes empleadas fueron tomadas con RPA (Remotely Piloted Aircraft) de ala rotatoria”.

1) Evaluación de imágenes empleadas

“Las imágenes del RPA (Remotely Piloted Aircraft) se evaluaron de acuerdo a la siguiente metodología”:

2) Número de imágenes

“Las imágenes corresponde a dos vuelos denominados; Franja N° 1 con 315 fotos y Franja N° 2 con 449, en formato jpg, las cuales recubrieron áreas de 3.63 ha y 6.48 ha respectivamente. Las dimensiones de son de 5472 x 3648 píxeles. La cámara con la que se tomaron las imágenes es de modelo FC6310R de DJI con una distancia focal 9 mm”.

3) Traslapo

“Se verificó que el traslapo longitudinal de las imágenes se encuentra sobre el 80% y el traslapo lateral superior al 70% entre líneas de vuelo”.

4) Cobertura

“Respecto a la cobertura las imágenes estereoscópicas, cubren las áreas de interés para esta investigación más del 100%”.

5) Tamaño de pixel (GSD)

“Respecto a la resolución espacial (tamaño de pixel), se encuentran en 3 cm de GSD (ground simple distance)”.

3.7.2.3. Proceso de aerotriangulación

“En este proceso se obtuvo los Tie Points (puntos de amarre), se realizó la lectura de los puntos de fotocontrol manualmente, se continuó con la orientación y finalmente se obtuvo un reporte de todo el proceso realizado”.

1) Georreferenciación

“En el UAS Master se realizó la Aerotriangulación y el ajuste del bloque obteniendo resultados precisos, luego se generó los puntos de paso de forma automática distribuidos homogéneamente en todo el bloque, incluye también opciones de auto calibración y detección de errores”.

2) Orientación Relativa

“En la orientación relativa, se orientó dos haces de rayo de un modelo relativamente uno con respecto al otro de tal manera que todos los rayos homólogos se corten. Si se consigue que cinco rayos homólogos se intersecten, todos los rayos restantes también se intersectaran en la superficie del modelo estéreo”

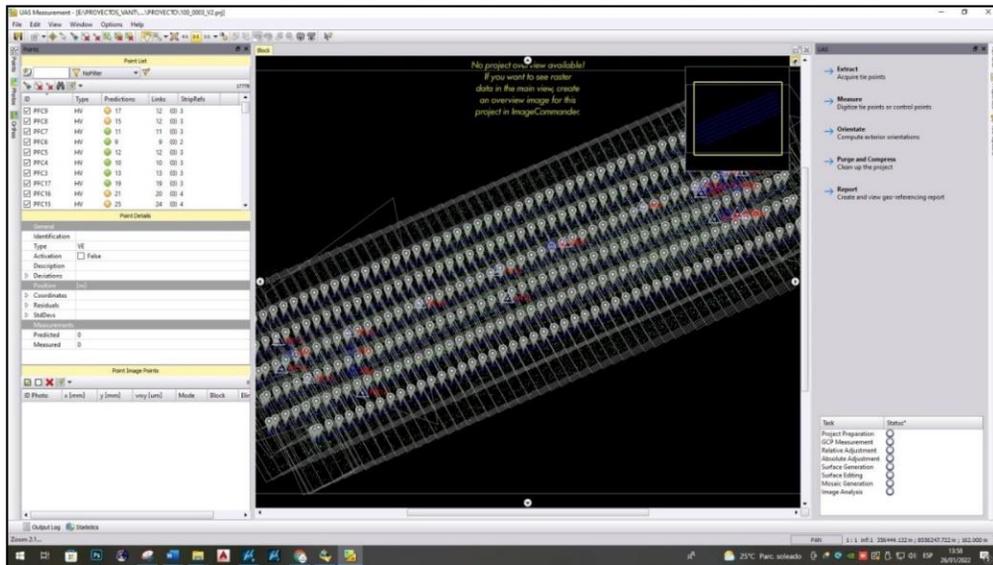


Figura 23 Visualización de Tie Points del vuelo

Fuente; Elaboración Propia

3) Puntos de amarre (tie point)

“En este proceso se conectó una imagen con la imagen adyacente del bloque de la línea de vuelo, identificando el mismo punto medido en una imagen y la otra pasada adyacente”.

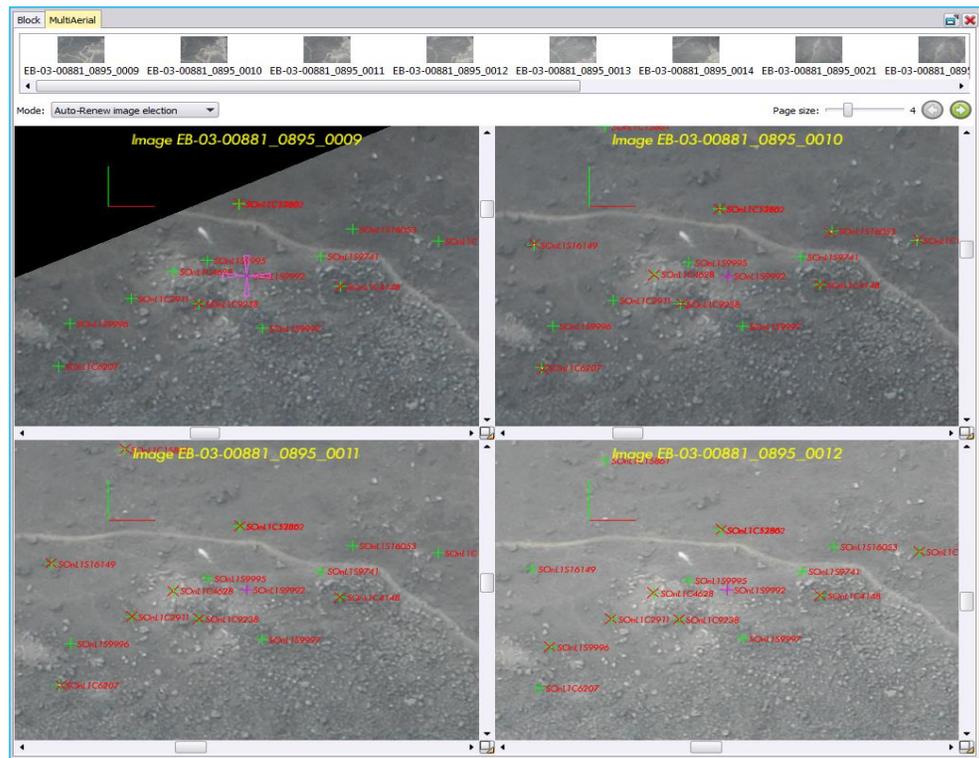


Figura 24 Visualización de Tie Points de la franja N° 01

Fuente; Elaboración Propia

4) Orientación Absoluta

“Medición de los puntos de control marcados en campo (fotocontrol) se realizó de forma manual, el cual se lee posterior a la extracción de los Tie Point, porque ayuda a que se ubique rápidamente en todas las fotos donde se puede visualizar”.

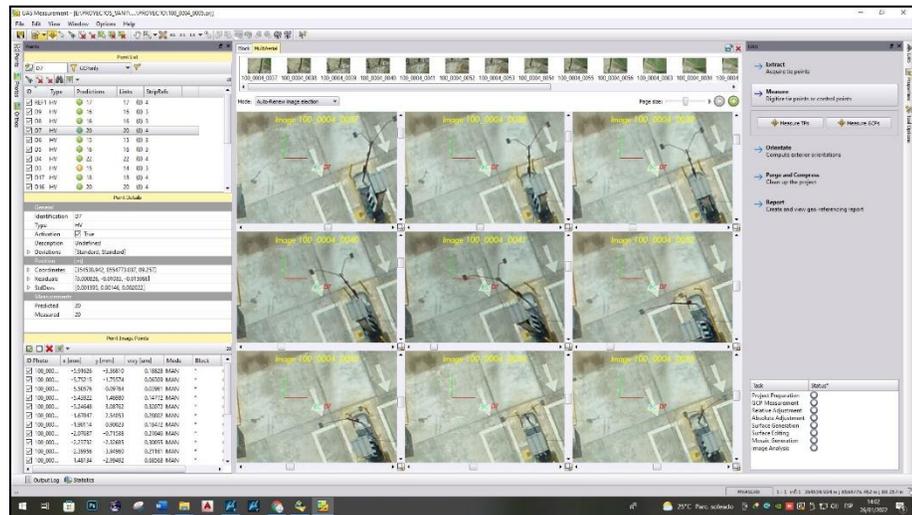


Figura 25 Visualización del punto P-10

Fuente: Elaboración Propia

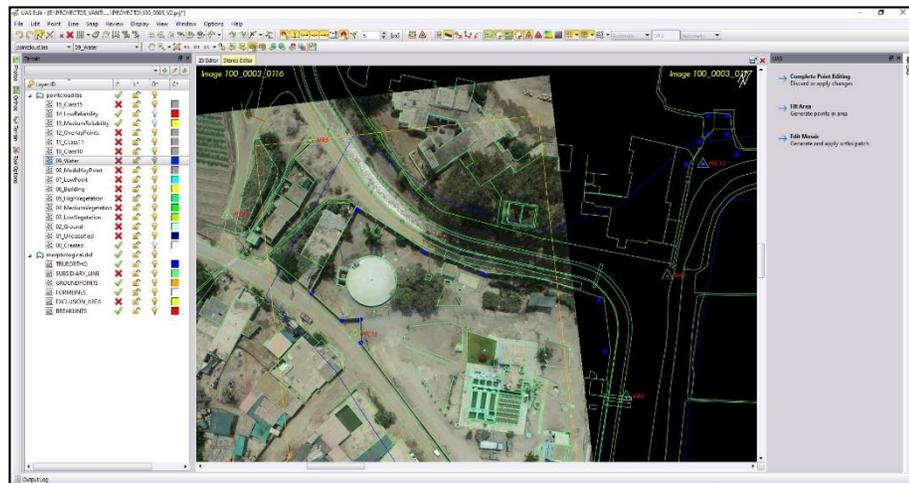


Figura 26 PFC del (puntos de fotocontrol) del vuelo

Fuente: Elaboración Propia

5) Resultados del proceso de aertotriangulación y ajuste fotogramétrico

Una vez terminado el proceso de Aerotriangulación y ajuste fotogramétrico, se procedió a revisar las escenas estereoscópicas de los puntos medidos (Tie Point) y puntos de control de campo, para verificar e identificar detalles que exceden al rango permisible.

Se realizó la comparación de las coordenadas de los PFCHV obtenidos en campo, con sus homólogos en el entorno estéreo del software UAS Master, encontrando valores aceptables.

3.7.2.4. Restitución fotogramétrica

“Es la fase más compleja y laboriosa, en el cual se extrae toda la información vectorial de planimetría y altimetría, ortofoto, nube de puntos (DSM Y DTM). en un entorno estéreo en software fotogramétrico UASMaster”



Figura 27 Restitución fotogramétrica en entorno estéreo

Fuente: Elaboración Propia

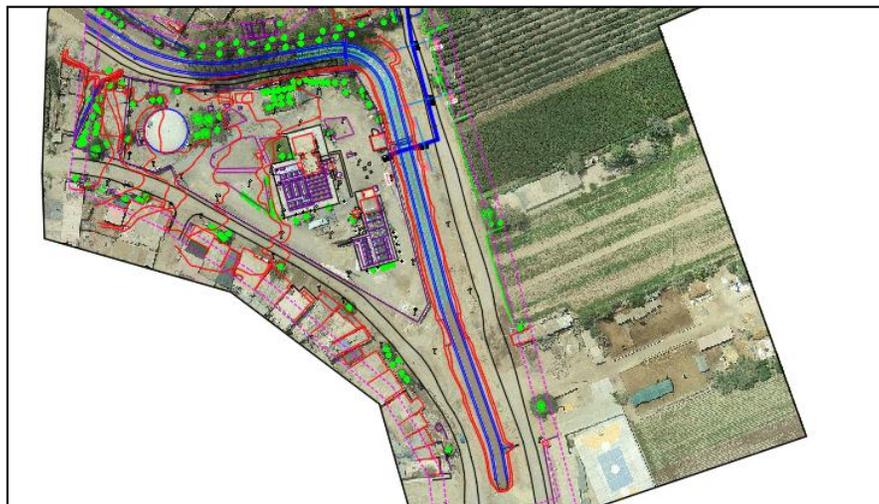


Figura 28 Vectorización de planimetría y altimetría

Fuente; Elaboración Propia

3.8. Técnicas y análisis de datos

“Para el procesamiento y análisis de datos obtenidos en el levantamiento topográfico con RPA, Estación total y restitución fotogramétrica. Donde el resultado de manera sistematizada se interpretó y se analizó a través de tablas, de esta manera se obtuvieron respuestas a la interrogante que propicio nuestra investigación. En el proceso se empleó diversos softwares como, Microsoft Word, Microsoft Excel, MICROSTATION, ERDAS, UAS MASTER, Leyca Geosystems, Google Earth Pro, Civil 3d, DJI GSPRO”.

3.8.1. Técnicas

En esta investigación se usó como técnicas de procesamiento; Restitución fotogramétrica, para el levantamiento topográfico con RPA, en el levantamiento topográfico con estación total se colectaron datos puntuales apoyados en el software que tiene el equipo para luego descargarlo en el computador y usando autocad civil 3d se reconstruyo y representa los elementos identificados. Para el cálculo de costo y tiempo se realizó apoyado en una hoja de cálculo .xls.

Los equipos empleados en el procesamiento son: UAS Master, AUTOCAD Civil 3D.

3.8.2. Análisis de datos

En esta investigación se llevó a cabo un análisis cualitativo, luego para procesar la información obtenida mediante vuelo RPA se procesó mediante fotogrametría, el proceso fotogramétrico se realizó

con el software UAS Master, donde se modelo manualmente, las curvas de nivel, planimetría, se obtuvo nube de puntos correspondiente a DSM (Modelo digital de superficie) ,DTM(Modelo digital de terreno) y la ortofoto que se ortorectificada de manera automática en el software usando la nube de puntos corregida. En el entorno estéreo. Se realizó mediciones de puntos para realizar las comparaciones de precisión usando ambas técnicas de levantamiento topográfico. Para la topografía tradicional se usaron el programa GeoSystem que viene instalada en la estación total, para realizar los trabajos en Gabinete se usaron el programa Excel 2019 y AutoCAD Civil 3D. El análisis final de precisiones se realizó en hojas de cálculo al igual que el análisis de costo y tiempo.

Tabla 9 Numero de análisis y muestras para precisiones

ANÁLISIS	MUESTRA	PROCESO
ANÁLISIS 1	MUESTRA 1	PUNTOS BASE VS ESTACIÓN TOTAL
	MUESTRA 2	PUNTOS BASE VS RPA
ANÁLISIS 2	MUESTRA 1	ESTACIÓN VS RPA (Vertice muros)
	MUESTRA 2	ESTACIÓN VS RPA (Ptos control o fotocontrol)

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de la precisión se trabajó en dos grupos denominados ANÁLISIS 1 Y ANÁLISIS 2, el cual consta de dos muestras cada una, donde se hicieron varios cruces (Ptos base vs Estación total, Ptos base vs RPA, Estación vs RPA (vértice muros), estación vs RPA (Ptos control o fotocontrol)), en cada muestra se seleccionó 5 coordenadas para cada proceso, con ello se procedió a analizar la diferencia en el desplazamiento de las coordenadas en la horizontal (x e y) y en la horizontal z. en hojas de cálculo. Cabe señalar que, para esta etapa las muestras para el análisis de precisión se han trabajado solo con coordenadas correspondiente a la franja N° 1, Para el análisis de costo y tiempo se realizó análisis comparativo de la franja n1 y franja N° 2 de tiempo, costos, personal, equipo, etc. Finalmente se reducirá a costo y tiempo, este cálculo se realizó en hojas de cálculo.

CAPITULO IV

RESULTADOS

Para el análisis de la precisión entre los dos métodos de levantamiento topográfico de interés, se trabajó en dos partes. Para el primer análisis se tomó como base los puntos de control terrestre y fotocontrol denominados “AC01, PFC 2, PFC8, PFC12, PFC10” (estos puntos sirvieron de base para comparar el desplazamiento en X,Y,Z), esos mismos puntos se leyeron con estación total denominándolos “PTET 1, PTET 2, PTET 4, PTET 5, PTET 8” y en restitución fotogramétrica “PTRPA 1, PTRPA 2, PTRPA 4, PTRPA 5, PTRPA 8”, luego se realizó análisis entre cada tipo de lectura para el mismo punto con diferente técnica siendo la base los puntos de georreferenciación al cual se le denominara en forma general Puntos base.

Para el segundo análisis se tomó puntos en vértices de muros, tangente al terreno, con Estación Total denominados “PTET1_1, PTET2_2, PTET4_4, PTET5_5, PTET8_8”, los mismos fueron restituidos del modelo 3D en fotogrametría

representados como “PTRPA1_1, PTRPA2_2, PTRPA4_4, PTRPA5_5, PTRPA8_8”. Posteriormente se analizó la diferencia entre los valores de coordenada y los rangos de precisión alcanzada.

Para el análisis de precisión se trabajó exclusivamente con datos correspondiente a la Franja N° 1.

4.1. Levantamiento Topográfico

4.1.1 De la Georreferenciación

4.1.1.1 De los puntos de orden C

“Para la georreferenciación se monumeto 2 puntos de control terrestre de orden C, se empleó 01 punto (AC01), como muestra”.

Tabla 10 Ajuste de puntos de orden “C” o control terrestre

AJUSTE DE PUNTOS			
PUNTOS	NORTE (m)	ESTE (m)	ELEVACIÓN (m)
AC01	357,217.84	8,556,865.20	175.3058
AC02	356,448.76	8,556,499.38	143.8975

Nota: Estos dos puntos sirvieron como base para el inicio de los dos métodos de levantamiento topográfico.

4.1.1.2 De los puntos de Fotocontrol

Para la georreferenciación se tomó 34 puntos de fotocontrol en total, los cuales están distribuidas en dos áreas denominadas Franja N° 1 y Franja N° 2 con 17 puntos cada uno. Para fines prácticos se toma como muestra 4 puntos correspondientes a la Franja N° 1, los cuales servirán de bases para el análisis de las otras muestras.

Tabla 11 Coordenadas de puntos fotocontrol de la faja N° 1

PUNTOS	X (ESTE)	Y (NORTE)	Z (ELEVACIÓN)
PFC-1	357176.305	8556849.45	174.6069
PFC10	356781.172	8556698.8	156.2305
PFC11	356802.324	8556646.13	157.4809
PFC12	356633.118	8556635.88	150.6663
PFC13	356496.623	8556580.76	145.925
PFC14	356521.939	8556464.46	146.6067
PFC15	356418.918	8556491.06	142.7266
PFC16	356365.738	8556510.63	140.2625
PFC17	356359.089	8556564.13	143.2506
PFC-2	357202.47	8556800.33	174.9807
PFC3	357246.2	8556809.9	175.1371
PFC4	357261.042	8556808.28	176.3343

PFC5	357255.647	8556891.55	176.6566
PFC6	357228.83	8556897.87	175.6347
PFC7	357168.816	8556863.72	172.2732
PFC8	357061.603	8556824.85	167.1551
PFC9	356913.025	8556753.61	160.8691

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 De la Muestra

“A continuación, se muestra las tablas con la muestra de 5 puntos por cada método de levantamiento topográfico teniendo como base las coordenadas correspondientes a los puntos de georreferenciación (puntos de control terrestre y fotocontrol)”.

4.1.2.1 Puntos base

Está compuesta por 4 puntos de fotocontrol y 1 punto de orden “C”, sirvieron de base para analizar el desplazamiento en X Y Z, para las muestras realizadas con ambos métodos de levantamiento topográfico.

Tabla 12 Coordenadas de PFC y Punto de control terrestre

PUNTOS BASE DE LA FRANJA N° 1			
PUNTOS	X (ESTE)	Y (NORTE)	(Z) ELEVACIÓN
PFC 2	357202.470	8556800.33	174.9807
AC01	357217.841	8556865.20	175.3058
PFC8	357061.603	8556824.85	167.1551
PFC12	356633.118	8556635.88	150.6663
PFC10	356781.172	8556698.80	156.2305

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2 Lectura con estación total

“Se leyó 5 puntos con estación total sobre los puntos denominados puntos base marcados o monumentados en campo para Puntos de control terrestre y fotocontrol al cual se denominó PTET (Punto Estación total)”.

Tabla 13 Coordenadas levantados con estación total de la franja N° 1

PUNTOS	X	Y	(Z)
	(ESTE)	(NORTE)	ELEVACIÓN
PTET 1	357202.513	8556800.300	175.009
PTET 2	357202.513	8556800.000	175.009
PTET 4	357061.599	8556824.870	167.152
PTET 5	356633.091	8556635.810	150.665
PTET 8	356781.142	8556698.790	156.298

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3 Lectura en levantamiento con RPA (Lectura en estéreo).

Se leió 5 puntos en estéreo (Restitución fotogramétrica) sobre los puntos base denominándolo PTRPA (Punto RPA).

