

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**“PRECISIÓN EN EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN EL  
ESTADIO HUACHENCA PARA MEDIR EL GRADO DE  
CONFIABILIDAD, 2021”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**BACH. MIGUEL ANGEL OCHOA CADILLO**

**ASESOR:**

**MAG. ING. FREDY ALVA VILLACORTA**

**Huaraz – Ancash - Perú**

**2021**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



REGISTRO	
LIBRO	FOLIO
01	298

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 294**

En la ciudad de Huaraz, al (a los) 13 día (s) del mes de

ABRIL del DOS MIL VEINTITRES, siendo las 11:00 horas, se reunieron el Jurado Evaluador integrado por:

- PRESIDENTE : Dr. JOAQUÍN SAMUEL TÁMARA RODRÍGUEZ  
 PRIMER MIEMBRO : Ing. CALANCIO FRANCISCO ROSALES SÁNCHEZ  
 SEGUNDO MIEMBRO : Mag. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA

Para proceder al Acto de Sustentación para optar el Título Profesional de INGENIERO(A) CIVIL, bajo la modalidad de:

Tesis  Trabajo de suficiencia profesional, del (de la) Bachiller

OCHOA CADILLO MIGUEL ANGEL

(de la Tesis) - (del Trabajo de suficiencia profesional) titulada:

**"PRECISIÓN EN EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN EL ESTADIO HUACHENCA PARA MEDIR EL GRADO DE CONFIABILIDAD, 2021".**

desarrollada bajo el asesoramiento de:

- ASESOR : Mag. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA  
 CO - ASESOR : -----

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil; se procedió a recepcionar la exposición del aspirante; luego de las interrogantes, objeciones y, aclaraciones y su absolución, el Jurado Evaluador determinó la calificación de:

APROBADO

Siendo las 12:10 horas del mismo día, se dio por concluido el Acto de Sustentación, firmando la presente por triplicado, en señal de conformidad.

PRESIDENTE  
Dr. JOAQUÍN SAMUEL TÁMARA RODRÍGUEZ

PRIMER MIEMBRO

Ing. CALANCIO FRANCISCO ROSALES SÁNCHEZ

SEGUNDO MIEMBRO  
Mag. LUIS TEODOSIO JAVIER CABANA

ASESOR  
Mag. OSCAR FREDY ALVA VILLACORTA

CO - ASESOR

SUSTENTANTE

OCHOA CADILLO MIGUEL ANGEL



NOMBRE DEL TRABAJO

**Tesis Final - Miguel Angel Ochoa Cadillo.  
pdf**

AUTOR

**MIGUEL ANGEL OCHOA CADILLO**

RECUENTO DE PALABRAS

**25933 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**126540 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**165 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**6.5MB**

FECHA DE ENTREGA

**Mar 8, 2023 12:01 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Mar 8, 2023 12:03 AM GMT-5****● 10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

## DEDICATORIA

*A mis padres Camilo y Ligia, por haberme forjado como la persona que soy hoy en día y por su apoyo incondicional en los buenos y malos momentos que con esfuerzo me permitieron estudiar una carrera profesional, a ellos que muchas veces sacrificaron todo por verme culminar mi carrera.*

*Finalmente, esta tesis la dedico a Dios por permitirme concluir mi tesis para que mi papá allá en el cielo se sienta orgulloso de mí.*



## AGRADECIMIENTOS

Agradecer el apoyo del Ing. Fredy Alva Villacorta por su tiempo, aporte y apoyo incondicional como mi asesor de tesis durante la etapa de elaboración de mi tesis. A los miembros del jurado evaluador por su tiempo y dedicación para poder concluir mi tesis con satisfacción.

Al Ing. Rolin Mendoza Caushi por darme la oportunidad y las facilidades necesarias durante el trabajo de campo en la elaboración de mi plan de tesis.