Tabla 14 lecturadas en restitución fotogramétrica (estéreo) sobre los puntos base, de la franja N° 1

PUNTOS	X	Y	(Z)
	(ESTE)	(NORTE)	ELEVACIÓN
PTRPA 1	357202.465	8556800.32	174.964
PTRPA 2	357217.851	8556865.21	175.308
PTRPA 4	357061.589	8556824.85	167.14
PTRPA 5	356633.12	8556635.86	150.664
PTRPA 8	356781.173	8556698.8	156.212

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4 Lectura de vértices de muros con estación total

“Se leió 5 puntos en vértices de muros tangentes al terreno con estación total denominados PTET1_1 (Punto Estación total 1_1)”.

Tabla 15 Coordenadas levantadas con estación total en vértices de muros

ESTACIÓN TOTAL (VÉRTICE DE MUROS)			
PUNTOS	X (ESTE)	Y (NORTE)	Z (ELEVACIÓN)
PTET1_1	356510.412	8556446.842	145.381
PTET2_2	356484.066	8556530.051	145.202
PTET4_4	356504.515	8556587.124	146.202
PTET5_5	357213.871	8556877.816	175.302
PTET8_8	357237.205	8556891.314	176.3043

Fuente: elaboración propia

4.1.2.5 Lectura de vértices de muros en restitución fotogramétrica

“Se leió 5 puntos tangentes al terreno en vértices de muros Restitución fotogramétrica (estéreo), puntos al que se le denominó PTRPA1_1 (Punto RPA 1_1)”.

Tabla 16 Coordenadas en vértice de muros lecturado en estéreo

LEV TOPOGRÁFICO RPA (VÉRTICES DE MUROS)			
PUNTOS	X (ESTE)	Y (NORTE)	Z (ELEVACIÓN)
PTRPA1_1	356510.399	8556446.975	145.469
PTRPA2_2	356484.088	8556530.045	145.221
PTRPA4_4	356504.674	8556587.165	146.332
PTRPA5_5	357213.837	8556877.76	175.232
PTRPA8_8	357237.242	8556891.312	176.289

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Análisis N° 1

4.1.3.1 Muestra N° 1 Puntos base Vs Estación Total

En el levantamiento con estación total se recolectaron 2612 puntos para la Franja N° 1, Se seleccionó cinco (05) puntos coincidentes o lecturados sobre los mismos puntos de control terrestre y fotocontrol seleccionados en la Franja N° 1, a los cuales se le denominó PTET (PTO Estación total). **Ver tabla 13.**

Se procedió realizar la diferencia por cada componente de coordenada X, Y, Z para cuantificar la diferencia en el desplazamiento horizontal y vertical.

Tabla 17 Coordenadas de Puntos Base y Estación total

PUNTOS BASE				PTOS LEV TOPO CON ESTACIÓN TOTAL			
PUNTOS	X (ESTE)	Y (NORTE)	Z (ELEVACIÓN)	PUNTOS	X (ESTE)	Y (NORTE)	Z (ELEVACIÓN)
PFC 2	357202.47	8556800.33	174.9807	PTET 1	357202.513	8556800.3	175.009
AC01	357217.841	8556865.2	175.3058	PTET 2	357202.513	8556800	175.009
PFC8	357061.603	8556824.85	167.1551	PTET 4	357061.599	8556824.87	167.152
PFC12	356633.118	8556635.88	150.6663	PTET 5	356633.091	8556635.81	150.665
PFC10	356781.172	8556698.8	156.2305	PTET 8	356781.142	8556698.79	156.298

Nota: Se halló la diferencia de coordenadas de los Ptos de Georreferenciación con los Ptos tomados con estación total.

Tabla 18 Diferencia de coordenadas de Puntos Base y Estación total

CÁLCULO DE LA DIFERENCIA			
PFC N°	ΔX	ΔY	ΔZ
	(ESTE)	(NORTE)	(ELEVACIÓN)
PFC 2-PTET 1	-0.043	0.026	-0.028
AC01-PTET 2	0	0	0
PFC8 -PTET 4	0.004	-0.021	0.003
PFC12-PTET 5	0.027	0.073	0.001
PFC10-PTET 8	0.03	0.009	-0.067

Fuente: elaboración propia

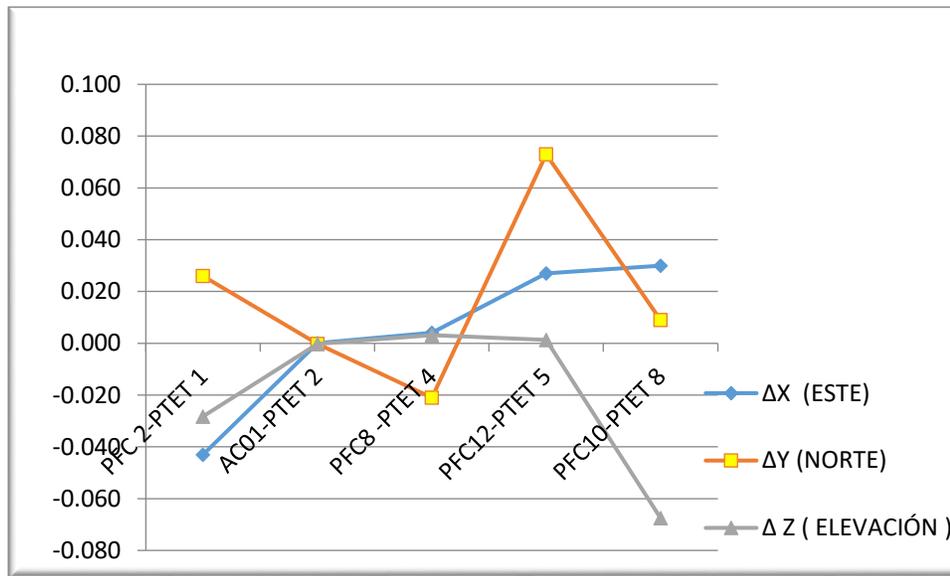


Figura 29 Gráfica de desviación Puntos base Vs Estación total

Fuente; Elaboración Propia

Mayor desviación en x =0.030

Mayor desviación en y =0.073

Mayor desviación en z = -0.067

Para el análisis de *Puntos Base* vs la lectura con Estación total de los mismos puntos para x, y, z tenemos que:

Para x = El rango de la diferencia para las coordenadas en x, varía entre 0 y 0.03 m.

Para y = El rango de la diferencia para las coordenadas en y, varía entre -0.021 y 0.073 m.

Para z = El rango de la diferencia para las coordenadas en z, varía entre -0.067 y 0.003 m.

4.1.3.2 Muestra N° 2 Puntos Base vs RPA

“El levantamiento topográfico se procesó en un software de restitución profesional UAS master, donde se triangulo y obtuvo el modelado en 3d. Del cual se extrajo la muestra de 05 puntos mediante restitución fotogrametría. Puntos coincidentes con los puntos seleccionados de la toma de puntos para georreferenciación denominados” PTRPA, **Ver tabla 14.**

“Se procedió realizar la diferencia por cada componente de coordenada X, Y, Z para cuantificar la diferencia en el desplazamiento horizontal y vertical”.

Tabla 19 Coordenadas punto base Vs RPA

PUNTOS BASE				LEV TOPOGRÁFICO RPA			
PUNTOS	X (ESTE)	Y (NORTE)	Z (ELEVACIÓN)	PUNTOS	X (ESTE)	Y (NORTE)	Z (ELEVACIÓN)
PFC 2	357202.47	8556800.328	174.9807	PTRPA 1	357202.465	8556800.32	174.964
AC01	357217.841	8556865.205	175.3058	PTRPA 2	357217.851	8556865.21	175.308
PFC8	357061.603	8556824.849	167.1551	PTRPA 4	357061.589	8556824.85	167.14
PFC12	356633.118	8556635.879	150.6663	PTRPA 5	356633.12	8556635.86	150.664
PFC10	356781.172	8556698.803	156.2305	PTRPA 8	356781.173	8556698.8	156.212

Nota: Se halló la diferencia de coordenadas de los Puntos Base con los Puntos tomados de la restitución fotogramétrica del levantamiento con RPA.

Tabla 20 Desviación de coordenadas entre Puntos Base y Puntos RPA

CÁLCULO DE LA DIFERENCIA			
PFC N°	ΔX (ESTE)	ΔY (NORTE)	ΔZ (ELEVACIÓN)
PFC 2-PTRPA 1	0.005	0.011	0.017
AC01-PTRPA 2	-0.010	0.000	-0.002
PFC8 -PTRPA 4	0.014	0.002	0.015
PFC12-PTRPA 5	-0.002	0.021	0.002
PFC10-PTRPA 8	-0.001	0.002	0.019

Fuente: Elaboración propia

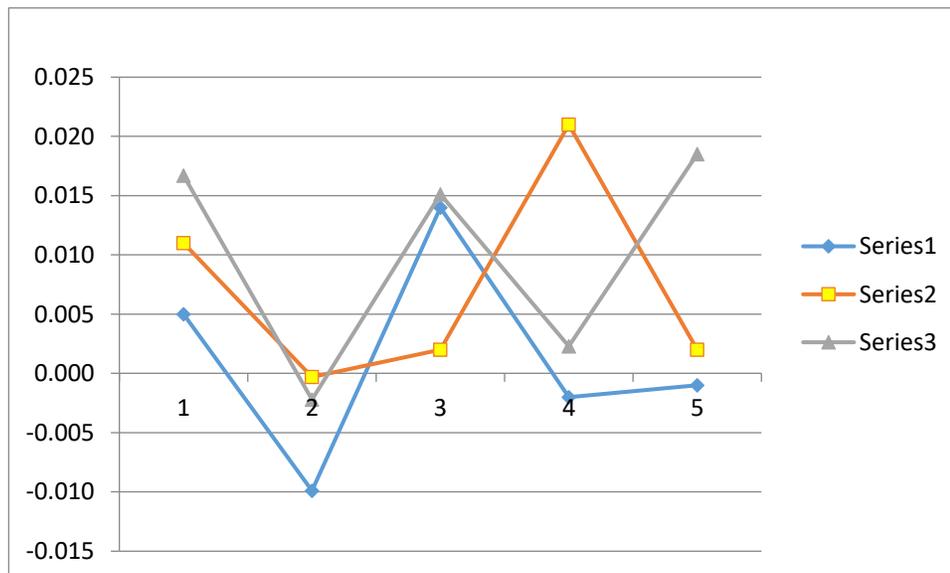


Figura 30 Gráfica de desviación Puntos base Vs RPA

Fuente; Elaboración Propia

Mayor desviación en x =0.014

Mayor desviación en y =0.021

Mayor desviación en z =0.019

En este segundo análisis de los Puntos Base vs la lectura en el estéreo para los mismos puntos para X, Y, Z tenemos que:

Para x = El rango de la diferencia para las coordenadas en x, varía entre -0.010 y 0.014 m.

Para y = El rango de la diferencia para las coordenadas en y, varía entre 0 y 0,021 m.

Para z = El rango de la diferencia para las coordenadas en z, varía entre -0.002 y 0,019 m.

4.1.4 Análisis N° 2

“Para este segundo análisis se trabajó con dos muestras tomadas con Estación total y RPA, operando entre ellas se determinó la diferencia entre las coordenadas X, Y, Z. Una muestra corresponde a vértices de muros leído con estación total, y lecturados en la restitución fotogramétrica (estéreo) y la segunda muestra corresponde a lecturas con ambos métodos sobre los puntos base”.

4.1.4.1 Muestra N° 1 Estación total vs RPA (Vértice muros)

Se tomó coordenadas en los vértices de muros con estación total denominados PTET1_1 (Puntos Estación total 1_1), ver **tabla N° 15** y esos mismos puntos fueron extraídos en fotogrametría denominados PTRPA1_1 (Puntos RPA 1_1) ver **tabla N° 16** para realizar las comparaciones y análisis entre ellas. Tomando las muestras antes mencionadas para cada caso se procedió realizar la diferencia por cada componente de coordenada X, Y, Z para cuantificar la diferencia en el desplazamiento horizontal y vertical.

Tabla 21 Coordenadas vértice muros con ET Vs RPA estéreo

LEV TOPOGRÁFICO ESTACIÓN TOTAL				LEV TOPOGRÁFICO RPA			
PUNTOS	X (ESTE)	Y (NORTE)	Z (ELEVACIÓN)	PUNTOS	X (ESTE)	Y (NORTE)	Z (ELEVACIÓN)
PTET1_1	356510.412	8556446.842	145.381	PTRPA1_1	356510.4	8556447	145.469
PTET2_2	356484.066	8556530.051	145.202	PTRPA2_2	356484.1	8556530	145.221
PTET4_4	356504.515	8556587.124	146.202	PTRPA4_4	356504.7	8556587	146.332
PTET5_5	357213.871	8556877.816	175.302	PTRPA5_5	357213.8	8556878	175.232
PTET8_8	357237.205	8556891.314	176.3043	PTRPA8_8	357237.2	8556891	176.289

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 Desviación de coord. Vértice muros ET Vs RPA

CÁLCULO DE LA DIFERENCIA			
PFC N°	ΔX (ESTE)	ΔY (NORTE)	ΔZ (ELEVACIÓN)
PTET1_1-PTRPA1_1	0.013	-0.133	-0.088
PTET2_2-PTRPA2_2	-0.022	0.006	-0.019
PTET4_4 -PTRPA4_4	-0.159	-0.041	-0.13
PTET5_5-PTRPA5_5	0.034	0.056	0.07
PTET8_8-PTRPA8_8	-0.038	0.002	0.015

Fuente: Elaboración propia

Mayor desviación en x = -0.159

Mayor desviación en y = -0.133

Mayor desviación en z = -0.130

En este segundo análisis en la comparación de los puntos levantados con estación total con respecto a los puntos tomados en fotogrametría en entorno estéreo para los mismos vértices tenemos para las coordenadas X, Y, Z :

Para x = El rango de la diferencia para las coordenadas en x, varía -0.159 y 0.034 m.

Para y = El rango de la diferencia para las coordenadas en y, varía entre -0.133 y 0.056 m.

Para z = El rango de la diferencia para las coordenadas en z, varía entre -0.13 y 0.07m.

4.1.4.2 Muestra N° 2 Estación total vs RPA (puntos tomados sobre puntos base)

“Para esta muestra del segundo análisis se tomó la muestra de 5 coordenadas leídas con estación total denominados PTET 1 (Punto Estación total 1) Ver **tabla N° 13** y en fotogrametría denominados PTRPA 1 (Punto RPA 1) Ver **tabla N° 14**, sobre los Puntos base. Las mismas que se emplearon en el primer análisis”.

Tabla 23 Coord sobre puntos base, lecturados con ET y RPA restitución

PTOS LEV TOPO CON ESTACIÓN TOTAL				LEV TOPOGRÁFICO RPA			
PUNTO	X	Y	Z	PUNTO	X	Y	Z
PTET 1	357202.513	8556800.30	175.009	PTRPA 1	357202.465	8556800.320	174.964
PTET 2	357217.841	8556865.21	175.306	PTRPA 2	357217.851	8556865.210	175.308
PTET 4	357061.599	8556824.87	167.152	PTRPA 4	357061.589	8556824.850	167.140
PTET 5	356633.091	8556635.81	150.665	PTRPA 5	356633.120	8556635.860	150.664
PTET 8	356781.142	8556698.79	156.298	PTRPA 8	356781.173	8556698.800	156.212

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 Desviación de coordenadas lecturados sobre punto base con ET Vs RPA estéreo

CÁLCULO DE LA DIFERENCIA			
PUNTOS	ΔX (ESTE)	ΔY (NORTE)	ΔZ (ELEVACIÓN)
PTET 1 -PTRPA 1	0.048	-0.015	0.045
PTET 2_PTRPA 2	-0.010	0.000	-0.002
PTET 4-PTRPA 4	0.010	0.023	0.012
PTET 5-PTRPA 5	-0.029	-0.052	0.001
PTET 8_PTRPA 8	-0.031	-0.007	0.086

Fuente: Elaboración propia

Mayor desviación en x = 0.048

Mayor desviación en y = -0.052

Mayor desviación en z = 0.086

En este segundo análisis en la comparación de los puntos levantados con estación total con respecto a los puntos tomados en fotogrametría en el entorno estéreo para puntos de control tenemos para las coordenadas X, Y, Z:

Para x = El rango de la diferencia para las coordenadas en x, varía entre -0.029 y 0.048 m.

Para y = El rango de la diferencia para las coordenadas en y, varía entre -0.052 y 0.023 m.

Para z = El rango de la diferencia para las coordenadas en z , varía entre -0.002 y 0.086 m.

4.1.5 Del análisis de precisión con ambos métodos de levantamiento topográfico

Se realizó 2 análisis y 2 muestras por cada por cada análisis, los cuales se tabuló en los resultados anteriores de cada muestra que se obtuvo la desviación hallada, es decir la diferencia entre cada coordenada tomada como muestra. Finalmente, con esos resultados se halla el rango de error para cada muestra en X , Y , Z . así como el error medio, los mismos que se han tabulado como resumen en la siguiente tabla

Tabla 25 Rango mínimo y máximo y el valor medio de los errores de las muestras que se analizó

ANÁLISIS	MUESTRA	PROCESO	RANGO			VALOR MEDIO DE LA MUESTRA		
			MÍNIMO-MÁXIMO			X	Y	Z
			X	Y	Z			
ANÁLISIS 1	MUESTRA 1	PUNTOS BASE VS ESTACIÓN TOTAL	0.043 - 0.030	-0.021 - 0.073	-0.067 - 0.003	0.004	0.017	-0.018
	MUESTRA 2	PUNTOS BASE VS RPA	-0.010 - 0.014	0.000 - 0.021	-0.002 - 0.019	0.001	0.007	0.010
ANÁLISIS 2	MUESTRA 1	ESTACIÓN TOTAL VS RPA (Vértice muros)	-0.159 - 0.034	-0.133 - 0.056	0.130 - 0.070	-0.034	-0.022	-0.030
	MUESTRA 2	ESTACIÓN TOTAL VS RPA (Puntos control o fotocontrol)	-0.290 - 0.048	-0.052 - 0.023	-0.002 - 0.086	0.002	0.010	0.028

Nota: En el análisis 1, para la muestra 2 (Puntos base vs RPA) se obtuvo el rango de errores más bajos al igual que el valor medio del error para X,Y,Z con respecto a la muestra 1 (Puntos base vs Estación Total)

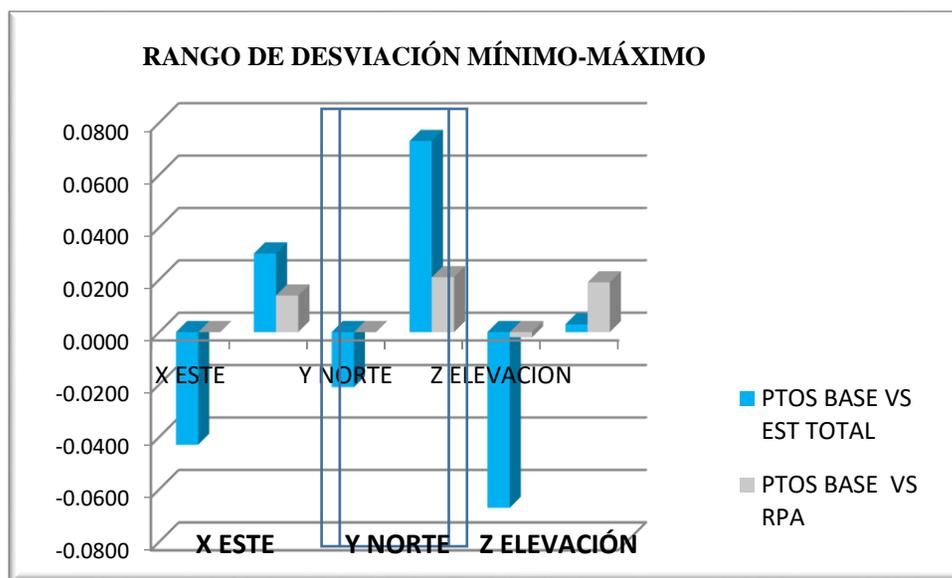


Figura 31 Rango de desviación de coordenadas máximo y mínimo

Fuente; Elaboración Propia

Para este análisis general del levantamiento topográfico nos basamos en la muestra 1 del análisis 1 ya que al ser comparada con los puntos base es mucho más fidedigna al punto base con las que realizar comparación.

La desviación para el levantamiento con RPA en (X e Y), está por debajo del levantamiento topográfico con estación total, oscilando entre -0.010. y 0.021, mientras que la muestra tomada con Estación total varía entre -0.067, 0.073, como se ve en la figura N 31, las muestras tomadas con RPA se aproxima a 0 lo que indica que tiene menos desvío con respecto a los puntos base indicando que esto tiene mayor precisión en la horizontal (X e Y). Mientras que el comportamiento en Z el rango mínimo se dispara a -0.067 que es demasiado alto esto se debe comprobar con un segundo análisis para corroborar la precisión en Z.

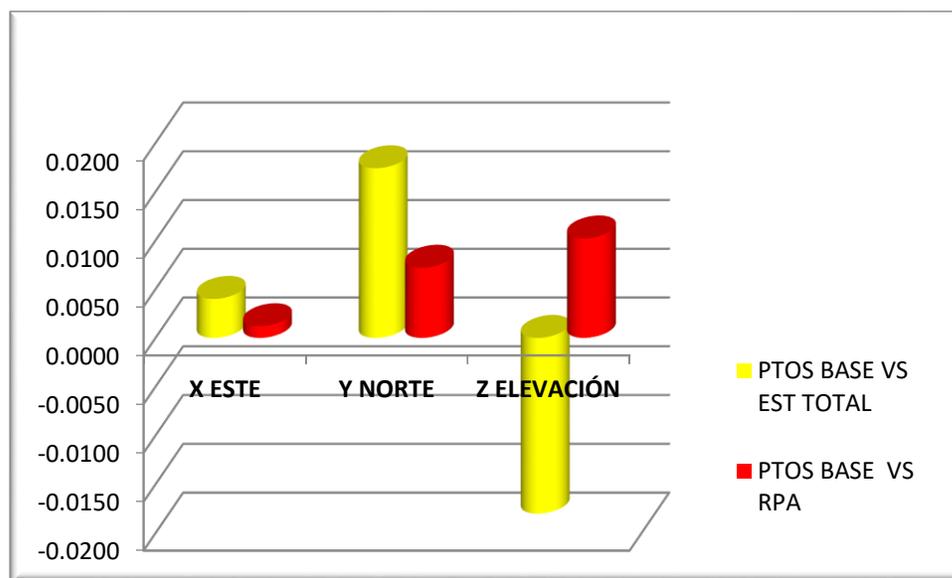


Figura 32 Error medio de la muestra

Fuente; Elaboración Propia

Al realizar un segundo análisis tomando en cuenta el error medio o promedio, nos reafirma que el rango de precisión para la Horizontal “X e Y” (planimetría) en el levantamiento con RPA se aproxima a 0 oscilando entre (0.0012, 0.007) es decir entre 7 y 1.2 mm. Reafirmando que en la horizontal el levantamiento con RPA tiene más precisión ya que, el levantamiento con estación total tiene un rango de 0.004 y 0.017 que es bajo pero se aleja un poco más del 0, porque estamos hablando de 4 a 17 mm casi se acerca en el valor máximo a los 2 cm es decir que para esta muestra en la horizontal la precisión con RPA es un 50% aproximadamente más precisa en la horizontal que los resultados de la muestra tomada con Estación Total. Mientras que el valor de la elevación es decir en la horizontal “Z” (altimetría), se mantiene en 1 cm para el levantamiento topográfico con RPA Y 1.8cm para el levantamiento con estación

total, reflejando en la gráfica de la figura N 32 que el valor para el Rpa se acerca a 0 mientras que para la estación total se aleja y aproxima a 2 cm mostrando que la precisión con RPA es un 50% aproximadamente más precisa para la muestra en la vertical.

4.3 Rendimiento en costo y tiempo

En esta investigación se tomó como muestra un proyecto desarrollado durante 5 días, se empleó el levantamiento con las dos metodologías que se hizo de manera paralela y teniendo como punto en común el desarrollo de la geodesia en la parte inicial para la georreferenciación identificando costos por ha y horas hombre empleado. Para esta fase se tomó las dos áreas correspondientes a la franja N° 1 y 2,

Tabla 26 Rendimiento costo, tiempo y equipo de franja N° 1

DETALLES DE COSTOS , PERSONAL , TIEMPO Y EQUIPO PARA FRANJA N1 (3.63 HA)						
PROCESO	COSTO EQUIPO	CANT PERSONAL	REMUNERACIÓN DÍA	DÍAS TRABAJADOS	COSTO PERSONAL	
GEORREFERENCIACIÓN	540	1	Ingeniero Responsable	200	1	200
		1	Topógrafos	120	1	120
		1	Ayudantes de Topografía	70	1	70
		1	Chofer	100	1	100
LEV TOP_ ESTACIÓN TOTAL	588	1	Ingeniero Responsable	150	2	300
		1	Topógrafos	140	2	280
		2	Ayudante de Topografía	140	2	280
		1	Chofer	100	2	200

		1	Cadista	70	1	70
		1	Piloto	150	1	150
		1	Chofer	80	1	80
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO RPA	1145	1	Ayudante	80	1	80
		1	Fotogrametra	90	3	270
		1	Cartografo	80	1	80

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se realizó detalle de costos para 3.63 ha correspondiente a la Franja N° 1, a partir del cual se calculó para la Franja N° 2.

4.3.1 Costo y tiempo en levantamiento Topográfico con Estación total

“En el levantamiento topográfico con estación total para un área de 3.63 ha, se llegó a la conclusión que el avance por día de levantamiento en campo es de 0.6 a 1 ha aproximadamente, el personal que participa no es muy especializado para el levantamiento topográfico, no se requiere de software y equipo tan sofisticado, se usa el equipo y software estándar para este tipo de trabajo”.

Tabla 27 Análisis costo, tiempo y equipo levantamiento con ET de franja N° 1

		CANT	PERSONAL	JORNAL POR DÍA	DÍAS TRABAJADOS	HORAS DIARIAS	HORAS HOMBRE	COSTO PERSONAL	COSTO TOTAL
		1	Ingeniero Responsable	150	3	8	24	450	
		1	Topógrafos	120	3	8	24	360	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL	1128	2	Ayudante de Topografía	140	3	8	24	420	
		1	Chofer	100	3	8	24	300	
		1	Cadista	70	1	8	8	70	
COSTO TOTAL S/	1128	6			4		104	1600	2728

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 28 Análisis costo, tiempo y equipo levantamiento con ET de franja N° 2

	COSTO EQUIPO	CANT	PERSONAL	JORNAL POR DIA	DIAS DE TRABAJO	HORAS DIARIAS	HORAS HOMBRE	COSTO PERSONAL	COSTO TOTAL
		1	Ingeniero Responsable	150	7	8	56	1050	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON ESTACIÓN TOTAL	2090	1	Topógrafos	120	6	8	48	720	
		2	Ayudante de Topografía	140	6	8	48	840	
		1	Chofer	100	6	8	48	600	
		1	Cadista	70	2	8	16	70	
COSTO TOTAL S/	2090	6			7		216	3280	4950

Fuente: Elaboracion propia

4.3.2 Del Costo y tiempo en levantamiento Topográfico con RPA.

Tabla 29 Análisis costo tiempo levantamiento con RPA de franja N° 1

PROCESO	COSTO EQUIPO	CANT	PERSONAL	JORNAL POR DÍA	DÍAS DE TRABAJO	HORAS DIARIAS	HORAS HOMBRE	COSTO PERSONAL	COSTO TOTAL
		1	Ingeniero Responsable	150	1	8	8	150	
		1	Topógrafos	120	1	8	8	120	
		1	Ayudantes de Topografía	70	1	8	8	70	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPA	1685	1	Piloto	150	1	8	8	150	
		1	Chofer	80	1	8	8	80	
		1	Ayudante	80	1	8	8	80	
		1	Fotogrametría	90	3	6	18	270	
		1	Cartógrafo	80	1	8	8	80	
TOTAL	1685	8			5		74	1000	2685

Fuente: Elaboración propia

En el levantamiento topográfico empleando RPA para un área de 3.63 ha correspondiente a la Franja N° 1, se llegó a la conclusión que el avance por día es de 4 ha aproximadamente, el personal que participa es muy especializado y multidisciplinario, requiere de diversos softwares para cada proceso, equipo sofisticado y de mayor tecnología.

Tabla 30 Análisis de costo tiempo levantamiento con RPA de franja N° 2

PROCESO	COSTO EQUIPO	CANT	PERSONAL	JORNAL POR DÍA	DÍAS DE TRABAJO	HORAS DIARIAS	HORAS HOMBRE	COSTO PERSONAL	COSTO TOTAL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON RPA	1518	1	Ingeniero Responsable	150	5	8	40	750	
		1	Topógrafos	120	1	8	8	120	
		1	Ayudantes de Topografía	70	1	8	8	70	
		1	Piloto	150	1	8	8	150	
		1	Chofer	80	1	8	8	80	
		1	Ayudante	80	1	8	8	80	

		1	Fotogrametría	90	3	6	18	270
		1	Cartógrafo	80	2	8	16	160
TOTAL	1518	8			5		114	1680
								2685

Fuente: Elaboración propia

“En un segundo levantamiento cuya área duplica al anterior, el levantamiento topográfico empleando RPA para un área de 6.48 ha correspondiente a la Franja N° 2, se llegó a la conclusión que el avance por día es de 4 ha aproximadamente, las condiciones de personal es igual que el anterior a mayor área mantiene el mismo número de personal”.

Tabla 31 Resumen de costo tiempo en levantamiento con ET Vs RPA de franja N° 1

MÉTODO DE LEVANTAMIENTO O TOPOGRÁFICO	CATEGORÍA DE PERSONAL	CANT DE PERSONAL	TIPO DE EQUIPO Y SOFTWARE	HORAS HOMBRE	DÍAS DE TRABAJO	COSTO TOTAL PERSONAL	COSTO TOTAL EN EQUIPO Y SOFTWARE	COSTO TOTAL DEL PROYECTO
LEVANTAMIENTO O TOPOGRAFICO CON ESTACION TOTAL	NO ESPECIALIZADO	6	Equipo tradicional software común en el mercado	104h	4	1600	S/ 1,128	S/ 2,728
LEVANTAMIENTO O TOPOGRAFICO CON RPA	ESPECIALIZADO	8	Equipo y software especializado, no muy común en el mercado	74h	5	1000	S/ 1,685	S/ 2,685

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 32 Análisis costo tiempo levantamiento con ET y RPA para franja N° 2

MÉTODO DE LEVANTAMIENTO O TOPOGRÁFICO	CATEGORÍA DE PERSONAL	CANT DE PERSONAL	TIPO DE EQUIPO Y SOFTWARE	HORAS HOMBRE	DÍAS DE TRABAJO	COSTO TOTAL PERSONAL	COSTO TOTAL EN EQUIPO Y SOFTWARE	COSTO TOTAL DEL PROYECTO
LEVANTAMIENTO O TOPOGRAFICO CON ESTACION TOTAL	NO ESPECIALIZADO	6	Equipo tradicional software común en el mercado	216 h	7	3280	S/ 2,090	S/ 4,950
LEVANTAMIENTO O TOPOGRAFICO CON RPA	ESPECIALIZADO	8	Equipo y software especializado, no muy común en el mercado	114h	5	1680	S/ 1,685	S/ 3,198

Fuente: Elaboracion propia

En forma general en el levantamiento con RPA se requiere personal más especializado, mayor cantidad de especialistas, pero los tiempos de intervención durante el proceso no son prolongados como en el levantamiento con estación total al igual que los honorarios son más altos, se requiere acceso a software especializados, licenciados, equipos más especializado y diversos por etapas, escases de personal especializado en levantamiento con restitución fotogrametría (se requiere condición especial de estereoscopia en la vista), en el levantamiento con estación total no se requiere de personal tan especializado, multidisciplinario, los software son conocidos es fácil de acceder a ello, los equipos no varía mucho en el proceso, la mayor intervención del personal es en campo.

4.3.3 Análisis de tiempo en el levantamiento topográfico con ambos métodos.

El análisis de tiempo empleado en realizar el levantamiento topográfico tiene un impacto directo en el costo haciendo del método eficiente o ineficiente en este sentido, se realizó el cálculo de tiempo apoyándose en la intervención del personal para un área de 3.63 ha y el rendimiento del personal por ha, en campo para levantamiento con estación total (de 0.6 a 1 ha) por día de trabajo por una brigada y en gabinete para el levantamiento topográfico con restitución fotogramétrica (de 4 ha) por turno de 6 horas por operador ver **tabla 27** y **tabla 28**, basados en ello se realizó el cálculo para la franja N° 2.

Tabla 33 Análisis tiempo levantamiento con ET Vs RPA de Franja N° 1 Y N° 2

MÉTODO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	CANTIDAD DE PERSONAL	HORAS HOMBRE	DÍAS DE TRABAJO
LEV_TOP_EST_TOTAL (3.63 HA)	6	104	4
LEV_TOP_RPA (3.63 HA)	8	74	5
LEV_TOP_EST_TOTAL (6.48 HA)	6	216	7
LEV_TOP_RPA (6.48 HA)	8	114	5

Fuente. Elaboración propia

Tabla 34 Análisis tiempo en % para levantamiento con ET Vs RPA de Franja N° 1 Y N° 2

ÁREAS DE TRABAJO	ANÁLISIS DE TIEMPO EN %							
	MÉTODO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	CANTIDAD DE PERSONAL	IF HORAS	AYOR HORAS H %	ORAS HOMBRE	H IF DÍAS	AYOR DÍAS%	DÍAS DE TRABAJO
FRANJA N° 1	LEV_TOP_EST_TOTAL (3.63 HA)	6	0	0.54 %	04h	1		4
	LEV_TOP_RPA (3.63 HA)	8			4h	7	0%	5
FRANJA N° 2	LEV_TOP_EST_TOTAL (6.48 HA)	6	05	2.12%	16 h	2	0%	7
	LEV_TOP_RPA (6.48 HA)	8			14h	1		5

Fuente. Elaboración propia

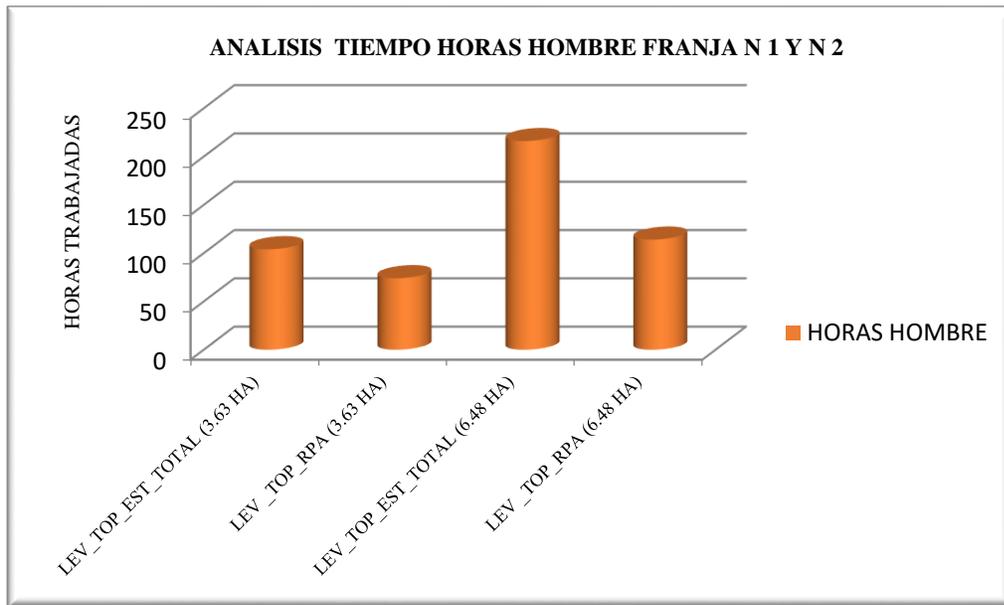


Figura 33 grafica de análisis de horas hombre empleado por cada franja

Fuente; Elaboración Propia

Las horas hombre empleadas en el levantamiento topográfico para la franja N° 1 en el levantamiento topográfico con RPA es inferior en un 40.54 % con respecto a la estación total, mientras que para la franja N° 2 es un inferior en un 92.12%, al duplicar el área de trabajo también se duplico la eficiencia en la cantidad de horas hombre en el levantamiento con RPA frente a la estación total.

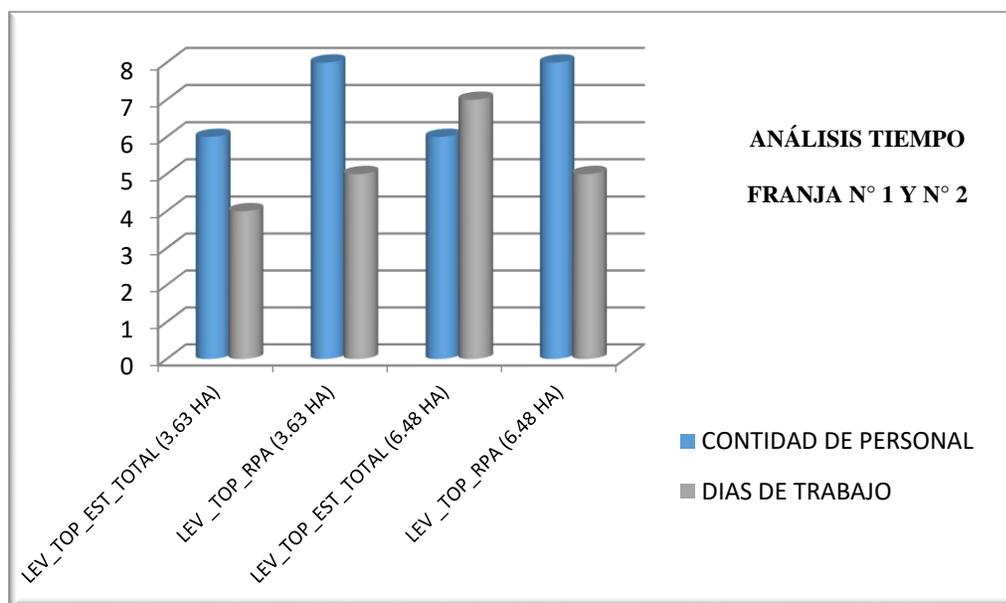


Figura 34 grafica de análisis de tiempo empleado por cada franja

Fuente; Elaboración Propia

Para este análisis se recalca que para ambas franjas se trabajó con la misma cantidad de personal, mientras que para los días trabajados en el levantamiento topográfico con RPA para la franja N2, se trabajó 2 días menos que con estación total el cual representa un 40% menos en tiempo con respecto al levantamiento con estación total, mientras que en la franja N1 la diferencia era de 20%, lo que nos indica que a mayor área los días trabajados será inferior si se usa RPA, siendo más eficiente en este sentido se puede decir que a mayor área se hace más eficiente.

4.3.3 Análisis de costo en el levantamiento topográfico con ambos métodos.

Tabla 35 Análisis costo levantamiento con ET Vs RPA de Franja N° 1 Y N° 2

MÉTODO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	COSTO DE PERSONAL	COSTO EQUIPO Y SOFTWARE	COSTO TOTAL
LEV_TOP_EST_TOTAL (3.63 HA)	S/ 1,600	S/ 1,128	S/ 2,728
LEV_TOP_RPA (N1 3.63 HA)	S/ 1,000	S/ 1,685	S/ 2,685
LEV_TOP_EST_TOTAL (6.48 HA)	S/ 3,280	S/ 2,090	S/ 4,950
LEV_TOP_RPA (6.48 HA)	S/ 1,680	S/ 1,685	S/ 3,198

Fuente. Elaboración propia

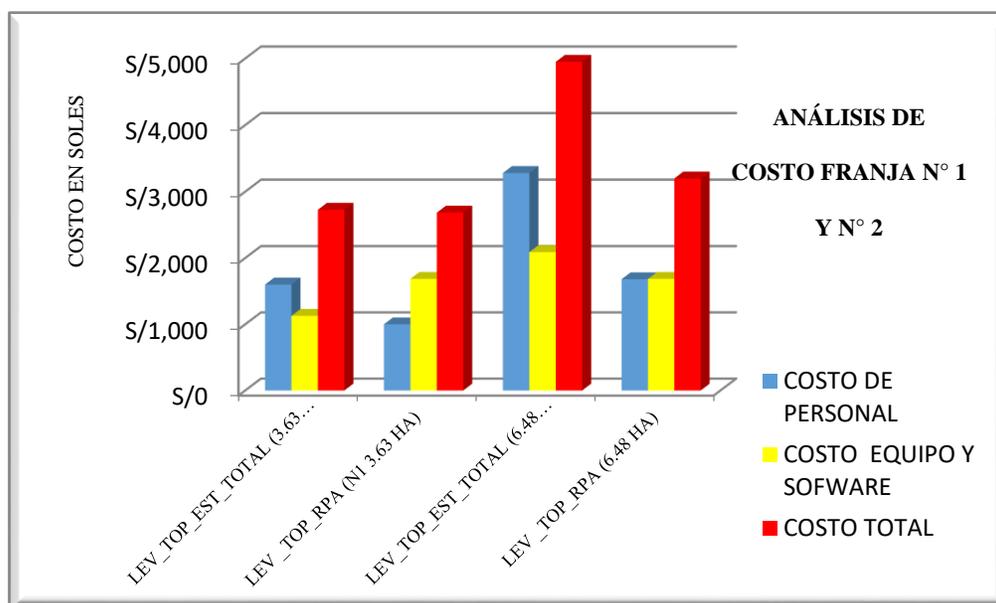


Figura 35 grafica de análisis de costo para la franja N° 1 y N° 2

Fuente; Elaboración Propia

En el análisis de costos para la franja N 1 con una extensión total de 3.63 ha, en el levantamiento topográfico con Estación total para costo en personal (S/ 1,600), es mayor con respecto al levantamiento topográfico con RPA (S/ 1000), esto se explica por qué en el levantamiento con estación total se requiere de mayor cantidad de personal en campo y más horas de trabajo mientras que en el levantamiento con RPA se requiere más especialistas multidisciplinarios pero su intervención en los procesos son de menos horas de trabajo, mientras que el costo en equipo y software en el levantamiento topográfico con Estación total es más económico (s/ 1,128), con respecto al levantamiento topográfico con RPA (S/ 1,685) esto se explica por qué para esta última metodología de trabajo se requiere software licenciados, escasos en el mercado y equipos más sofisticados en su proceso como campo y gabinete por ello el costo es más elevado estos dos factores es decir costo de personal y costo de equipos y software influyen en el costo final para el proyecto que en este caso para la extensión de área mencionada la diferencia no es muy significativa ya que el monto es de s/ 43 soles siendo el levantamiento con RPA más económico.