A mis amigos y docentes de la facultad que me apoyaron y brindaron sus conocimientos.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xv
RESUMEN .....	xix
ABSTRACT.....	xx
INTRODUCCIÓN .....	xxi
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Situación Problemática.....	1
1.2. Formulación del Problema .....	3
1.2.1. Problema General.....	3
1.2.2. Problemas Específicos. ....	3
1.3. Objetivos de la Tesis .....	4
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4. Justificación .....	4
1.5. Hipótesis.....	5
1.5.1. Hipótesis General.....	5
1.5.2. Hipótesis Específicos.....	5
1.6. Variables .....	5
1.6.1. Variables Independientes.....	5
1.6.2. Variable Dependiente.....	5

1.7. Cuadro de operacionalización de variables .....	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. Marco Teórico.....	7
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	7
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	7
2.2. Marco Conceptual.....	9
2.2.1. Precisión Topográfica. ....	9
2.2.2. Dimensiones e Indicadores. ....	10
a) Medidas de tendencia central.....	10
b) Media aritmética.....	10
c) Moda.....	10
d) Mediana.....	11
e) Porcentaje de error. ....	11
2.2.3. Confiabilidad topográfica .....	13
2.2.4. Dimensiones e Indicadores. ....	14
a) Medidas de dispersión.....	14
b) Distribución Normal.....	15
c) Desviación estándar. ....	16
d) Varianza.....	16
e) Rango.....	17
2.3. Definición De Términos .....	17
2.3.1. Topografía.....	17
2.3.2. Levantamiento topográfico. ....	17
2.3.3. Estación Total. ....	18
2.3.4. Fotogrametría.....	19
2.3.5. GPS Diferencial. ....	19
2.3.6. Dron o RPA (Remotely Piloted Aircraft). ....	19
2.3.7. Valor Más Probable. ....	20
2.3.8. Comprobaciones. ....	20
2.3.9. Tolerancia. ....	20

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
3.1. <i>Perspectiva Metodológica</i> .....	21
3.2. <i>Tipo De Investigación</i> .....	21
3.2.1. Según el Enfoque. ....	21
3.2.2. Según la Orientación.....	21
3.2.3. Según su Alcance.....	22
3.2.4. Según el tipo de fuente de recolección de datos. ....	22
3.3. <i>Diseño de la Investigación</i> .....	22
3.4. <i>Límites de la Investigación</i> .....	23
3.5. <i>Contexto</i> .....	23
3.6. <i>Unidad de Análisis: Población y Muestra</i> .....	25
3.7. <i>Recolección, procesamiento, análisis e interpretación de la información.</i> .....	25
3.7.1. Recolección de la información.....	25
a) <i>Fuente de obtención de datos:</i> .....	25
b) <i>Localización de la fuente:</i> .....	26
c) <i>Metodología de recolección de datos:</i> .....	26
d) <i>Instrumentos de recolección de la información:</i> .....	26
e) <i>Descripción del procedimiento para la recolección de la información:</i> .....	26
3.7.2. Procesamiento y análisis de datos.....	27
a) <i>Técnicas de procesamiento y análisis de datos:</i> .....	27
b) <i>Herramientas para el procesamiento de la información:</i> .....	28
3.8. <i>Procedimiento de recolección de datos.</i> .....	28
3.8.1. Recolección de datos con estación total: .....	28
a) <i>Reconocimiento del terreno y plan de trabajo:</i> .....	28
b) <i>Trabajo de campo:</i> .....	30
c) <i>Trabajo en gabinete:</i> .....	36
d) <i>Datos obtenidos:</i> .....	40
3.8.2. Recolección de datos con dron: .....	46
a) <i>Reconocimiento del terreno y plan de trabajo:</i> .....	46

b) <i>Trabajo de campo:</i> .....	47
c) <i>Trabajo en gabinete:</i> .....	57
d) <i>Datos obtenidos:</i> .....	70
3.8.3. <i>Recolección de datos con gps diferencial:</i> .....	77
a) <i>Reconocimiento del terreno y plan de trabajo:</i> .....	77
b) <i>Trabajo de campo:</i> .....	78
c) <i>Trabajo en gabinete:</i> .....	87
d) <i>Datos obtenidos:</i> .....	91
3.9. <i>Análisis de datos</i> .....	97
3.9.1. <i>Discrepancia de la medida topográfica:</i> .....	97
a) <i>Elevación del tanque</i> .....	97
b) <i>Elevación de la vereda</i> .....	98
c) <i>Coordenadas de poste</i> .....	99
d) <i>Longitud de arco de fútbol</i> .....	101
e) <i>Longitud de los servicios higiénicos</i> .....	102
f) <i>Coordenadas de puerta oriente</i> .....	103
g) <i>Coordenadas de puerta occidente</i> .....	105
h) <i>Coordenadas de la caseta</i> .....	107
i) <i>Coordenadas de los servicios higiénicos</i> .....	109
3.9.2. <i>Porcentaje de error:</i> .....	111
a) <i>Elevación del tanque</i> .....	112
b) <i>Elevación de la vereda</i> .....	113
c) <i>Coordenadas de poste</i> .....	114
d) <i>Longitud de arco de fútbol</i> .....	116
e) <i>Longitud de los servicios higiénicos</i> .....	117
f) <i>Coordenadas de puerta oriente</i> .....	118
g) <i>Coordenadas de puerta occidente</i> .....	120
h) <i>Coordenadas de la caseta</i> .....	122
i) <i>Coordenadas de los servicios higiénicos</i> .....	124
3.9.3. <i>Análisis de la magnitud de la confiabilidad del resultado</i> .....	126
a) <i>Elevación del tanque</i> .....	126