En el análisis de costos para la franja N° 2 donde la extensión total es de 6.48ha duplicando al área de la franja N° 1, en el levantamiento topográfico con Estación total para costo en personal es muy elevado (3,280), con respecto al levantamiento topográfico con RPA (S/ 1,680) esto se refleja de esta manera porque, en el levantamiento con estación total los días de trabajo incrementa por ende también las horas trabajadas por el personal en campo, mientras que el costo en equipo y software en el levantamiento topográfico con Estación total también se eleva (S/

2,090), con respecto al levantamiento topográfico con RPA (S/ 1,685) esta explica por qué los costos en alquiler de equipo aumenta, ya que se debe trabajar más días y eso implica más días de alquiler de equipo para esta metodología de trabajo con estación total , teniendo finalmente como costo total de proyecto para esta área un monto elevado para el levantamiento con estación total (s/ 4,950) mientras que el levantamiento RPA se mantiene en (S/ 3,198) con (s/ 1,752) por debajo del costo de levantamiento con estación total.

Tabla 36 diferencia de costo en % entre levantamiento con ET Vs RPA de Franja N° 1 Y N° 2

ÁREAS DE TRABAJO	MÉTODO DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	COSTO TOTAL PERSONAL			COSTO TOTAL EQUIPO Y SOFTWARE			COSTO TOTAL PROYECTO		
		DIF SOLES	MAYOR COSTO %	COSTO DE PERSONAL	DIF SOLES	MAYOR COSTO %	COSTO EQUIPO Y SOFTWARE	DIF SOLES	MAYOR COSTO %	COSTO TOTAL
FRANJA N° 1	LEV_TOP_EST_TOTAL (FRANJA N1 3.63 HA)	S/ 600	60 %	S/ 1,600			S/ 1,128			S/ 2,728
	LEV_TOP_RPA (FRANJA N1 3.63 HA)			S/ 1,000	S/ 557	49.38%	S/ 1,685	S/ 43	1.58%	S/ 2,685
FRANJA N° 2	LEV_TOP_EST_TOTAL (FRANJA N2 6.48 HA)	S/ 1,600	95.24 %	S/ 3,280	S/ 405	24.04 %	S/ 2,090			S/ 4,950
	LEV_TOP_RPA (FRANJA N2 6.48 HA)			S/ 1,680			S/ 1,685	S/ 1,752	54.78%	S/ 3,198

Fuente. Elaboración propia

Finalmente se puede analizar que para la franja N° 1 el levantamiento topográfico con RPA el costo de personal es 60% más económico que el levantamiento con estación total, mientras que el costo en equipo y software es 49.38% más caro que el levantamiento con estación total, finalmente en el costo total para realizar el levantamiento topográfico para un área de 3.63 correspondiente a la franja N1 el levantamiento topográfico con RPA es 1,58 % más económico que el levantamiento topográfico con estación total.

Mientras que si duplicamos el área a 6.48 ha correspondiente a la franja N° 2 el levantamiento topográfico con RPA el costo de personal es 95.24% más económico que el levantamiento con estación total, el costo en equipo y software es 24.04% más económico que el levantamiento con estación total, lo cual hace que el costo total para realizar el levantamiento topográfico para un área de 6.48 correspondiente a la franja N° 2 el levantamiento topográfico con RPA es 54.78 % más económico que el levantamiento topográfico con estación total.

Reflejando que a mayor área el costo de personal, software y equipo para el levantamiento con RPA es más económico mientras que en el levantamiento con estación total encarece, esto se refleja en el costo total para el levantamiento de la franja N° 1 siendo 1.58% y en la franja N° 2, 54.78% más económico que el levantamiento con estación total.

Se puede decir que a mayor área el costo de personal y equipo para estación total aumenta y para el levantamiento con RPA es inverso por que disminuye haciendo más eficiente en costo.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Levantamiento Topografico con RPA es más eficiente con respecto al levantamiento con estación total.

Jiménez, Magaña y Soriano (2019), en su tesis titulado “Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de drones y GPS como métodos indirectos, en el 2019”, concluye que la precisión en el levantamiento con estación total es similar al levantamiento con estación total, pero lo considera ineficiente en tiempo y costo. Para un area de 1.08ha

Al realizar esta investigación llegamos a demostrar que el levantamiento topográfico con RPA frente a la estación total para un área de 3,63 ha los costos y tiempos estaban casi en el límite con los obtenidos para la estación total pero

sin embargo al levantar un área más grande 6.48 ha los costos y tiempo disminuye mientras que los de la estación total aumentan , con respecto a la precisión es más preciso en un 50% pero el rango entre ambos es muy corto por ello lo consideramos que es más eficiente que el levantamiento con RPA y a mayor área será más eficiente el margen de diferencia en costo y tiempo acrecentara.

Por ello en la conclusión del autor anterior se considera que el resultado obtenido está condicionado al tamaño del área levantado.

5.2 Levantamiento Topografico con RPA es mas rapido con respecto a la estacion total.

Para Jiménez, Magaña y Soriano (2019), en su tesis titulado “Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método **directo** y el uso de drones y GPS como métodos indirectos, en el 2019”, considera que “el análisis de tiempos y costos realizadas en cada sistema determinaron que el sistema topográfico convencional es menos eficiente”, sin embargo al revisar los resultados menciona lo contrario, indicando que ha empleado 48.25 horas con el levantamiento con Dron frente a 10 horas con el levantamiento con estación total infiriendo a partir de ello que es más lento que el levantamiento con estación total esto para un área de 1.08ha

En esta investigación se ha determinado que el levantamiento topográfico con RPA es rápido con respecto al levantamiento con estación total, pero que

esto está condicionado al área, siendo que a mayor área de trabajo el tiempo incrementa para el levantamiento con estación total mientras que para el levantamiento con RPA disminuye, en el comparativo de 3.63 ha frente al de 6.48 se demostró que para el primera área fue eficiente en un 40.54 % en horas hombre, frente al levantamiento con estación total, y al duplicar el área de trabajo áreas de trabajo fue eficiente en tiempo aumento a un 92.12% en horas hombre demostrando que fue más rápido frente al levantamiento topográfico con estación total en ambos casos.

5.3 Mediante el Uso de RPA se requiere de menos costo respecto a la estación total.

Para Jiménez, Magaña y Soriano (2019), en su tesis titulado “Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de drones y GPS como métodos indirectos, en el 2019”, considera que “el análisis de tiempos y costos realizadas en cada sistema determinaron que el sistema topográfico convencional es menos eficiente”, sin embargo al revisar los resultados menciona lo contrario, indicando que en costos el levantamiento con estación total es de \$10,455.00 y \$13,120.00 para un levantamiento con Dron. Donde refleja que el levantamiento con dron es más costoso y se entiende por qué su indicador de tiempo también se eleva lo que influye en encarecimiento del levantamiento con Dron el levantamiento con estación para un área de 1.08ha.

Mientras que Hinostroza P. (2021), en su investigación titulada “Evaluación de errores máximos permisibles entre levantamiento topográfico empleando DRON y Sistema de Posicionamiento Global Diferencial”, Concluye que el “levantamiento topográfico, establece que en cuanto a costos el levantamiento topográfico con DRON es más económico ya que abarcamos mayor área en menor tiempo coincidiendo con los resultados obtenidos en nuestra investigación.

En ambas investigaciones mencionadas el pos procesamiento empleados para el levantamiento topográfico con RPA se realizó con software de procesamiento automático que es menos exigente es costo y tiempo.

Sin embargo, en esta investigación se ha determinado que en el levantamiento topográfico con RPA es más económico frente al levantamiento con estación total por qué a mayor área el costo de personal y equipo para estación total aumenta y para el levantamiento con RPA es inverso por que disminuye abaratando el costo.

Para la franja N° 1 3.53 ha el levantamiento topográfico con RPA fue más eficiente en un 1,58 % menos en costo frente al levantamiento topográfico con estación total mientras que para la franja N 2 se duplica el área , el costo es más eficiente en un 95.24% haciendo que el levantamiento con RPA sea más económico, frente al costo para el mismo área en el levantamiento con estación total.

5.4 Con el uso de RPA se obtiene mayor precision para el levantamiento topografico frente a la estacion total.

Para Jiménez, Magaña y Soriano (2019), en su tesis titulado “Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de drones y GPS como métodos indirectos, en el 2019”, Los datos obtenidos en campo tomados con el Dron y las medidas obtenidas con la estación total, ambos equipos georreferenciados, tienen resultados muy similares en su investigación en el rango para la muestra entre los puntos base y estación total con rangos máximo de , 0.023 en X y 0.020 en Y para el levantamiento con RPA teniendo como máximo valores entre 0.038 en X y 0.041 en Y siendo similares en ambos métodos, sin embargo las precisiones alcanzadas en la presente investigación está en la horizontal varía entre 7 y 12mm para el levantamiento topográfico con RPA y entre 4 y 17 mm para estación total alcanzando precisiones por debajo de los alcanzado en la investigación antes mencionada.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que el levantamiento topográfico con RPA es más eficiente con respecto al levantamiento con estación total por que a mayor área es más económico, se emplea menos tiempo y se tiene mayor precisión.
2. La evaluación del tiempo empleado muestra que el levantamiento topográfico con RPA es rápido con respecto al levantamiento con estación total, porque se determinó que a mayor área de trabajo el tiempo incrementa para el levantamiento con estación total mientras que para el levantamiento con RPA disminuye , en el comparativo de 3.63 ha frente al de 6.48 en el primero fue eficiente en un 40.54 % en horas hombre , frente al levantamiento con estación total, mientras que para el segundo área al duplicar el ares de trabajo fue eficiente en un 92.12% en horas hombre influyendo en los días empleados para realizar el trabajo ya que en el primer caso realizo el trabajo -un día menos que equivale a un 20% menos en tiempo y para la segunda franja dos días menos representando 40% menos en tiempo frente al levantamiento topográfico levantado con RPA).
3. En la evaluación de costo se estableció que el levantamiento topográfico con RPA es más económico frente al levantamiento con estación total por qué a mayor área el costo de personal y equipo para estación total aumenta y para el levantamiento con RPA es inverso por que disminuye haciéndolo más eficiente en costo. Para la franja N° 1 3.53 ha fue más eficiente en un 1,58 % menos en costo frente al levantamiento topográfico con estación total mientras que para la franja N° 2 se duplica el área y en costo es más eficiente en un 95.24% haciendo que el

levantamiento con estación sea más económico demostrando su eficiencia.

4. De la evaluación de la precisión se determina que el levantamiento topográfico con RPA tiene más precisión, ya que en la horizontal (planimetría) varía entre 7 y 12mm aproximándose a "0" siendo inferior al rango que presenta el levantamiento con estación total que fluctúa entre 4 y 17 mm, alejándose del 0, concluyendo que el levantamiento con RPA es más preciso en un 50 % aproximadamente con respecto al levantamiento con estación total en la horizontal y en la vertical tiene el mismo comportamiento ya que para el levantamiento con RPA el error medio de la muestra es de 10mm mientras que el levantamiento con estación total representa 18mm, lo que indica que el la vertical levantamiento topográfico con RPA es más preciso en un 50% aproximadamente .

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para obtener precisiones óptimas usando el levantamiento Topográfico con RPA se emplee el método de restitución fotogramétrico en un entorno estéreo y para mejorar las precisiones en Z realizar la nivelación geométrica previa al levantamiento con RPA.
2. Se recomienda para áreas muy pequeñas levantar con estación total y usar el RPA como complemento, porque la diferencia en costo y tiempo no es significativa, mientras que cuanto más grande el área es más conveniente aplicar el levantamiento con RPA porque es más económico, emplea menos tiempo tiene buena precisión.
3. Se recomienda emplear el levantamiento topográfico con RPA emplea menos tiempo en realizar sus procesos ahorrando tiempo para el proyecto.
4. Se recomienda para realizar el levantamiento topográfico con RPA, contar con equipo técnico adecuado compuesto por especialistas en fotogrametría o en todo caso capacitar al personal que tenga las condiciones de vista estereoscópica.
5. Se recomienda para el post proceso se debe contar con estación fotogramétrica y pantalla 3d, software de procesamiento fotogramétrico profesional, la computadora debe tener buenas características de software para el procesamiento de datos, buena memoria RAM y la tarjeta de video, ya que al realizar el proceso se consume recursos del procesador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORJA, M. 2016 *Metodología de la investigación científica para ingenieros* 2016.38 pp.

CAMPO, I. 2015, Consejería de economía y hacienda comunidad de Madrid. *Aplicaciones en el control de obras y evaluación de impactos, DRONES y sus aplicaciones en a la ingeniería civil*, (pp. 149-160)
<https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2015/03/Los-Drones-y-sus-Aplicaciones-a-la-Ingenieria-Civil-fenercom-2015.pdf>

CABADA J. 2018 Tesis para optar título de Ingeniero Civil Universidad privada del Norte *Evaluación de precisión y costo en un levantamiento topográfico con estación total y aeronave pilotada remotamente (rpa-dron) en el centro poblado cashapampa – Cajamarca 2018*”.
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22186/Cabada%20Quiliche%20Jan%20Jhoel.pdf?sequence=5>

CLAROS R., Guevara A. & Pacas N. 2016 Tesis para optar Título de Ingeniero Civil Universidad, Universidad de El Salvador Centro América, *Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados*
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14218/1/50108282.pdf>

CENTRO DE GEODESIAS APLICADAS Catedra Fotointerpretación universidad nacional del Norte *Principios de fotogrametría*
<http://ing.unne.edu.ar/dep/goeciencias/fotointer/pub/teoria2011/parte01/fotom>.

pdf

CALLACONDO J. 2020 Tesis para optar título de ingeniero Civil Universidad Nacional del Altiplano *Análisis de la rugosidad superficial en carretera no pavimentada a partir de información derivada de método estático directo y sistema de aeronaves pilotadas a distancia phantom 4 rtk, carretera dv. Isla esteves – emp. Pe 3s puno.*
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14472/Callacondo_Per ez_Jose_Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FERNÁNDEZ, R. 2014 *Metodología de la investigación*. HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.DE C.V Sexta edición. México: McGraw –, 2014.634 pp.

HINOSTROZA P. 2021 Tesis para optar el título de ingeniero Civil de la Universidad Peruana de los Andes *Evaluación de errores máximos permisibles entre levantamiento topográfico empleando dron y sistema de posicionamiento global diferencial* <https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle> wed=y

HUAMANI, K. 2019, Tesis para Título de Ingeniero Civil. Lima: Universidad Cesar Vallejo, *Comparación de la precisión de un levantamiento topográfico convencional y no convencional para Proyectos Civiles del AA. HH. Miramar – distrito de San Martín de Porres – 2019, 114 pp.*
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53048>

IAN B. 2020 Cómo los drones están cambiando la construcción *Revista new civil engineer.* <https://www.newcivilengineer.com/opinion/how-drones-are-changing-construction-25-10-2020/>

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (Perú): Especificaciones Técnicas para

- levantamientos Geodésicos verticales. Lima: IGN, 2016. 8, 18-19 y 28-29 pp.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (Perú), norma técnica *especificaciones técnicas para la producción de cartografía básica escala 1:1 000* Lima IGN,, 2011
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (Perú): Norma Técnica Geodésica para Especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global. lima IGN, 2015.
- JIMÉNEZ N., MAGAÑA M., & Soriano E. 2019 Tesis para Título de Ingeniero Civil Universidad de El Salvador *Análisis comparativo entre Levantamientos Topográficos con Estación Total como método directo y el uso de drones y gps como métodos indirectos.*
- <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20697/1/An%C3%A1lisis%20comparativo%20entre%20levantamientos%20topogr%C3%A1ficos%20con%20estaci%C3%B3n%20total%20como%20m%C3>
- MINISTERIO TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (Perú), Dirección General de Aeronáutica Civil (Perú): *Norma Técnica Complementaria NTC 001-2015* Requisitos para las Operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia
- MENDOZA, J. 2012 *Topografía técnicas moderna editora grafica SEGRIN EIRL.*
- OROMI P. y QUINTERO, I. 2019), DRONES, PANORAMA Actual y aplicaciones a la ingeniería civil. *Revista del colegio de ingenieros, técnicos de obras públicas e ingenieros civiles(CIMBRA)* 414 pág. 16 -26.

<https://s3.eu->

[entralamazonaws.com/ctpmedia/publicaciones/Cimbra414/24/index.html](https://s3.eu-centralamazonaws.com/ctpmedia/publicaciones/Cimbra414/24/index.html)

PEÑA E., PEÑA L. 2020 Tesis para optar título de Ingeniero Civil Universidad Ricardo

Palma *Propuesta de levantamiento de tipos de fallas asistido por el sistema de aeronaves pilotadas remotamente (rpas) para intervenir en carreteras de bajo*

volumen en lima provincias

<https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3899/CIV->

[T030_76624967_T%20%20%20PE%C3%91A%20CARBAJAL%20EDU%2](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3899/CIV-T030_76624967_T%20%20%20PE%C3%91A%20CARBAJAL%20EDU%20OBRAYAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[0BRAYAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3899/CIV-T030_76624967_T%20%20%20PE%C3%91A%20CARBAJAL%20EDU%20OBRAYAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

QUIROZ E. 2014 *Introducción a la Fotogrametría y Cartografía aplicadas a la*

Ingeniería Civil Universidad de Extremadura para esta 1ª edición

[https://mascvuex.unex.es/ebooks/sites/mascvuex.unex.es/mascvuex.ebooks/fil](https://mascvuex.unex.es/ebooks/sites/mascvuex.unex.es/mascvuex.ebooks/files/files/file/Fotogrametria_9788469713174_0.pdf)

[es/files/file/Fotogrametria_9788469713174_0.pdf](https://mascvuex.unex.es/ebooks/sites/mascvuex.unex.es/mascvuex.ebooks/files/files/file/Fotogrametria_9788469713174_0.pdf)

SÁNCHEZ, I. 2017 Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo,

Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con DRON

en la plaza san luis-2017. 114 pp

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12246/sanchez_

[vi.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12246/sanchez_vi.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

TKÁČ M., Mésároš E. 2019 Utilización de tecnología de Drones en Ingeniería Civil

Revista de ingeniería civil [https://sciendo.com/article/10.1515/sspjce-2019-](https://sciendo.com/article/10.1515/sspjce-2019-0003)

[0003](https://sciendo.com/article/10.1515/sspjce-2019-0003)

ÁLVAREZ, A. 2020 Investigación. Lima: Universidad de Lima, *Justificación de la*

Investigación -2020. 2 pp

<https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10821/Nota%20Acad%C3%A9mica%205%20%2818.04.2021%29%20-20Justificaci%C3%B3n%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

ANEXOS

ANEXO N°: 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PARA OBRAS CIVILES MEDIANTE EL USO DE RPA CON RESPECTO A LA ESTACIÓN TOTAL, CAÑETE– 2021”

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
Problema general:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Variable Independiente:		Método General:
¿Cuál es el resultado de la evaluación de la eficiencia de levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total, en Cañete 2021?	Evaluar la eficiencia de levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total, en Cañete 2021.	El levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso de RPA es más eficiente con respecto a la estación total.	Eficiencia	Tiempo (Horas x ha) Costo (Soles x ha) Precisión (cm)	Científico Tipo de investigación Aplicada
Problema(s) específicos:	Objetivo(s) específico(s):	Hipótesis específico(s):	Variable dependiente:		Nivel
¿Qué resultado produce la evaluación del tiempo que requiere el levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total?	Analizar el resultado que produce la evaluación del tiempo que requiere el levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total.	El levantamiento topográfico mediante el uso de RPA es más rápido respecto a la estación total.	Levantamiento topográfico	RPA Estación total	Descriptivo Diseño No experimental
¿Cuál es el resultado que se obtiene de la evaluación del costo del levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total?	Establecer el resultado que se obtiene de la evaluación del costo del levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total.	Mediante el uso del RPA se requieren menores costos respecto a la estación total.			Población 10,11 ha, en el distrito de Cañete (franja N° 1 de 3.63 ha y franja N° 2 de 6.48 ha)
¿Qué resultado se obtiene de la evaluación de la precisión del levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total?	Determinar el resultado se obtiene de la evaluación de la precisión del levantamiento topográfico para obras civiles mediante el uso del RPA con respecto a la estación total.	El uso del RPA obtiene mayor precisión para el levantamiento topográfico, respecto a la estación total.			Muestra Censal, considera toda la población

ANEXO N° 02: OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores
Variable independiente: La eficiencia	“Capacidad de disponer de algo para conseguir un efecto determinado, capacidad de lograr los resultados deseados con el mínimo posible de recursos”. RAE	Determinar elementos que permitan medir la eficiencia	Tiempo Costo Precisión	Horas hombre por ha Soles x ha Diferencia X, Y, Z
Variable dependiente: Levantamiento Tipográfico	“Es el proceso por el cual se realiza un conjunto de operaciones y métodos para representar gráficamente en un plano una porción de tierra, ubicando la posición de sus puntos naturales o artificiales más importantes”, Mendoza. J, (2012, 13).	Comparación del levantamiento topográfico con RPA frente a la estación total	RPA Estación Total	Restitución fotogramétrica Medición directa

**ANEXO N° 03: CERTIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN DE
ESTACIÓN TOTAL**



DHAYI
AMPLIANDO HORIZONTES EN TOPOGRAFIA Y GEODESIA

VENTA - ALQUILER - REPARACIÓN - MANTENIMIENTO
DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS, GEODÉSICOS Y
DE EXPLORACIÓN

SOUTH
Target your success

CERTIFICADO DE CALIBRACION

Mant. General Reparación Calibración Garantía Nuevo

N° **5106**

CLIENTE : **BRAÑEZ INGENIEROS S.A.C.**

EQUIPO : **Estacion Total**
MARCA : **RUIDE**
MODELO : **RTS-822R3**
N° SERIE : **23421**
CODIGO INTERNO : -----

FECHA DE CALIBRACION : **19 de enero de 2021**
FECHA DE VENCIMIENTO : **19 de julio de 2021**

DHAYI S.A.C. Certifica que el equipo topografico arriba descrito cumple con las especificaciones tecnicas de fabrica y los standares internacionales establecidos (DIN 18723)

EQUIPO DE CALIBRACION UTILIZADO

EQUIPO/MODELO	MARCA	MODELO	SERIE
SET COLIMADORES NCS-1	SOUTH	NCS-1	282107

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION

Por medio del cierre angular en directa y en transito con el enfoque al infinito a través de un set de Colimadores.

RESULTADOS :

ANGULOS	VALOR DEL PATRON	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR	INCERTIDUMBRE
VERTICAL	90°00'00"	90°00'00"	0"	± 2"
HORIZONTAL	00°00'00"	180°00'00"	0"	± 2"

CERTIFICADO POR :	FIRMA :	FECHA DE EMISION :
Yitzhak Castillo A. Técnico		19-ene-21

GARMIN
GPS NAVEGADORES

TOPCON

Leica
Geosystems

Nikon

**ANEXO N° 04: CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO
EQUIPO RECEPTOR GEODÉSICO GR 5
SERIE 947-10785**

Equipos para Geomatica, Estaciones totales
GNSS, Software de Aplicaciones 3D
Escaner 3D, Machine Control



SOKKIA FARO Geomagic
BDSYSTEMS
Artec 3D
TOPCON

CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO Y OPERATIVIDAD

N° 15398T/21

OTORGADO A:

CF GEOMATICA S.A.C.

EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE
RECEPTOR GPS	TOPCON	GR 5	947-10785

CUADRO DE PRECISIONES INDICADAS POR EL FABRICANTE: (1 sigma)

Equipos	POST PROCESO		RTK	
	* Horizontal	* Vertical	* Horizontal	* Vertical
RECEPTOR GNSS L1/L2,CA, RTK	3mm+0.5ppm	5mm+0.5ppm	10mm+1ppm	15mm+1ppm

* Por línea base

GEOMATIC INSTRUMENTS CORPORATION SAC "GEINCOR SAC" en su calidad de Único Distribuidor Autorizado de la Marca TOPCON, mediante su Laboratorio de Servicio Técnico certificado y autorizado por su proveedor Topcon Positioning Systems, certifica que habiendo efectuado las pruebas y regulaciones a los instrumentos anteriormente mencionados se encuentran dentro de las especificaciones técnicas de fábrica en lo referente a la precisión obtenida en postproceso y tiempo real.

PATRON UTILIZADO:

Estacion de Rastro Permanente GNSS NET-G3A L1/L2, RTK con Antena Geodesica Choke Ring CR-G5, Software Pinnacle Post Proceso, patronados por el Fabricante Topcon.

NOTA:

Los Receptores GNSS antes mencionados son de fabricacion Año 2013 y cuentan con las ultimas tecnologias aplicadas a los Sistemas GNSS, los cuales son reconocidos en el Peru por su alta precision y eficiencia en los trabajos efectuados.

Se expide el presente certificado a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Se sugiere efectuar una revision en el periodo máximo de 06 meses antes del 22 de Septiembre del 2021.

Santiago de Surco, 23 de Marzo del 2021.

CRISTHIAN MENESES P.
 GERENTE SERV. TECNICO



Nota: Tener en cuenta que los accesorios (Bases nivelantes y Bastones) son muy importantes para mantener la precision del Receptor GNSS. Revisar periodicamente dichos accesorios ya que esto puede ocasionar imprecisiones en su resultado.

Av. Paseo De La Castellana N° 567 - Surco
 (01) 448 1889 / (01) 448 1891 / (01) 273 8230
 946 206 342 981 044 863 981 044 865



ventas@geincor.com / geincor@geincor.com

www.geincor.com

Siguenos en:

**ANEXO N° 05: CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO
EQUIPO RECEPTOR GEODÉSICO GR 5
SERIE 947-10789**

Equipos para Geomatica, Estaciones totales
GNSS, Software de Aplicaciones 3D
Escaner 3D, Machine Control



CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO Y OPERATIVIDAD

N° 15397T/21

OTORGADO A:

CF GEOMATICA S.A.C.

EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE
RECEPTOR GPS	TOPCON	GR 5	947-10789

CUADRO DE PRECISIONES INDICADAS POR EL FABRICANTE: (1 sigma)

Equipos	POST PROCESO		RTK	
	* Horizontal	* Vertical	* Horizontal	* Vertical
RECEPTOR GNSS L1/L2, CA, RTK	3mm+0.5ppm	5mm+0.5ppm	10mm+1ppm	15mm+1ppm

* Por línea base

GEOMATIC INSTRUMENTS CORPORATION SAC "GEINCOR SAC" en su calidad de Único Distribuidor Autorizado de la Marca TOPCON, mediante su Laboratorio de Servicio Técnico certificado y autorizado por su proveedor Topcon Positioning Systems, certifica que habiendo efectuado las pruebas y regulaciones a los instrumentos anteriormente mencionados se encuentran dentro de las especificaciones técnicas de fábrica en lo referente a la precisión obtenida en postproceso y tiempo real.

PATRON UTILIZADO:

Estacion de Rastro Permanente GNSS NET-G3A L1/L2, RTK con Antena Geodesica Choke Ring CR-G5, Software Pinnacle Post Proceso, patronados por el Fabricante Topcon.

NOTA:

Los Receptores GNSS antes mencionados son de fabricacion Año 2011 y cuentan con las ultimas tecnologías aplicadas a los Sistemas GNSS, los cuales son reconocidos en el Peru por su alta precisión y eficiencia en los trabajos efectuados.

Se expide el presente certificado a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Se sugiere efectuar una revision en el periodo máximo de 06 meses antes del 22 de Septiembre del 2021.

Santiago de Surco, 23 de Marzo del 2021.

CRISTHIAN MENESES P.
GERENTE SERV. TECNICO



Nota: Tener en cuenta que los accesorios (Bases nivelantes y Bastones) son muy importantes para mantener la precisión del Receptor GNSS. Revisar periódicamente dichos accesorios ya que esto puede ocasionar imprecisiones en su resultado.

SOKKIA FARO Geomagic BDSYSTEMS Artrec 3D TOPCON

Av. Paseo De La Castellana N° 567 - Surco
(01) 448 1889 / (01) 448 1891 / (01) 273 8230
☎ 946 206 342 ☎ 981 044 863 ☎ 981 044 865



ventas@geincor.com / geincor@geincor.com ✉

www.geincor.com 🌐

Síguenos en: 🐦 📘 📺 📺

**ANEXO N° 06: INFORME DE POSTPROCESAMIENTO DE
LINEA BASE DE LOS (PUNTOS DE ORDEN
C)**

GNSS Processing Report - Summary

Report created: 30/03/2021 15:16:25

Project Details

General		Customer Details		Master Coordinate System	
Project Name:	CAÑETE 1_300321	Customer Name:	-	Coordinate System Name:	WGS84 185
Owner:	-	Contact Person:	-	Transformation Type:	Classical 3D
Lead Surveyor:	maquina1	Number:	-	Residual Distribution:	None
Date Created:	30/03/2021 15:04:02	Email:	-	Ellipsoid:	WGS 1984
Last Accessed:	30/03/2021 15:04:03	Skype:	-	Projection Type:	UTM
Application Software:	Infinity 3.0	Website:	-	Geoid Model:	Peru_EGM08
				CSCS Model:	-
Path:	D:\PROYECTO LEICA INFINITY\CAÑETE 1_300321\CAÑETE 1_300321.iprj				
Size:	20.8 MB				
Comments:	-				

Baseline LI04 - AC01

Processing Parameters (29/03/2021 11:04:02 - 29/03/2021 13:06:37)

Data	Selected	Used	Comments
Cut-Off Angle:	10°	10°	
Frequency:	Automatic	L1/L2	
Sampling Rate:	Use All	5.00 sec	
Satellite System:	GPS/GLONASS/Galileo/Beidou	GPS	
Ephemeris Type:	Precise	Precise	No frequency available for satellite R01. No frequency available for satellite R02. No frequency available for satellite R03. No frequency available for satellite R08. No frequency available for satellite R12. No frequency available for satellite R13. No frequency available for satellite R14. No frequency available for satellite R23. No frequency available for satellite R24.
Antenna Calibration Set:	NGS Absolute	NGS Absolute	
Processing Strategy			
Solution Type:	Phase Fixed	Phase Fixed	
Solution Optimisation:	Automatic	None	
Frequency to use in Iono Minimised:	Automatic	Automatic	
Tropospheric Model:	VMF with GPT2 model	VMF with GPT2 model	
Ionospheric Model:	Automatic	Computed	
Allow Widelane Fix:	Automatic	Automatic	
General Settings			
Min. Distance for Iono Minimised:	15 km		
Possible Ambiguities Fix up to:	300 km		
Min. Duration for Float Solution (static):	00:05:00		

Results Baseline: LI04 - AC01

Acquisition

Start Time - End Time: 29/03/2021 11:04:02 - 29/03/2021 13:06:37
Duration: 02:02:35

Antennas

	Reference - LI04	Rover - AC01
Receiver Name / SN:	TRIMBLE NETR8 / 4906K34423	Topcon / U12RV5ZO3YI
Antenna Name / SN:	TRM55971.00 TZGD / 40925291	TPSGR5 / -
Carrier Offset:	-	-
Height Reading:	0.0750 m	1.3960 m
Antenna Height:	0.0750 m	1.3960 m

Coordinates

	Reference - LI04	Rover - AC01	Reference - LI04	Rover - AC01	
Point Role:	Control	Fixed PP			
WGS84 Latitude:	12° 28' 54.58842" S	13° 03' 03.22881" S	Easting:	304,661.6786 m	357,217.8411 m
WGS84 Longitude:	76° 47' 50.64440" W	76° 19' 00.62489" W	Northing:	8,619,503.2379 m	8,556,865.2047 m
WGS84 Ellip. Height:	40.5142 m	201.6125 m	Ortho. Height:	16.2706 m	175.3058 m
WGS84 Cartesian X:	1,422,535.7390 m	1,470,090.5419 m			
WGS84 Cartesian Y:	-6,063,774.9284 m	-6,038,266.1782 m			
WGS84 Cartesian Z:	-1,369,501.3752 m	-1,430,936.6158 m			

Baseline Vector and Quality - WGS84

ΔLatitude:	-0° 34' 08.64039"	SD ΔLatitude:	0.0004 m
ΔLongitude:	0° 28' 50.01951"	SD ΔLongitude:	0.0006 m
ΔHeight:	161.0983 m	SD ΔHeight:	0.0013 m
ΔX:	47,554.8029 m	SD ΔX:	0.0006 m
ΔY:	25,508.7502 m	SD ΔY:	0.0012 m
ΔZ:	-61,435.2406 m	SD ΔZ:	0.0005 m
Slope Dist.:	81,770.6818 m	SD Slope Dist.:	0.0004 m

M0:	2.4439 m	CQ 1D:	0.0013 m
Q11:	0.00000007	CQ 2D:	0.0007 m
Q12:	-0.00000006	CQ 3D:	0.0015 m
Q22:	0.00000025		
Q13:	-0.00000001		
Q23:	0.00000006		
Q33:	0.00000005		

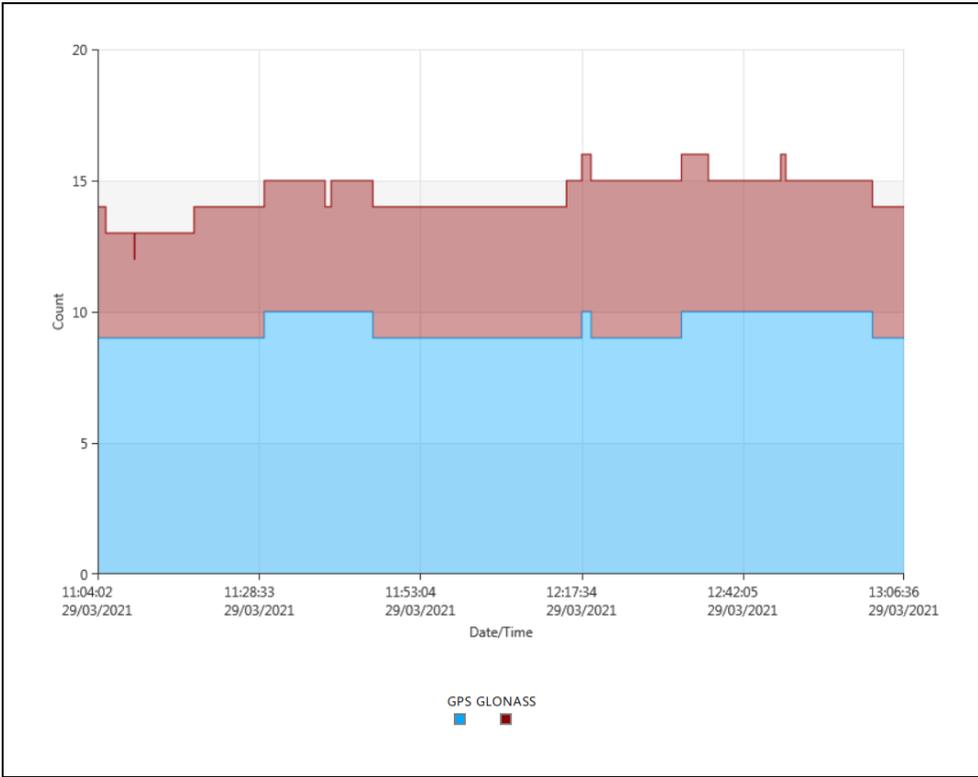
Frequency:	L1/L2	GDOP:	2.0 - 3.4	GPS SVs:	9/10
Solution Optimisation:	None	PDOP:	1.7 - 2.8	GLONASS SVs:	0/6
Solution Type:	Phase Fixed	HDOP:	0.9 - 1.8	Beidou SVs:	-
		VDOP:	1.4 - 2.5	Galileo SVs:	-
				QZSS SVs:	-

Ephemeris Type:
GPS Precise
GLONASS Precise

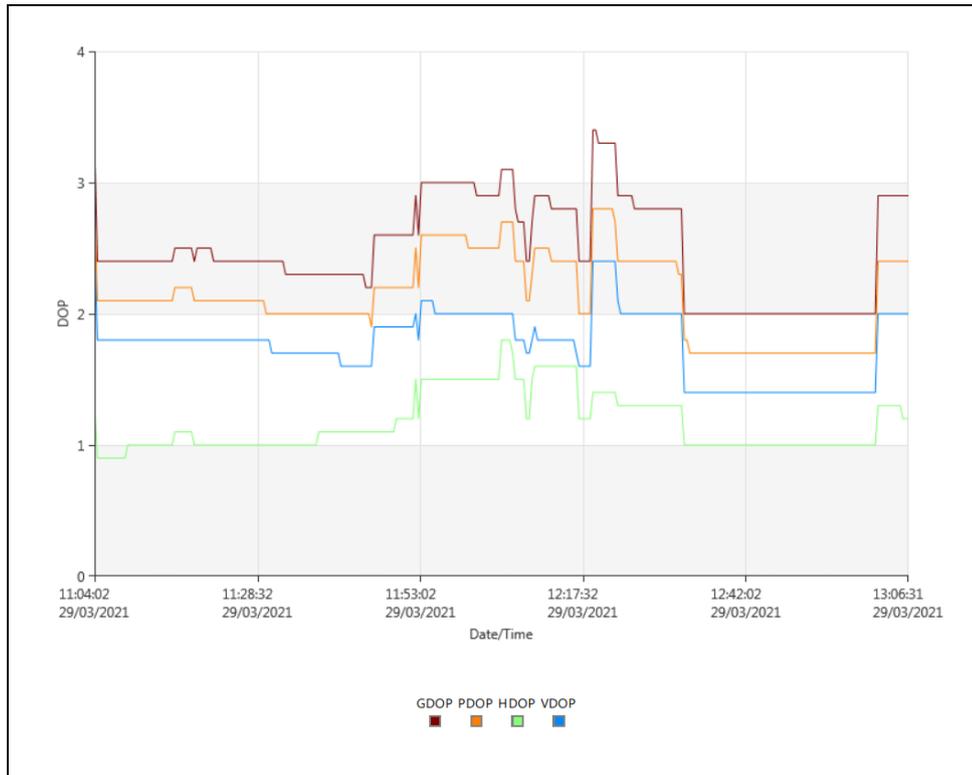
Processing Info (29/03/2021 11:04:02 - 29/03/2021 13:06:37)

Processed Date/Time: 30/03/2021 15:15:58

SVs Tracked



DOP



Ambiguity Statistics

Number of Ambiguities	GPS	GLONASS
Fixed	20	0
Total	20	10
Independently fixed	1,318	0
Possible independently fixed	1,366	1,366

Average time between independent fixes: 00:02:10

% of Epochs	GPS		GLONASS
	L1 [%]	L2 [%]	L1 [%]
Fixed	87.28	87.28	0.00
Not fixed	0.00	0.00	100.00
Not fixed - contradiction	12.72	12.72	0.00
Not fixed - missing phase	0.00	0.00	0.00

Status	From Epoch	To Epoch	Duration
Fixed	29/03/2021 11:04:02	29/03/2021 12:08:17	01:04:15
Fixed wide lane only	29/03/2021 12:08:17	29/03/2021 12:08:22	00:00:05
Fixed	29/03/2021 12:08:22	29/03/2021 12:08:52	00:00:30
Fixed wide lane only	29/03/2021 12:08:52	29/03/2021 12:09:32	00:00:40
Fixed	29/03/2021 12:09:32	29/03/2021 12:09:37	00:00:05
Fixed wide lane only	29/03/2021 12:09:37	29/03/2021 12:09:42	00:00:05
Fixed	29/03/2021 12:09:42	29/03/2021 12:09:47	00:00:05
Fixed wide lane only	29/03/2021 12:09:47	29/03/2021 12:09:52	00:00:05
Fixed	29/03/2021 12:09:52	29/03/2021 13:06:37	00:56:45

Baseline LI04 - AC02

Processing Parameters (29/03/2021 13:55:42 - 29/03/2021 16:02:02)

Data	Selected	Used	Comments
Cut-Off Angle:	10°	10°	
Frequency:	Automatic	L1/L2	
Sampling Rate:	Use All	5.00 sec	
Satellite System:	GPS/GLONASS/Galileo/Beidou	GPS/GLONASS	
Ephemeris Type:	Precise	Precise	No frequency available for satellite R01. No frequency available for satellite R02. No frequency available for satellite R03. No frequency available for satellite R08. No frequency available for satellite R12. No frequency available for satellite R13. No frequency available for satellite R14. No frequency available for satellite R23. No frequency available for satellite R24.
Antenna Calibration Set:	NGS Absolute	NGS Absolute	

Processing Strategy

Solution Type:	Phase Fixed	Phase Fixed
Solution Optimisation:	Automatic	None
Frequency to use in Iono Minimised:	Automatic	Automatic
Tropospheric Model:	VMF with GPT2 model	VMF with GPT2 model
Ionospheric Model:	Automatic	Computed
Allow Widelane Fix:	Automatic	Automatic

General Settings

Min. Distance for Iono Minimised:	15 km
Possible Ambiguities Fix up to:	300 km
Min. Duration for Float Solution (static):	00:05:00

Results Baseline: LI04 - AC02

Acquisition

Start Time - End Time:	29/03/2021 13:55:42 - 29/03/2021 16:02:02
Duration:	02:06:20

Antennas

	Reference - LI04	Rover - AC02
Receiver Name / SN:	TRIMBLE NETR8 / 4906K34423	Topcon / U1ZRVSZO3YI
Antenna Name / SN:	TRM55971.00 TZGD / 40925291	TPSGRS / -
Carrier Offset:	-	-
Height Reading:	0.0750 m	1.4190 m
Antenna Height:	0.0750 m	1.4190 m

Coordinates

	Reference - LI04	Rover - AC02	Reference - LI04	Rover - AC02
Point Role:	Control	Fixed PP		
WGS84 Latitude:	12° 28' 54.58842" S	13° 03' 15.00419" S	Easting:	304,661.6786 m
WGS84 Longitude:	76° 47' 50.64440" W	76° 19' 26.21825" W	Northing:	8,619,503.2379 m
WGS84 Ellip. Height:	40.5142 m	170.0505 m	Ortho. Height:	16.2706 m
WGS84 Cartesian X:	1,422,535.7390 m	1,469,314.7094 m		143.8975 m
WGS84 Cartesian Y:	-6,063,774.9284 m	-6,038,339.2550 m		
WGS84 Cartesian Z:	-1,369,501.3752 m	-1,431,282.0157 m		