b) Elevación de la vereda .....	127
c) Coordenadas de poste .....	128
d) Longitud de arco de fútbol.....	130
e) Longitud de los servicios higiénicos.....	131
f) Coordenadas de puerta oriente .....	132
g) Coordenadas de puerta occidente .....	134
h) Coordenadas de la caseta.....	136
i) Coordenadas de los servicios higiénicos.....	138
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	140
4.1. Resumen de los análisis de la confiabilidad topográfica.....	140
4.1.1. Confiabilidad topográfica en medidas de elevación: .....	140
4.1.2. Confiabilidad topográfica en medidas de coordenadas: .....	140
4.1.3. Confiabilidad topográfica en medidas de longitudes:.....	140
4.2. Resumen de los porcentajes de error de la precisión topográfica.....	141
4.2.1. Porcentaje de error de la precisión topográfica en medidas de elevación: .....	141
4.2.2. Porcentaje de error de la precisión topográfica en medidas de coordenadas:.....	141
4.2.3. Porcentaje de error de la precisión topográfica en medidas de longitud: .....	142
4.3. Resumen de la desviación estándar de la precisión topográfica.....	143
4.3.1. Desviación estándar de la precisión topográfica en medidas de elevación: .....	143
4.3.2. Desviación estándar de la precisión topográfica en medidas de coordenadas:.....	143
4.3.3. Desviación estándar de la precisión topográfica en medidas de longitud: .....	143
4.4. Resumen del rango de la magnitud de la precisión topográfica.....	143
4.4.1. Rango de la magnitud de la precisión topográfica en medidas de elevación: .....	143
4.4.2. Rango de la magnitud de la precisión topográfica en medidas de coordenadas:..	143
4.4.3. Rango de la magnitud de la precisión topográfica en medidas de longitud: .....	143
4.5. Contrastación de la hipótesis.....	144
4.5.1. Contrastación de la hipótesis general.....	144
4.5.2. Contrastación de la hipótesis específica .....	145
a) Hipótesis específica 01:.....	145



b) <i>Hipótesis específica 02:</i> .....	146
c) <i>Hipótesis específica 03:</i> .....	150
4.6. <i>Discusión del resultado</i> .....	152
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	156
5.1. <i>Conclusiones</i> .....	156
5.2. <i>Recomendaciones</i> .....	157
CAPITULO VI: REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA Y ANEXOS.....	159
6.1. <i>Referencia Bibliográfica</i> .....	159
ANEXOS .....	161
7.1. <i>Matriz De Consistencia</i> .....	161
7.2. <i>Certificado de calibración de estación total</i> .....	164
7.3. <i>Certificado de calibración de dron</i> .....	165
7.4. <i>Certificado de calibración de GPS diferencial</i> .....	166
7.5. <i>Certificado del operador de estación total</i> .....	167
7.6. <i>Certificado del operador de dron</i> .....	168
7.7. <i>Certificado del operador de GPS diferencial</i> .....	169
7.8. <i>Carta de aceptación para la elaboración de levantamiento topográfico en el estadio     Huachenca – Jangas.</i> .....	170
7.9. <i>Ficha de plan de vuelo con Dron</i> .....	171
7.10. <i>Ficha de plan de vuelo con Estación total</i> .....	172
7.11. <i>Ficha de plan de vuelo con GPS diferencial</i> .....	173
7.12. <i>Datos de procesamiento con estación total</i> .....	174
7.13. <i>Datos de procesamiento con dron</i> .....	174
7.14. <i>Datos de procesamiento con gps diferencial</i> .....	174