Baseline Vector and Quality - WGS84

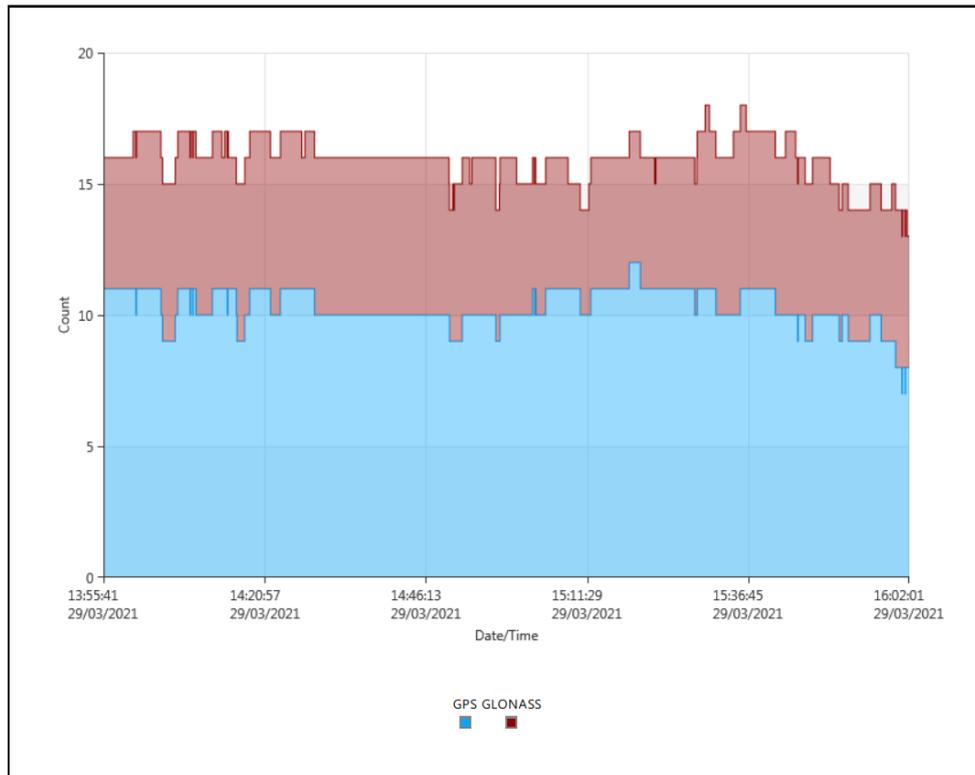
ΔLatitude:	-0° 34' 20.41577"	SD ΔLatitude:	0.0008 m
ΔLongitude:	0° 28' 24.42615"	SD ΔLongitude:	0.0009 m
ΔHeight:	129.5363 m	SD ΔHeight:	0.0019 m
ΔX:	46,778.9704 m	SD ΔX:	0.0009 m
ΔY:	25,435.6734 m	SD ΔY:	0.0019 m
ΔZ:	-61,780.6405 m	SD ΔZ:	0.0009 m

Slope Dist.:	81,560.3647 m	SD Slope Dist.:	0.0008 m		
M0:	2.6079 m	CQ 1D:	0.0019 m		
Q11:	0.00000012	CQ 2D:	0.0012 m		
Q12:	-0.00000003	CQ 3D:	0.0023 m		
Q22:	0.00000053				
Q13:	-0.00000001				
Q23:	0.00000011				
Q33:	0.00000012				
Frequency:	L1/L2	GDOP:	1.3 - 4.6	GPS SVs:	11/12
Solution Optimisation:	None	PDOP:	1.0 - 4.0	GLONASS SVs:	7/7
Solution Type:	Phase Fixed (GPS)	HDOP:	0.5 - 2.3	Beidou SVs:	-
		VDOP:	0.9 - 3.8	Galileo SVs:	-
				QZSS SVs:	-
Ephemeris Type:					
GPS	Precise				
GLONASS	Precise				

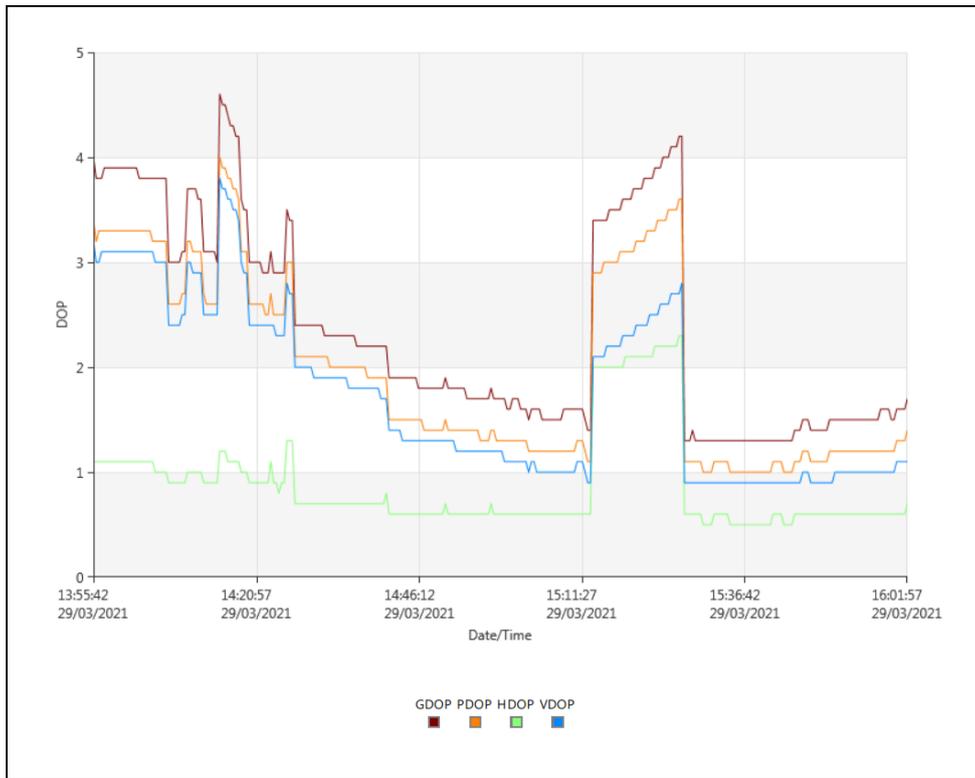
Processing Info (29/03/2021 13:55:42 - 29/03/2021 16:02:02)

Processed Date/Time: 30/03/2021 15:15:58

SVs Tracked



DOP



Ambiguity Statistics

Number of Ambiguities	GPS	GLONASS
Fixed	78	0
Total	149	21
Independently fixed	1,053	0
Possible independently fixed	1,466	1,466

Average time between independent fixes: 00:02:35

% of Epochs	GPS		GLONASS
	L1 [%]	L2 [%]	L1 [%]
Fixed	97.38	98.31	0.00
Not fixed	1.93	1.00	100.00
Not fixed - contradiction	0.69	0.69	0.00
Not fixed - missing phase	0.00	0.00	0.00

Status	From Epoch	To Epoch	Duration
Fixed	29/03/2021 13:55:42	29/03/2021 14:26:47	00:31:05
Fixed wide lane only	29/03/2021 14:26:47	29/03/2021 14:41:22	00:14:35
Not fixed	29/03/2021 14:41:22	29/03/2021 15:12:57	00:31:35
Fixed	29/03/2021 15:12:57	29/03/2021 15:27:22	00:14:25
Not fixed	29/03/2021 15:27:22	29/03/2021 16:02:02	00:34:40

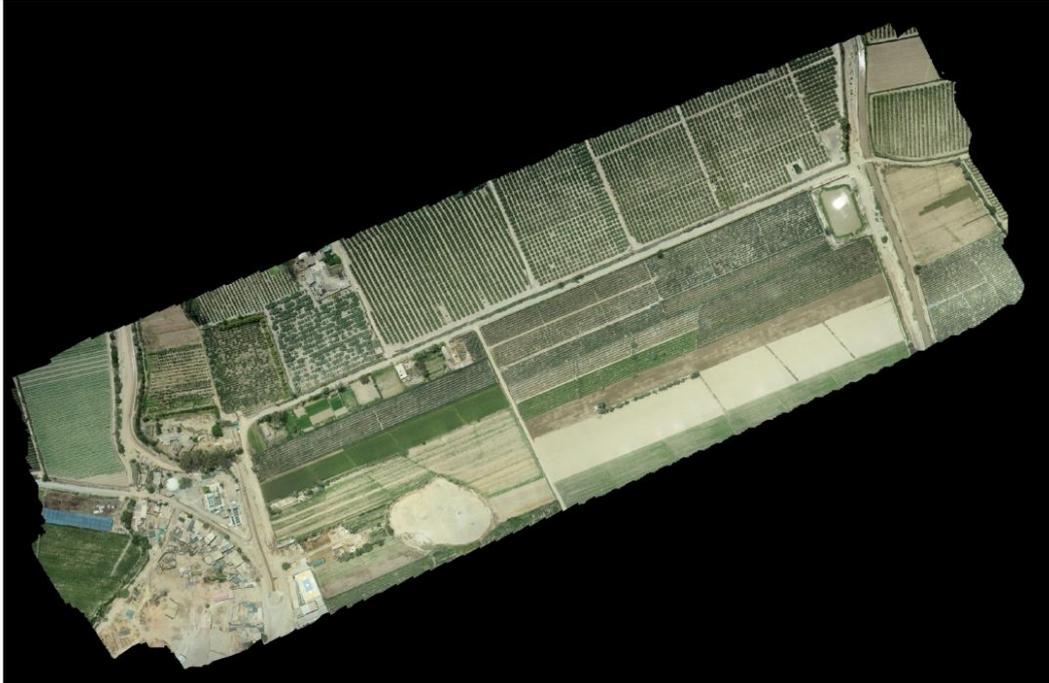
**ANEXO N°07: INFORME DE POSTPROCESAMIENTO DE
AEROTRIANGULACION**

Processing Report

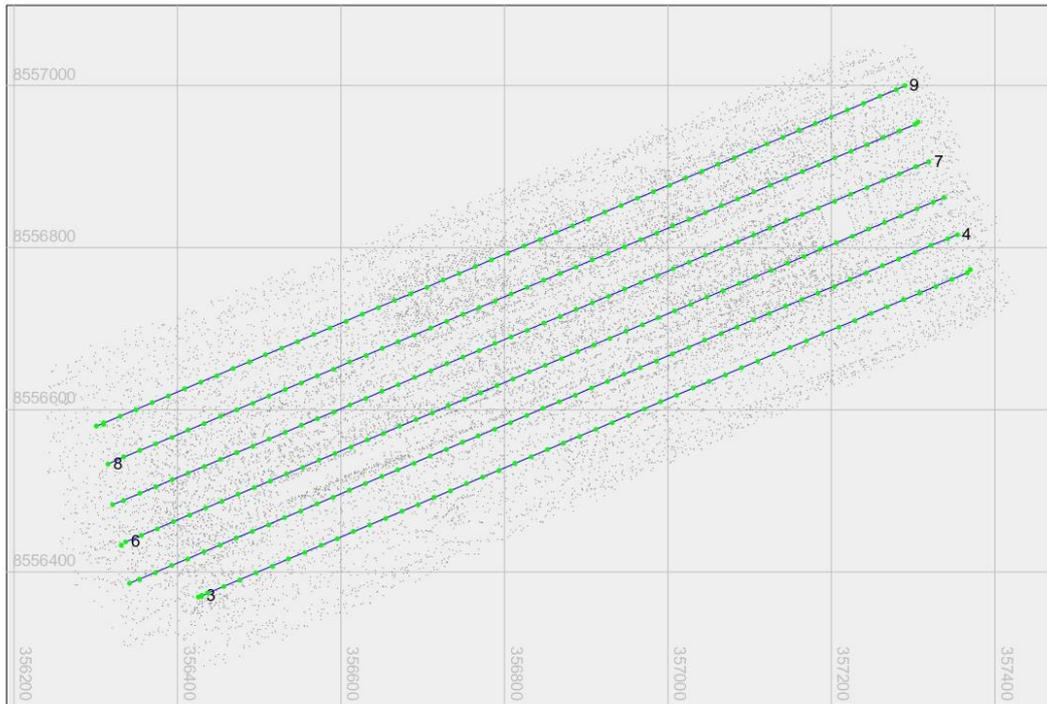
General project information

Project name	100_0003
Process	Geo-referencing
Computer node	DESKTOP-RFJMK5B
Operating system	Microsoft Professional (build 9200), 64-bit, version 6.2
Machine	Intel(R) Core(TM) i9-10850K @ 3.60GHz 20 cores 31.9 GByte RAM
User name	ADMIN
Report generation time	Wed Jan 26 13:59:23 2022
Processing time	Wed Jan 26 13:57:30 2022
Result file	E:\PROYECTOS_VANT\2021\PHANTOM RTK\CANETE\100_0003\PROYECTO \100_0003_V2.prj
Number of used images	315 of 315
Number of used cameras	1 of 1
Number of strips	6
Flying height	min=266.7 / avg=268.9 / max=270.8 [m]
Terrain height	min=135.1 / avg=159.9 / max=182.9 [m]
Average photo scale	1 : 12514
Coordinate system	PROJCS["WGS 84 / UTM zone 18S", GEOGCS["WGS 84",DATUM["WGS_1984",SPHEROID["WGS 84", 6378137,298.257223563,AUTHORITY["EPSG","7030"]], AUTHORITY["EPSG","6326"]], PRIMEM["Greenwich",0,AUTHORITY["EPSG","8901"]], UNIT["degree",0.01745329251994328,AUTHORITY["EPSG", "9122"]], AUTHORITY["EPSG","4326"]], UNIT["metre",1,AUTHORITY["EPSG","9001"]], PROJECTION["Transverse_Mercator"], PARAMETER["latitude_of_origin",0], PARAMETER["central_meridian",-75], PARAMETER["scale_factor",0.9996], PARAMETER["false_easting",500000], PARAMETER["false_northing",10000000], AUTHORITY["EPSG","32718"], AXIS["Easting",EAST], AXIS["Northing",NORTH]]
Information	Report contains original calibration.

Overview image



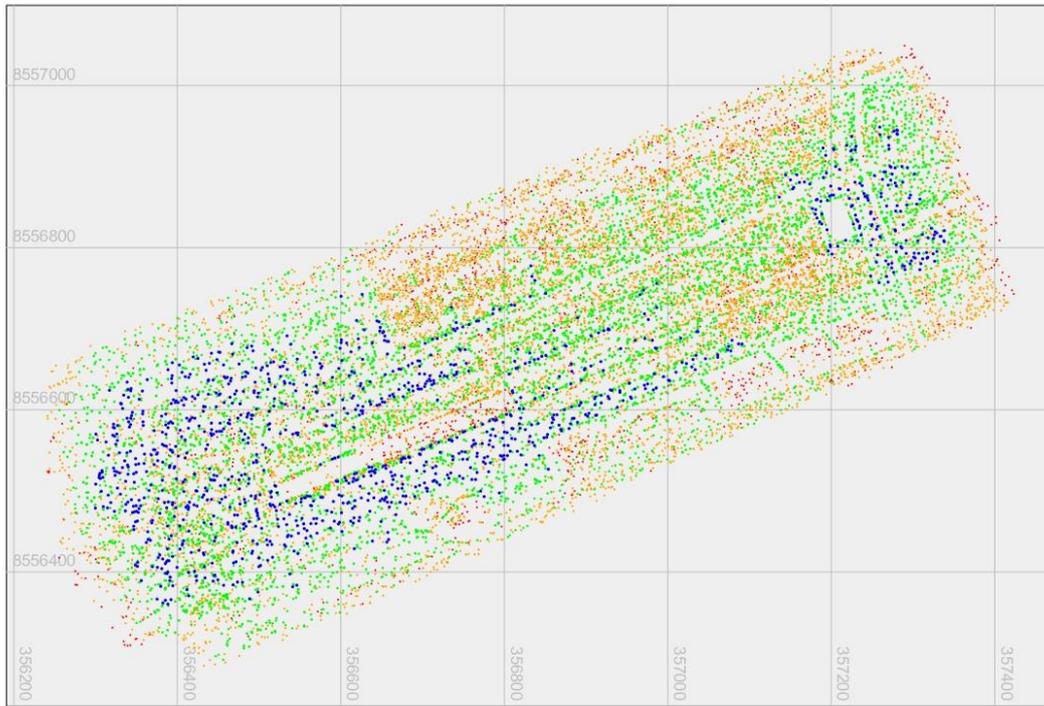
Flight overview



Graphic with 6 strip definitions for the aerial triangulation. The area has a planimetric extent of about: 1282 x 865 [m].

- : Camera location for 315 adjusted photos.
- : Camera location for 0 eliminated photos.
- : Defined strip in the project.
- : Tie point location for 17428 points.

Tie point distribution



Tie point distribution of 17428 points in the project. The point size and colour reflects the number of images containing the point. The area has a planimetric extent of about: 1282 x 865 [m] and a height range of about: 135 - 183 [m].

- : Point found in (0-2) images.
- : Point found in (3-4) images.
- : Point found in (5-10) images.
- : Point found in (>10) images.

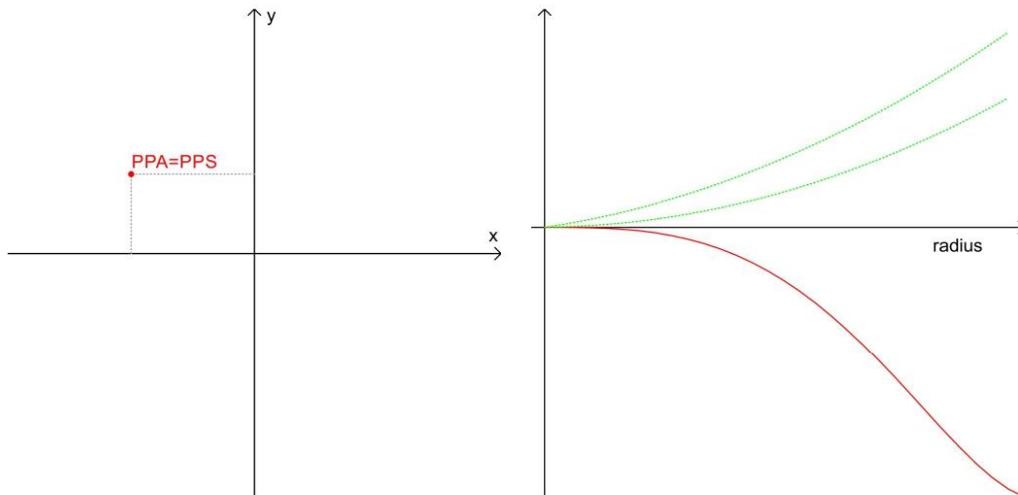
Camera calibration

Camera data (Camera: PHANTOMRTK)

Manufacturer	Custom	
Serial number		
Sensor (width / height) [pixel]	5472	3648
Pixel size (x / y) [micron]	2.2996	2.3000
Ground sampling distance (x / y) [m]	0.0288	0.0288
Distortion type	Polynomial	
Focal length [mm / pixel]	8.5403	3713.4532
Focal length (F _x / F _y) [pixel]	3713.7508	3713.1557
Principal point (x / y) [mm pixel]	-0.0983 2692.7629	0.0639 1795.7169
Distortion parameter: K ₀ / K ₁	0.000000E+00	-1.806080E-04
K ₂ / K ₃	1.565546E-07	1.919433E-08
K ₄ / K ₅	0.000000E+00	0.000000E+00
P ₁ / P ₂	-3.417202E-04	2.403625E-04

Platform data (Camera: PHANTOMRTK)

	X [m]	Y [m]	Z [m]
GNSS antenna offset	0.000000	0.000000	0.000000
	Omega (X) [deg]	Phi (Y) [deg]	Kappa (Z) [deg]
IMU boresight alignment	0.000000	0.000000	0.000000
Camera mount rotation	---		



Position of the principle point ($x=-0.0983$, $y=0.0639$ [mm]) in the image.

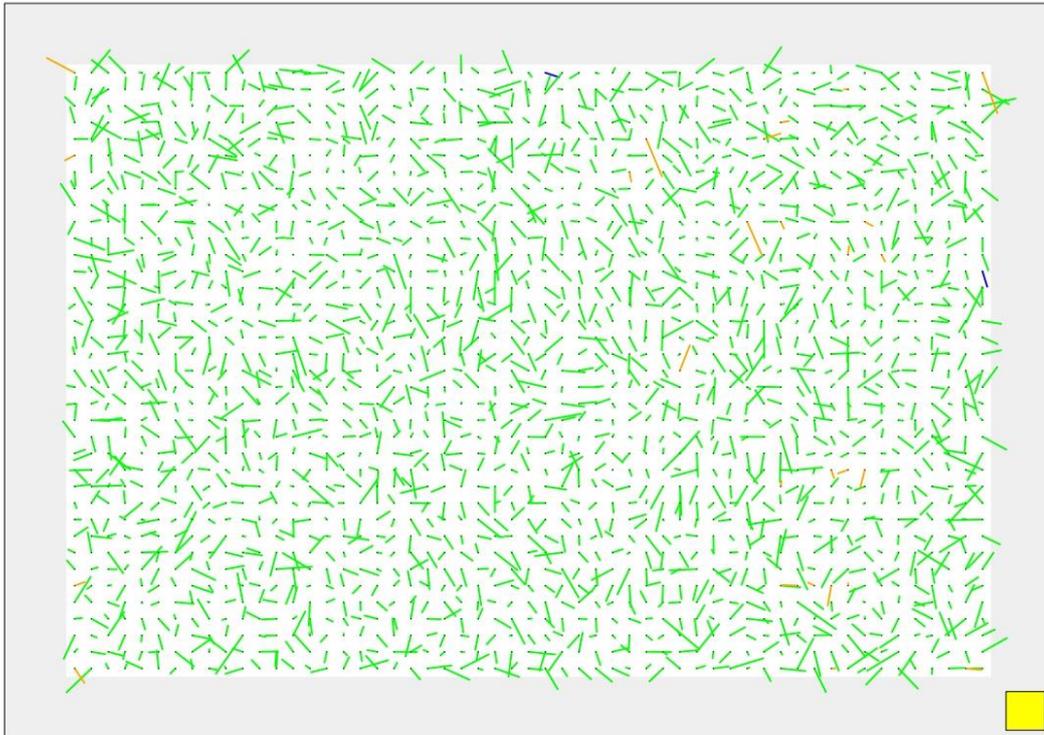
The dashed green lines show the magnitude of the decentering distortions on the four image diagonals. This gives an impression of what will be missed if only radial distortion components are used.

Distortion values (Camera: PHANTOMRTK)

	Radius [mm]	original Distortion [micron]
1	0.0000	0.0000
2	0.5000	-0.0226
3	1.0000	-0.1804
4	1.5000	-0.6080
5	2.0000	-1.4374
6	2.5000	-2.7950
7	3.0000	-4.7964
8	3.5000	-7.5378
9	4.0000	-11.0841
10	4.5000	-15.4518
11	5.0000	-20.5872
12	5.5000	-26.3385
13	6.0000	-32.4208
14	6.5000	-38.3735
15	7.0000	-43.5100
16	7.5000	-46.8576

Distortion error of radial symmetric components of parameters: K0, K1, ... and P1, P2.

Image residuals (Camera: PHANTOMRTK)



Average image residual vectors (min=0.000, avg=1.795, max=8.799 [pixel]) for image matrix elements. An image matrix element is defined with about (100 x 100) pixels.

- : Scale for the residual vectors. Symbol in the graphic is correlated to 1 [pixel] in the image.
- : Average image residual vector for points in (0-2) images.
- : Average image residual vector for points in (3-4) images.
- : Average image residual vector for points in (5-10) images.
- : Average image residual vector for points in (>10) images.

Block adjustment results

Parameters for block adjustment

GNSS-Mode	ON
IMU-Mode	OFF
Earth curvature correction	ON
Refraction correction	ON

Accuracy of block adjustment

Sigma naught [micron]	4.4583
-----------------------	--------

Mean standard deviation of translations

X [m]	Y [m]	Z [m]	Total [m]
0.0368	0.0341	0.0158	0.0526

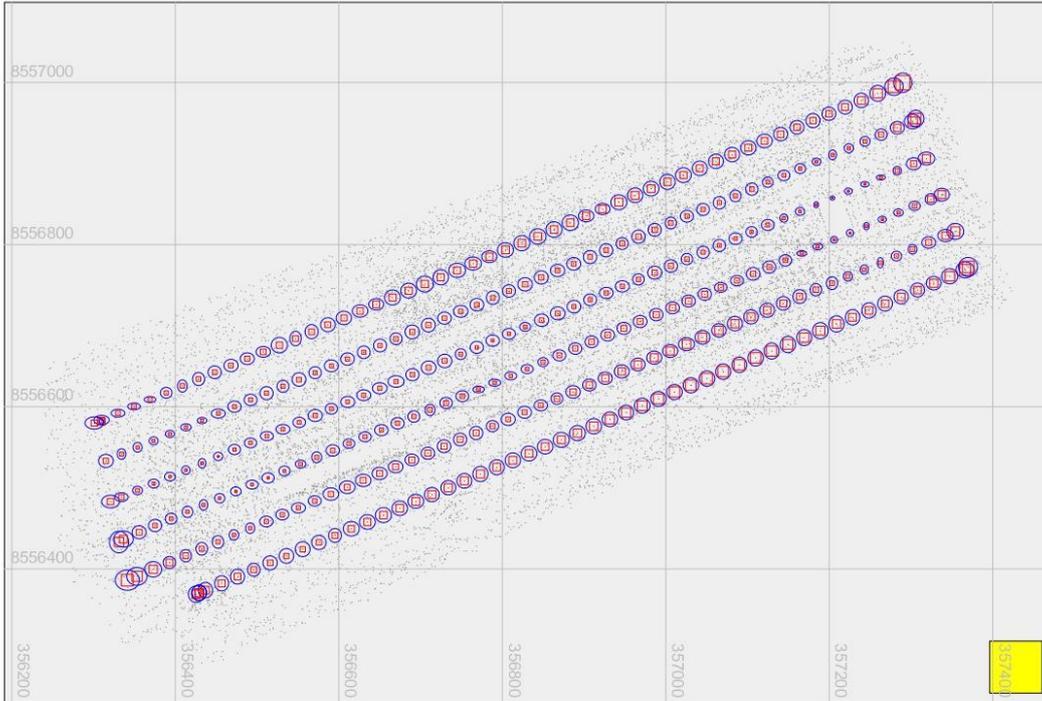
Mean standard deviation of rotations

Omega [deg/1000]	Phi [deg/1000]	Kappa [deg/1000]
21.1528	18.1216	6.8662

Mean standard deviation of terrain points

X [m]	Y [m]	Z [m]	Total [m]
0.0413	0.0511	0.1234	0.1398

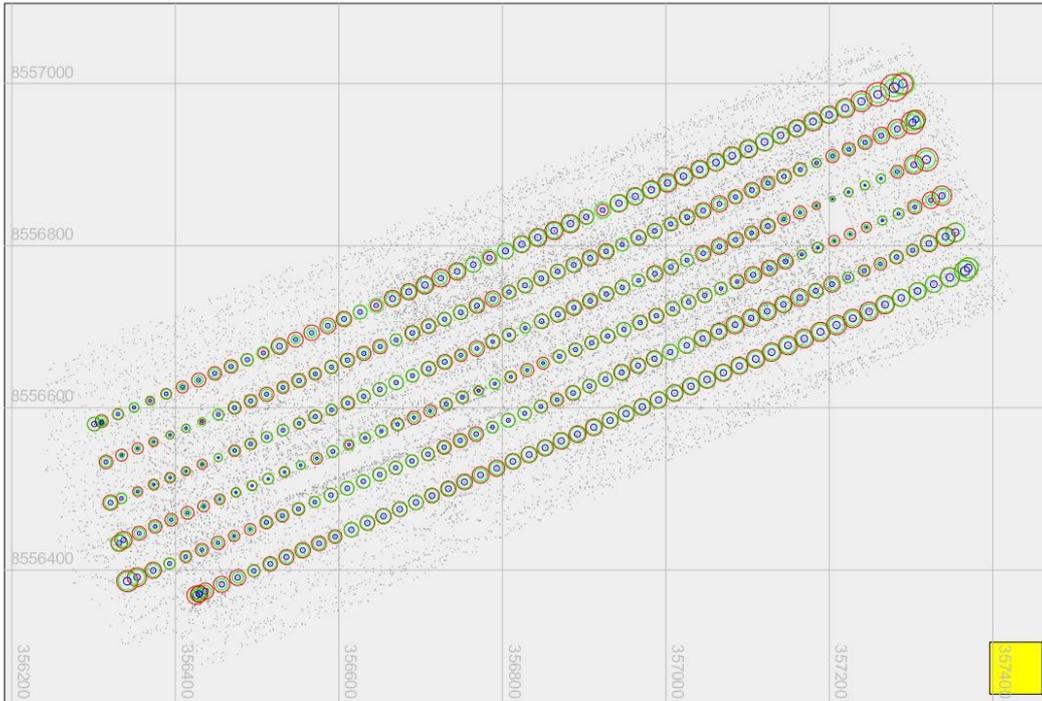
Exterior orientation (X,Y,Z) standard deviations



Graphic with 315 photos from the project. The camera locations are shown with its standard deviations for XYZ. The area has a planimetric extent of about: 1282 x 865 [m].

- : Scale for the symbols. Symbol in the graphic is correlated to 0.145 [m] in the object.
- : Standard deviation XY for 315 projection centers (min=0.017, avg=0.050, max=0.087 [m]).
- : Standard deviation Z for 315 projection centers (min=0.004, avg=0.016, max=0.039 [m]).
- : Tie point location for 17428 points.

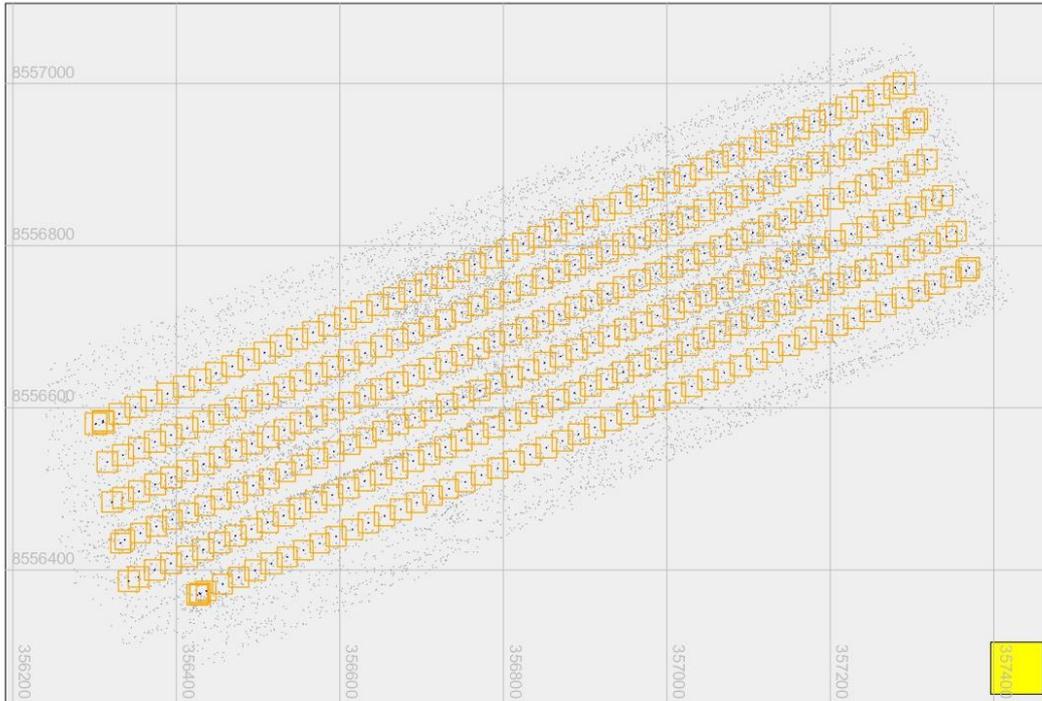
Exterior orientation (Omega,Phi,Kappa) standard deviations



Graphic with 315 photos from the project. The camera locations are shown with its standard deviations for omega,phi,kappa. The area has a planimetric extent of about: 1282 x 865 [m].

- : Scale for the symbols. Symbol in the graphic is correlated to 0.07690 [deg] in the object.
- : Standard deviation omega(X) for 315 projection centers (min=0.00754, avg=0.02115, max=0.03961 [deg]).
- : Standard deviation phi(Y) for 315 projection centers (min=0.00735, avg=0.01812, max=0.03395 [deg]).
- : Standard deviation kappa(Z) for 315 projection centers (min=0.00260, avg=0.00687, max=0.01393 [deg]).
- : Tie point location for 17428 points.

GNSS residuals



Graphic with 315 GNSS locations from the adjustment. The points are shown with its residuals for X,Y,Z from the adjustment. The area has a planimetric extent of about: 1282 x 865 [m].

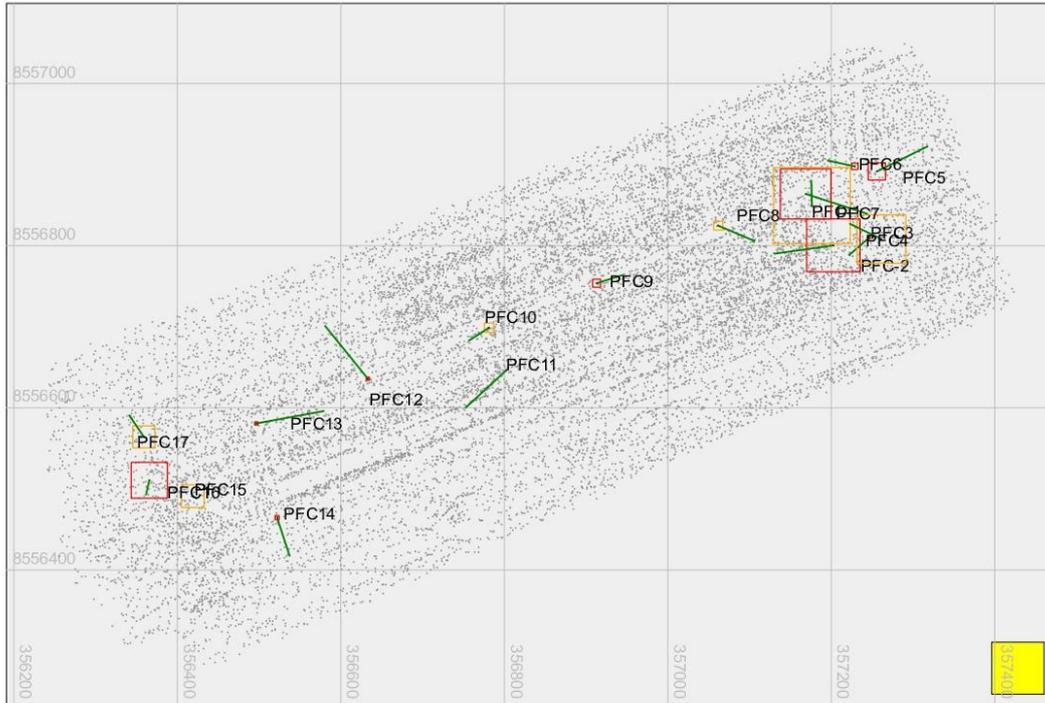
- : Scale for the symbols. Symbol in the graphic is correlated to 64.819 [m] in the object.
- : Residual XY for (315) GNSS positions (min=0.042, avg=0.501, max=1.654 [m]).
- : Residual Z for (pos.:0/neg.:315) GNSS positions (min=-27.163, avg=-25.427, max=-23.321 [m]).
- : Extreme residual XYZ for (0) GNSS positions.
- : Tie point location for 17428 points.

Ground control points

Ground control point errors

#	ID	Fold	X [m]	Y [m]	Z [m]	Total [m]	Remark
1	PFC-1	13	0.0001	-0.0051	0.0158	0.0166	
2	PFC-2	13	0.0121	0.0017	-0.0110	0.0164	
3	PFC10	19	0.0041	0.0027	0.0020	0.0052	
4	PFC11	15	0.0083	0.0077	0.0002	0.0114	
5	PFC12	24	0.0088	-0.0109	-0.0007	0.0140	
6	PFC13	24	-0.0139	-0.0025	-0.0007	0.0141	
7	PFC14	18	-0.0026	0.0079	-0.0009	0.0083	
8	PFC15	24	-0.0008	0.0005	0.0047	0.0048	
9	PFC16	20	0.0007	0.0029	-0.0075	0.0080	
10	PFC17	19	0.0030	-0.0044	0.0046	0.0070	
11	PFC3	13	0.0041	0.0036	-0.0005	0.0054	
12	PFC4	10	0.0064	-0.0031	0.0101	0.0123	
13	PFC5	12	-0.0104	-0.0052	-0.0036	0.0122	
14	PFC6	9	0.0055	-0.0012	-0.0013	0.0058	
15	PFC7	11	-0.0126	0.0041	-0.0104	0.0169	
16	PFC8	12	-0.0075	0.0032	0.0019	0.0083	
17	PFC9	12	-0.0053	-0.0017	-0.0017	0.0058	
	Maximum		-0.0139	-0.0109	0.0158		
	Mean		0.0000	0.0000	0.0001		
	Sigma		0.0077	0.0050	0.0066		
	RMSE(x,y,z)		0.0075	0.0048	0.0064		
	RMSEr		0.0089	SQRT(RMSEx * RMSEx + RMSEy * RMSEy)			
	ACCr (at 95% Confidence Level)		0.0154	RMSEr * 1.7308			
	ACCz (at 95% Confidence Level)		0.0126	RMSEz * 1.9600			

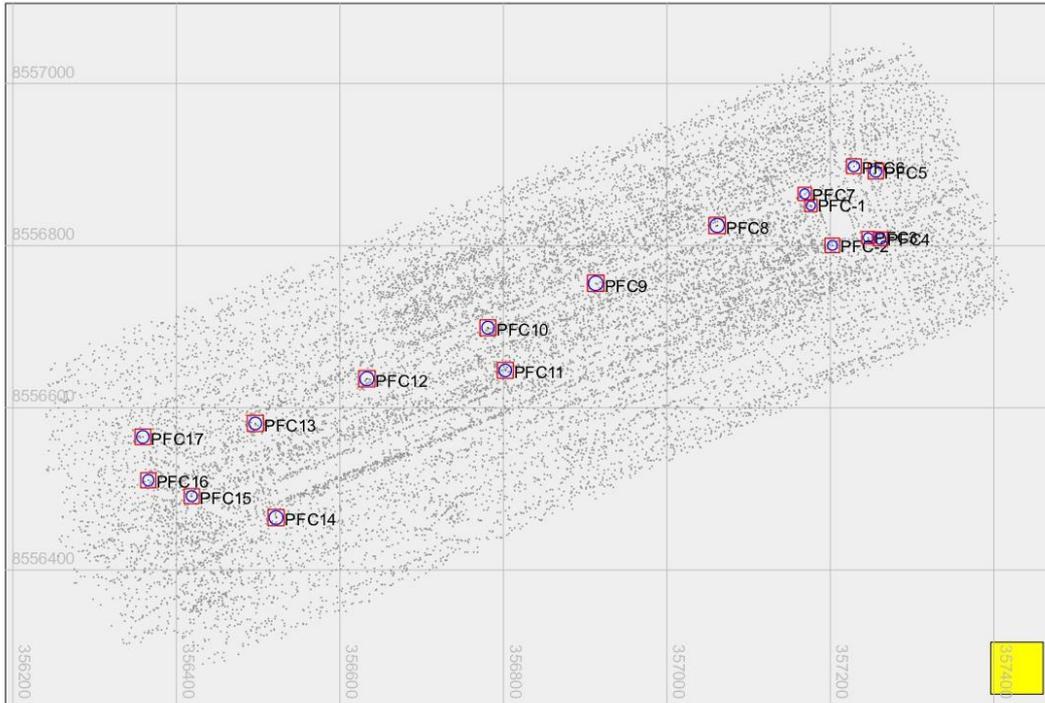
Ground control point residuals



Graphic with 17 ground control points from the project. The points are shown with its residuals for XYZ from the adjustment. The area has a planimetric extent of about: 1282 x 865 [m].

- : Scale for the symbols. Symbol in the graphic is correlated to 0.011 [m] in the object.
- : Residual XY (17) for ground control points (min=0.001, avg=0.008, max=0.014 [m]).
- : Residual Z (pos.:10/neg.:7) for ground control points (min=-0.016, avg=-0.000, max=0.011 [m]).
- : Tie point location for 17428 points.

Ground control point standard deviations



Graphic with 17 ground control points from the project. The points are shown with its standard deviations for XYZ from the adjustment. The area has a planimetric extent of about: 1282 x 865 [m].

- : Scale for the symbols. Symbol in the graphic is correlated to 0.011 [m] in the object.
- : Standard deviation XY for 17 ground control points (min=0.003, avg=0.003, max=0.004 [m]).
- : Standard deviation Z for 17 ground control points (min=0.003, avg=0.003, max=0.003 [m]).
- : Tie point location for 17428 points.