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Reporte de obras paralizadas.....	2
<b>Figura 2:</b> Campana de Gauss .....	16
<b>Figura 3:</b> Vista satelital del estadio Huachenca.....	24
<b>Figura 4:</b> Estadio Huachenca ubicado en el distrito de Jangas.....	24
<b>Figura 5:</b> Reconocimiento de terreno y plan de trabajo.....	29
<b>Figura 6:</b> Reconocimiento de estructuras existentes en el área de estudio.....	29
<b>Figura 7:</b> Materiales y equipos usados para la recolección de datos con estación total.....	30
<b>Figura 8:</b> Punto de estación definido por el testista.....	31
<b>Figura 9:</b> Colocación del trípode.....	32
<b>Figura 10:</b> Fijación del trípode.....	32
<b>Figura 11:</b> Ubicación del punto de estación.....	33
<b>Figura 12:</b> Bisecar plomada óptica con punto de estación.....	33
<b>Figura 13:</b> Nivelación del nivel esférico.....	34
<b>Figura 14:</b> Nivelado y bisecado de estación total.....	34
<b>Figura 15:</b> Verificación de la altura del porta prisma.....	35
<b>Figura 16:</b> Recolección de datos con estación total.....	35
<b>Figura 17:</b> Procedimiento para la importación de puntos – estación total.....	37
<b>Figura 18:</b> Importación de puntos en el AutoCAD civil 3d – estación total.....	38
<b>Figura 19:</b> Puntos en el AutoCAD civil 3d – estación total.....	38
<b>Figura 20:</b> Levantamiento topográfico en el AutoCAD civil 3d – estación total.....	39
<b>Figura 21:</b> Gráfico comparativo de la elevación de tanque con estación total.....	40
<b>Figura 22:</b> Gráfico comparativo de elevación de vereda con estación total.....	41
<b>Figura 23:</b> Gráfico comparativo de longitud de arco de fútbol con estación total.....	43
<b>Figura 24:</b> Gráfico comparativo de longitud de SSHH con estación total.....	44
<b>Figura 25:</b> Materiales y equipos usados para la recolección de datos con dron.....	48
<b>Figura 26:</b> Colocación del trípode del dron.....	48
<b>Figura 27:</b> Nivelación del nivel esférico del dron.....	49
<b>Figura 28:</b> Nivelación del nivel esférico del D-RTK 2.....	49
<b>Figura 29:</b> Trípode y D-RTK 2 nivelado.....	50
<b>Figura 30:</b> Instalación de las hélices de la aeronave.....	50

<b>Figura 31:</b> <i>Pantalla de inicio de control de dron.</i> .....	51
<b>Figura 32:</b> <i>Vista de la opción PLAN del dron.</i> .....	51
<b>Figura 33:</b> <i>Opciones del RTK settings.</i> .....	52
<b>Figura 34:</b> <i>Vinculación de control con D-RTK 2.</i> .....	52
<b>Figura 35:</b> <i>Vinculación de D-RTK 2.</i> .....	53
<b>Figura 36:</b> <i>Vinculación del control y la aeronave.</i> .....	53
<b>Figura 37:</b> <i>Vinculación de la aeronave.</i> .....	54
<b>Figura 38:</b> <i>Polígono del área de trabajo.</i> .....	54
<b>Figura 39:</b> <i>Opciones para el plan de vuelo.</i> .....	55
<b>Figura 40:</b> <i>Mensaje previo al vuelo.</i> .....	55
<b>Figura 41:</b> <i>Orden de inicio de vuelo.</i> .....	56
<b>Figura 42:</b> <i>Inicio de vuelo.</i> .....	56
<b>Figura 43:</b> <i>Recolección de datos con dron.</i> .....	57
<b>Figura 44:</b> <i>Descarga de las fotos tomados por la aeronave en la PC.</i> .....	58
<b>Figura 45:</b> <i>Importación de fotografía en el programa.</i> .....	58
<b>Figura 46:</b> <i>Precisión del levantamiento topográfico con dron.</i> .....	59
<b>Figura 47:</b> <i>Ajustes de la precisión de fotocentro.</i> .....	59
<b>Figura 48:</b> <i>Conversión de referencia.</i> .....	60
<b>Figura 49:</b> <i>Fotografías en coordenadas UTM WGS84.</i> .....	60
<b>Figura 50:</b> <i>Conversión de referencia.</i> .....	61
<b>Figura 51:</b> <i>Precisión de la orientación de fotografías.</i> .....	61
<b>Figura 52:</b> <i>Creación de nube de puntos.</i> .....	62
<b>Figura 53:</b> <i>Creación de malla.</i> .....	62
<b>Figura 54:</b> <i>Vista de nube de puntos densa.</i> .....	63
<b>Figura 55:</b> <i>Vista de malla.</i> .....	63
<b>Figura 56:</b> <i>Creación del modelo digital de elevaciones.</i> .....	64
<b>Figura 57:</b> <i>Modelo digital de elevaciones.</i> .....	64
<b>Figura 58:</b> <i>Creación del ortomosaico.</i> .....	65
<b>Figura 59:</b> <i>Ortomosaico.</i> .....	65
<b>Figura 60:</b> <i>Creación de curvas de nivel.</i> .....	66
<b>Figura 61:</b> <i>Exportación de curvas de nivel.</i> .....	66