ANEXO N° 08: CENTROS DE PROYECCIÓN DE FOTOGRAFÍA

**CENTROS PROYECCIÓN VUELO 100_0003 CORRESPONDIENTE
A LA FRANJA N° 01**

Nombre de Archivo	Latitud	Longitud	Altitud
100_0003_0001	-13.05534328	-76.32416983	295.9230042
100_0003_0002	-13.05532917	-76.32413806	296.1539917
100_0003_0003	-13.05532308	-76.32414578	294.1029968
100_0003_0004	-13.05529875	-76.32406886	294.8370056
100_0003_0005	-13.05522392	-76.3238845	295.2619934
100_0003_0006	-13.05514839	-76.32370119	295.4689941
100_0003_0007	-13.05507139	-76.32351453	296.1069946
100_0003_0008	-13.05499611	-76.32333089	296.3580017
100_0003_0009	-13.05492439	-76.32315247	294.8919983
100_0003_0010	-13.05484978	-76.32297014	294.2189941
100_0003_0011	-13.05477494	-76.32278578	294.1229858
100_0003_0012	-13.05469883	-76.32260081	294.9830017
100_0003_0013	-13.05462203	-76.32241575	295.4140015

100_0003_0014	-13.05454761	-76.32223453	295.5299988
100_0003_0015	-13.05447108	-76.32205281	295.1409912
100_0003_0016	-13.05440081	-76.32186792	296.026001
100_0003_0017	-13.05432631	-76.32168967	294.8439941
100_0003_0018	-13.05424908	-76.32150814	293.901001
100_0003_0019	-13.05417494	-76.32132553	293.5379944
100_0003_0020	-13.05409958	-76.32114075	294.1279907
100_0003_0021	-13.05402367	-76.32095817	294.5239868
100_0003_0022	-13.05394789	-76.320773	294.8389893
100_0003_0023	-13.05387228	-76.32058989	295.1099854
100_0003_0024	-13.05379703	-76.32040694	295.2569885
100_0003_0025	-13.05372203	-76.32022336	295.2730103
100_0003_0026	-13.05364614	-76.32004119	295.2879944
100_0003_0027	-13.05357142	-76.31985828	295.2860107

100_0003_0028	-13.05349664	-76.31967547	295.2489929
100_0003_0029	-13.05342086	-76.31949217	295.1919861
100_0003_0030	-13.053346	-76.31930975	295.0299988
100_0003_0031	-13.05327025	-76.31912792	294.9129944
100_0003_0032	-13.05319508	-76.31894478	294.855011
100_0003_0033	-13.05311961	-76.31876344	294.9440002
100_0003_0034	-13.05304519	-76.318579	295.0950012
100_0003_0035	-13.05297131	-76.31839664	295.1260071
100_0003_0036	-13.05289569	-76.31821275	295.1789856
100_0003_0037	-13.05282061	-76.31803031	295.2860107
100_0003_0038	-13.05274369	-76.31784481	295.7319946
100_0003_0039	-13.05266969	-76.31766578	295.276001
100_0003_0040	-13.05259439	-76.31747992	295.4859924
100_0003_0041	-13.05251722	-76.31729211	296.8980103

100_0003_0042	-13.05244192	-76.31711086	297.118988
100_0003_0043	-13.05237	-76.31693186	295.7109985
100_0003_0044	-13.05229631	-76.31674825	295.5910034
100_0003_0045	-13.0522205	-76.31656289	295.6560059
100_0003_0046	-13.05214661	-76.31638408	294.7900085
100_0003_0047	-13.05207069	-76.31619967	294.8900146
100_0003_0048	-13.05199392	-76.31601428	295.2839966
100_0003_0049	-13.05191947	-76.31583261	295.3420105
100_0003_0050	-13.05184169	-76.31564886	295.4219971
100_0003_0051	-13.05177356	-76.31547686	295.3609924
100_0003_0052	-13.05173961	-76.31544197	295.45401
100_0003_0055	-13.05133181	-76.315588	294.1359863
100_0003_0056	-13.05138872	-76.31569422	294.5329895
100_0003_0057	-13.051462	-76.31588431	294.3150024

100_0003_0058	-13.05153647	-76.31606553	294.8479919
100_0003_0059	-13.05161217	-76.31624794	295.118988
100_0003_0060	-13.05168808	-76.31643017	295.7799988
100_0003_0061	-13.05176269	-76.31661228	295.7659912
100_0003_0062	-13.05183778	-76.31679511	295.5969849
100_0003_0063	-13.05191214	-76.31697617	295.5499878
100_0003_0064	-13.05198494	-76.31715778	295.1679993
100_0003_0065	-13.05206003	-76.31734256	295.1629944
100_0003_0066	-13.05213572	-76.31752514	295.3540039
100_0003_0067	-13.05221203	-76.31770903	295.6260071
100_0003_0068	-13.0522855	-76.31789081	295.6430054
100_0003_0069	-13.05235958	-76.31807447	295.6149902
100_0003_0070	-13.052434	-76.31825567	295.375
100_0003_0071	-13.05250994	-76.31843986	295.2879944

100_0003_0072	-13.05258469	-76.31862136	295.2489929
100_0003_0073	-13.05266003	-76.31880531	295.0950012
100_0003_0074	-13.05273486	-76.31898578	295.0450134
100_0003_0075	-13.05281011	-76.31917028	295.125
100_0003_0076	-13.05288469	-76.31935328	295.0889893
100_0003_0077	-13.05295994	-76.31953811	295.2650146
100_0003_0078	-13.05303422	-76.31971867	295.2420044
100_0003_0079	-13.05311089	-76.31990156	295.4609985
100_0003_0080	-13.0531845	-76.32008428	295.6570129
100_0003_0081	-13.05325881	-76.32026594	295.3999939
100_0003_0082	-13.05333478	-76.32044919	295.4159851
100_0003_0083	-13.05341239	-76.32063433	295.8770142
100_0003_0084	-13.05348681	-76.32081356	295.8269958
100_0003_0085	-13.05356308	-76.32099883	295.9100037

100_0003_0086	-13.05363456	-76.32117931	296.0570068
100_0003_0087	-13.05370903	-76.32136092	295.9909973
100_0003_0088	-13.05378575	-76.32154325	296.0090027
100_0003_0089	-13.05386083	-76.32172528	295.803009
100_0003_0090	-13.05393883	-76.32190931	295.7109985
100_0003_0091	-13.05400931	-76.32209019	295.1040039
100_0003_0092	-13.05408031	-76.32227275	293.8250122
100_0003_0093	-13.05415847	-76.32245625	293.9719849
100_0003_0094	-13.05423511	-76.32264056	294.3720093
100_0003_0095	-13.05431317	-76.32282319	295.0490112
100_0003_0096	-13.05438575	-76.32300631	295.0130005
100_0003_0097	-13.05446244	-76.32318875	295.3460083
100_0003_0098	-13.05453628	-76.32336989	295.1919861
100_0003_0099	-13.05461008	-76.32355236	295.1610107

100_0003_0100	-13.05468464	-76.32373403	295.0690002
100_0003_0101	-13.05476136	-76.32391592	294.8469849
100_0003_0102	-13.05483725	-76.32409936	294.7659912
100_0003_0103	-13.05491239	-76.32428153	294.776001
100_0003_0104	-13.05498867	-76.32446478	294.7820129
100_0003_0105	-13.05506236	-76.32464769	294.8519897
100_0003_0106	-13.05513886	-76.32483158	295.0490112
100_0003_0107	-13.05518453	-76.32494053	295.7950134
100_0003_0110	-13.05476078	-76.32503131	294.0799866
100_0003_0111	-13.05472364	-76.32498381	293.6839905
100_0003_0112	-13.05465011	-76.32480617	293.8139954
100_0003_0113	-13.05457608	-76.32462686	294.0710144
100_0003_0114	-13.05450222	-76.32444672	293.5639954
100_0003_0115	-13.05442686	-76.32426222	293.598999

100_0003_0116	-13.05435144	-76.3240795	293.848999
100_0003_0117	-13.05427642	-76.32389692	293.9150085
100_0003_0118	-13.05420128	-76.32371417	293.9769897
100_0003_0119	-13.05412594	-76.32353153	293.8640137
100_0003_0120	-13.05405156	-76.32335006	293.6409912
100_0003_0121	-13.05397603	-76.32316697	293.5639954
100_0003_0122	-13.05390128	-76.32298381	293.6180115
100_0003_0123	-13.05382681	-76.32280164	293.3999939
100_0003_0124	-13.05375136	-76.32261964	293.2260132
100_0003_0125	-13.05367572	-76.32243667	293.1950073
100_0003_0126	-13.05360142	-76.32225422	293.131012
100_0003_0127	-13.05352617	-76.32207017	293.0809937
100_0003_0128	-13.05345325	-76.32188844	293.2820129
100_0003_0129	-13.05337958	-76.32170389	293.8049927

100_0003_0130	-13.05330325	-76.32152003	293.8909912
100_0003_0131	-13.05322853	-76.3213385	294.2860107
100_0003_0132	-13.05315314	-76.32115414	294.3370056
100_0003_0133	-13.05307889	-76.32097067	294.4330139
100_0003_0134	-13.05300361	-76.32078825	294.5469971
100_0003_0135	-13.05292947	-76.32060628	294.6180115
100_0003_0136	-13.05285144	-76.32041981	295.0849915
100_0003_0137	-13.05277483	-76.32023625	295.9519958
100_0003_0138	-13.05270244	-76.32005578	295.6860046
100_0003_0139	-13.05262767	-76.31987447	295.1319885
100_0003_0140	-13.05255297	-76.31969233	294.7529907
100_0003_0141	-13.05247839	-76.31950969	294.6149902
100_0003_0142	-13.05240517	-76.31932775	294.5190125
100_0003_0143	-13.05233028	-76.31914419	294.5350037

100_0003_0144	-13.05225444	-76.31896169	294.6180115
100_0003_0145	-13.05217819	-76.31877756	294.5780029
100_0003_0146	-13.05210333	-76.31859608	294.5669861
100_0003_0147	-13.05202856	-76.31841339	294.3510132
100_0003_0148	-13.05195281	-76.31823111	294.2690125
100_0003_0149	-13.05187833	-76.31804758	294.2080078
100_0003_0150	-13.05180558	-76.31786819	293.6400146
100_0003_0151	-13.05173033	-76.31768544	293.3309937
100_0003_0152	-13.05165614	-76.31750289	293.2529907
100_0003_0153	-13.05157983	-76.31731861	293.4769897
100_0003_0154	-13.05150456	-76.31713719	293.70401
100_0003_0155	-13.05142928	-76.31695392	293.8169861
100_0003_0156	-13.05135414	-76.31677133	294.223999
100_0003_0157	-13.05127978	-76.31659003	293.9490051
100_0003_0158	-13.05120628	-76.31641044	293.3630066
100_0003_0159	-13.05113108	-76.31622703	293.473999

100_0003_0160	-13.05105672	-76.31604336	293.6140137
100_0003_0161	-13.05098236	-76.3158615	293.7070007
100_0003_0162	-13.05093472	-76.31573678	293.7609863
100_0003_0166	-13.05052933	-76.31591097	293.1260071
100_0003_0167	-13.05058719	-76.31605375	293.2470093
100_0003_0168	-13.05066283	-76.31624142	293.8309937
100_0003_0169	-13.05073725	-76.31642175	293.9299927
100_0003_0170	-13.05081214	-76.31660381	294.0020142
100_0003_0171	-13.05088786	-76.31678631	294.5429993
100_0003_0172	-13.05096261	-76.31696767	294.7730103
100_0003_0173	-13.05103686	-76.31715039	294.5419922
100_0003_0174	-13.05111108	-76.31733333	294.7290039
100_0003_0175	-13.05118528	-76.31751539	294.6640015
100_0003_0176	-13.05126031	-76.31769756	294.6040039
100_0003_0177	-13.05133539	-76.31788131	294.5350037
100_0003_0178	-13.05140964	-76.31806175	294.5140076

100_0003_0179	-13.05148528	-76.31824592	294.4779968
100_0003_0180	-13.05156131	-76.31842828	294.4450073
100_0003_0181	-13.05163603	-76.31861144	294.6789856
100_0003_0182	-13.05171319	-76.31879361	294.9259949
100_0003_0183	-13.05178619	-76.31897653	295.1459961
100_0003_0184	-13.05185972	-76.31915969	294.7980042
100_0003_0185	-13.05193497	-76.31934092	294.7690125
100_0003_0186	-13.05200739	-76.31952156	294.3880005
100_0003_0187	-13.05208331	-76.31970556	294.072998
100_0003_0188	-13.05215856	-76.31988806	294.0159912
100_0003_0189	-13.0522345	-76.32007028	294.2080078
100_0003_0190	-13.05230925	-76.32025269	294.4890137
100_0003_0191	-13.05238417	-76.32043869	294.5130005
100_0003_0192	-13.05245953	-76.32062044	294.9259949
100_0003_0193	-13.05253453	-76.32080381	295.0549927
100_0003_0194	-13.05260836	-76.32098408	294.6220093

100_0003_0195	-13.05268297	-76.32116692	294.223999
100_0003_0196	-13.05275736	-76.321349	293.9729919
100_0003_0197	-13.05283278	-76.32153108	294.1270142
100_0003_0198	-13.05290806	-76.32171428	294.2000122
100_0003_0199	-13.05298503	-76.32189756	294.4570007
100_0003_0200	-13.05305822	-76.32208061	294.9670105
100_0003_0201	-13.053133	-76.32226414	294.6950073
100_0003_0202	-13.05320819	-76.322446	294.3869934
100_0003_0203	-13.05328331	-76.32262883	294.2290039
100_0003_0204	-13.05335783	-76.32281119	294.0769958
100_0003_0205	-13.05343306	-76.32299428	294.1830139
100_0003_0206	-13.05350861	-76.32317747	294.1090088
100_0003_0207	-13.05358464	-76.32335975	294.3619995
100_0003_0208	-13.05365864	-76.32354336	294.1820068
100_0003_0209	-13.05373414	-76.32372356	294.4450073
100_0003_0210	-13.05380767	-76.32390819	293.5299988

100_0003_0211	-13.05388386	-76.32409031	293.9379883
100_0003_0212	-13.05395878	-76.32427408	294.0039978
100_0003_0213	-13.05403228	-76.32445472	294.1000061
100_0003_0214	-13.05410697	-76.32463764	294.0020142
100_0003_0215	-13.05418322	-76.32481933	293.8359985
100_0003_0216	-13.05425653	-76.32500272	293.7909851
100_0003_0217	-13.05430133	-76.32512631	294.0490112
100_0003_0221	-13.053855	-76.32517697	293.8269958
100_0003_0222	-13.05377947	-76.32499969	294.1839905
100_0003_0223	-13.05370422	-76.32481994	294.1029968
100_0003_0224	-13.05363256	-76.32463789	294.4500122
100_0003_0225	-13.05355742	-76.32445478	294.7019958
100_0003_0226	-13.05348269	-76.32427206	294.5499878
100_0003_0227	-13.05340872	-76.32409306	294.1820068
100_0003_0228	-13.05333422	-76.32391158	292.7999878
100_0003_0229	-13.05325864	-76.32372803	292.7799988

100_0003_0230	-13.05318058	-76.32354119	292.92099
100_0003_0231	-13.05310686	-76.32336094	293.0859985
100_0003_0232	-13.05303211	-76.3231765	293.2420044
100_0003_0233	-13.05295808	-76.32299403	293.4670105
100_0003_0234	-13.05288264	-76.32281053	293.8240051
100_0003_0235	-13.052806	-76.32262703	293.6419983
100_0003_0236	-13.05273181	-76.32244642	293.7650146
100_0003_0237	-13.05265611	-76.32226144	293.8659973
100_0003_0238	-13.05258131	-76.32207781	293.9309998
100_0003_0239	-13.05250678	-76.32189719	294.0390015
100_0003_0240	-13.05243478	-76.32171939	292.6289978
100_0003_0241	-13.05236064	-76.32153694	291.9729919
100_0003_0242	-13.05228442	-76.32135342	292.1019897
100_0003_0243	-13.05220831	-76.32117075	291.6879883
100_0003_0244	-13.05213436	-76.32098725	291.6950073
100_0003_0245	-13.05205883	-76.32080444	291.7369995

100_0003_0246	-13.05198461	-76.3206215	292.0820007
100_0003_0247	-13.05190944	-76.32044011	292.0830078
100_0003_0248	-13.05183275	-76.32025428	292.5589905
100_0003_0249	-13.0517575	-76.32007042	293.0859985
100_0003_0250	-13.05168275	-76.319889	293.1300049
100_0003_0251	-13.05160653	-76.31970286	293.57901
100_0003_0252	-13.0515325	-76.31952089	293.8770142
100_0003_0253	-13.05145694	-76.31933944	293.7049866
100_0003_0254	-13.05138261	-76.31915636	293.5599976
100_0003_0255	-13.05130772	-76.31897497	293.571991
100_0003_0256	-13.05123297	-76.31879178	293.5379944
100_0003_0257	-13.05115847	-76.31860911	293.4440002
100_0003_0258	-13.05108436	-76.31842744	293.3850098
100_0003_0259	-13.05100747	-76.3182405	293.9630127
100_0003_0260	-13.05093364	-76.31806117	293.5039978
100_0003_0261	-13.05085822	-76.31787811	293.1929932

100_0003_0262	-13.05078253	-76.31769567	293.3580017
100_0003_0263	-13.05070778	-76.31751194	293.2879944
100_0003_0264	-13.05063283	-76.31732956	293.1180115
100_0003_0265	-13.05055767	-76.31714564	293.1180115
100_0003_0266	-13.05048378	-76.31696511	293.0870056
100_0003_0267	-13.05040936	-76.31678158	293.2059937
100_0003_0268	-13.05033408	-76.31659886	293.3760071
100_0003_0269	-13.05025753	-76.31641239	294.2990112
100_0003_0270	-13.05018267	-76.31623161	294.5490112
100_0003_0271	-13.05011317	-76.31605911	294.1919861
100_0003_0272	-13.05008039	-76.31602367	293.7569885
100_0003_0275	-13.04967889	-76.31616836	294.151001
100_0003_0276	-13.04972389	-76.31626883	294.2789917
100_0003_0277	-13.04979758	-76.31645042	293.2149963
100_0003_0278	-13.04987331	-76.31663447	293.4700012
100_0003_0279	-13.04994756	-76.31681669	293.9599915

100_0003_0280	-13.05002178	-76.31699961	294.2680054
100_0003_0281	-13.05009617	-76.31717972	294.3139954
100_0003_0282	-13.05017025	-76.31736028	293.7590027
100_0003_0283	-13.05024728	-76.31754483	293.6900024
100_0003_0284	-13.05032139	-76.31772783	293.8729858
100_0003_0285	-13.05039608	-76.31791044	293.8540039
100_0003_0286	-13.05047172	-76.31809478	293.881012
100_0003_0287	-13.05054572	-76.31827769	293.8980103
100_0003_0288	-13.05062214	-76.31846069	293.8619995
100_0003_0289	-13.05069739	-76.31864294	293.9710083
100_0003_0290	-13.05077169	-76.31882542	294.0440063
100_0003_0291	-13.05084575	-76.31900917	293.605011
100_0003_0292	-13.05091931	-76.31919006	292.9620056
100_0003_0293	-13.05099664	-76.31937372	293.6600037
100_0003_0294	-13.0510715	-76.31955731	293.8640137
100_0003_0295	-13.05114689	-76.31974342	294.1210022
100_0003_0296	-13.05122156	-76.3199215	294.2969971
100_0003_0297	-13.05129736	-76.32010469	294.1530151
100_0003_0298	-13.05137128	-76.32028917	293.7590027

100_0003_0299	-13.05144508	-76.3204715	293.4030151
100_0003_0300	-13.05152075	-76.32065417	293.5270081
100_0003_0301	-13.05159569	-76.32083628	293.4500122
100_0003_0302	-13.05167125	-76.32101939	293.6329956
100_0003_0303	-13.05174622	-76.32120136	293.7349854
100_0003_0304	-13.0518215	-76.32138542	293.8729858
100_0003_0305	-13.05189658	-76.32156747	294.04599
100_0003_0306	-13.05197131	-76.32175144	293.901001
100_0003_0307	-13.05204575	-76.32193358	293.7909851
100_0003_0308	-13.05212003	-76.32211722	293.6499939
100_0003_0309	-13.05219492	-76.32229956	293.7529907
100_0003_0310	-13.05227094	-76.32248192	293.822998
100_0003_0311	-13.05234478	-76.32266269	293.7569885
100_0003_0312	-13.05241903	-76.32284731	293.1940002
100_0003_0313	-13.05249367	-76.32302792	292.8630066
100_0003_0314	-13.05256933	-76.32321233	293.2619934
100_0003_0315	-13.05264481	-76.323395	293.5350037
100_0003_0316	-13.05271961	-76.32357578	293.6419983
100_0003_0317	-13.05279378	-76.32375953	292.9179993

100_0003_0318	-13.05286817	-76.32394297	292.7680054
100_0003_0319	-13.05294544	-76.32412458	293.3980103
100_0003_0320	-13.05301858	-76.32430847	293.0109863
100_0003_0321	-13.05309544	-76.32449194	293.5480042
100_0003_0322	-13.05317167	-76.3246745	293.894989
100_0003_0323	-13.05324464	-76.32485544	293.4750061
100_0003_0324	-13.05331919	-76.32503736	293.1080017
100_0003_0325	-13.05339508	-76.32522172	292.9410095
100_0003_0326	-13.05342858	-76.32530186	294.4389954
100_0003_0327	-13.05341119	-76.32521942	294.2449951

ANEXO N° 09: PANEL FOTOGRÁFICO

Georreferenciación de Puntos de orden C

Monumentación de punto orden C



Monumentación de punto orden



Lectura de punto orden C



Lectura de punto orden C



Monumentación de la placa de punto orden C



Lectura de puntos de fotocontrol o de apoyo

Lectura de punto fotocontrol



Lectura de punto fotocontrol



Lectura de punto fotocontrol



Lectura de punto fotocontrol



Levantamiento Topográfico con Estación Total

Topógrafo realizando lectura con estación total



Operador portando el prisma



Levantamiento Topográfico con RPA

Restitución Fotogramétrica



Restitución Fotogramétrica