<b>Figura 62:</b> <i>Archivo DXF exportado.</i> .....	67
<b>Figura 63:</b> <i>Curvas de nivel obtenidos con dron.</i> .....	67
<b>Figura 64:</b> <i>Levantamiento topográfico con dron.</i> .....	68
<b>Figura 65:</b> <i>Procedimiento para la importación de puntos – dron.</i> .....	69
<b>Figura 66:</b> <i>Creación de un punto topográfico de forma manual.</i> .....	69
<b>Figura 67:</b> <i>Configuración de la cota del punto creado.</i> .....	70
<b>Figura 68:</b> <i>Gráfico comparativo de elevación de tanque con dron.</i> .....	71
<b>Figura 69:</b> <i>Gráfico comparativo de elevación de vereda con dron.</i> .....	72
<b>Figura 70:</b> <i>Gráfico comparativo de longitud de arco de fútbol con dron.</i> .....	73
<b>Figura 71:</b> <i>Gráfico comparativo de longitud de SSHH con dron.</i> .....	74
<b>Figura 72:</b> <i>Materiales y equipos usados para la recolección de datos con gps diferencial.</i> .....	78
<b>Figura 73:</b> <i>Colocación del trípode del gps diferencial.</i> .....	79
<b>Figura 74:</b> <i>Colocación del soporte del trípode y base del gps diferencial.</i> .....	79
<b>Figura 75:</b> <i>Colocación del bastón de la base del gps diferencial.</i> .....	80
<b>Figura 76:</b> <i>Calado de ojo de pollo de trípode de gps diferencial.</i> .....	81
<b>Figura 77:</b> <i>Trípode y base gnss estacionadas.</i> .....	81
<b>Figura 78:</b> <i>Colocación de la radio antena del gps diferencial.</i> .....	82
<b>Figura 79:</b> <i>Colocación de la base de soporte de la antena del gps diferencial.</i> .....	82
<b>Figura 80:</b> <i>Colocación de la antena del gps diferencial.</i> .....	83
<b>Figura 81:</b> <i>Gps diferencial armado.</i> .....	83
<b>Figura 82:</b> <i>Creación de trabajo nuevo con GPS diferencial.</i> .....	84
<b>Figura 83:</b> <i>Configuración del sistema de coordenadas y unidades.</i> .....	85
<b>Figura 84:</b> <i>Medición de la altura de la base de GPS diferencial.</i> .....	85
<b>Figura 85:</b> <i>Vista panorámica con GPS diferencial.</i> .....	86
<b>Figura 86:</b> <i>Recolección de datos con GPS diferencial.</i> .....	86
<b>Figura 87:</b> <i>Procedimiento para la importación de puntos – gps diferencial.</i> .....	88
<b>Figura 88:</b> <i>Importación de puntos en el AutoCAD civil 3d – gps diferencial.</i> .....	89
<b>Figura 89:</b> <i>Puntos en el AutoCAD civil 3d – gps diferencial.</i> .....	89
<b>Figura 90:</b> <i>Levantamiento topográfico en el AutoCAD civil 3d – estación total.</i> .....	90
<b>Figura 91:</b> <i>Gráfico comparativo de elevación de tanque con gps diferencial.</i> .....	91
<b>Figura 92:</b> <i>Gráfico comparativo de elevación de vereda con gps diferencial.</i> .....	92

<b>Figura 93:</b> Gráfico comparativo de longitud de arco de fútbol con gps diferencial. ....	94
<b>Figura 94:</b> Gráfico comparativo de longitud de SSHH con gps diferencial. ....	95
<b>Figura 95:</b> Gráfico comparativo de la desviación estándar de la elevación del tanque. ....	98
<b>Figura 96:</b> Gráfico comparativo de la desviación estándar de la elevación de la vereda. ....	99
<b>Figura 97:</b> Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de poste – coordenada este. ....	100
<b>Figura 98:</b> Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de poste – coordenada norte. ....	101
<b>Figura 99:</b> Gráfico comparativo de la desviación estándar de la longitud del arco de fútbol. ..	102
<b>Figura 100:</b> Gráfico comparativo de la desviación estándar de la longitud de los servicios higiénicos. ....	103
<b>Figura 101:</b> Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de puerta oriente – coordenada este. ....	104
<b>Figura 102:</b> Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de puerta oriente – coordenada norte. ....	105
<b>Figura 103:</b> Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de puerta occidente – coordenada este. ....	106
<b>Figura 104:</b> Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de puerta occidente – coordenada norte. ....	107
<b>Figura 105:</b> Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de la caseta – coordenada este. ....	108
<b>Figura 106:</b> Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de la caseta – coordenada norte. ....	109
<b>Figura 107:</b> Gráfico comparativo de la desviación estándar de los servicios higiénicos – coordenada este. ....	110
<b>Figura 108:</b> Gráfico comparativo de la desviación estándar de los servicios higiénicos – coordenada norte. ....	111
<b>Figura 109:</b> Gráfico comparativo de la dispersión de la elevación del tanque. ....	112
<b>Figura 110:</b> Gráfico comparativo de la dispersión de la elevación de la vereda. ....	113
<b>Figura 111:</b> Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas del poste – este. ....	114
<b>Figura 112:</b> Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas del poste – norte. ....	115

<b>Figura 113:</b> Gráfico comparativo de la dispersión de la longitud de arco de fútbol. ....	116
<b>Figura 114:</b> Gráfico comparativo de la dispersión de la longitud de los servicios higiénicos. .	117
<b>Figura 115:</b> Gráfico comparativo de la dispersión de la puerta de oriente – este.....	118
<b>Figura 116:</b> Gráfico comparativo de la dispersión de la puerta de oriente – norte.....	119
<b>Figura 117:</b> Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas de la puerta de occidente – este. ....	120
<b>Figura 118:</b> Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas de la puerta de occidente – norte. ....	121
<b>Figura 119:</b> Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas de la caseta – este. ....	122
<b>Figura 120:</b> Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas de la caseta – norte. ....	123
<b>Figura 121:</b> Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas de los SSHH – este. ....	124
<b>Figura 122:</b> Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas de los SSHH – norte. ..	125
<b>Figura 123:</b> Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de la elevación del tanque. ....	126
<b>Figura 124:</b> Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de la elevación de la vereda. ....	127
<b>Figura 125:</b> Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas del poste - este. ....	128
<b>Figura 126:</b> Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas del poste - norte. ....	129
<b>Figura 127:</b> Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de la longitud de arco. ..	130
<b>Figura 128:</b> Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de la longitud de servicios higiénicos. ....	131
<b>Figura 129:</b> Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas de la puerta oriente - este. ....	132
<b>Figura 130:</b> Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas de la puerta oriente - norte. ....	133
<b>Figura 131:</b> Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas de la puerta occidente - este. ....	134
<b>Figura 132:</b> Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas de la puerta occidente - norte. ....	135



<b>Figura 133:</b> Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas de la caseta - este. ....	136
<b>Figura 134:</b> Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas de la caseta - norte. ....	137
<b>Figura 135:</b> Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de los servicios higiénicos - este. ....	138
<b>Figura 136:</b> Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de los servicios higiénicos - norte. ....	139
<b>Figura 137:</b> Gráfico de probabilidad de normalidad de muestras de elevación. ....	148
<b>Figura 138:</b> Gráfico de probabilidad de normalidad de muestras de coordenadas.....	149
<b>Figura 139:</b> Gráfico de probabilidad de normalidad de muestras de longitudes. ....	149

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Magnitud de la confiabilidad por C. Ruiz .....	13
<b>Tabla 2:</b> Magnitud de la confiabilidad por Sierra Bravo .....	14
<b>Tabla 3:</b> Magnitud de la confiabilidad por Pallella y Martins .....	14
<b>Tabla 4:</b> Descripción de los puntos – estación total.....	36
<b>Tabla 5:</b> Datos obtenidos de la elevación de tanque de agua – estación total. ....	40
<b>Tabla 6:</b> Datos obtenidos de elevación de vereda – estación total.....	41
<b>Tabla 7:</b> Datos obtenidos de coordenadas de poste – estación total. ....	42
<b>Tabla 8:</b> Datos obtenidos de longitud de arco de fútbol – estación total. ....	42
<b>Tabla 9:</b> Datos obtenidos de longitud perimetral de los SSHH – estación total.....	43
<b>Tabla 10:</b> Datos obtenidos de coordenadas de puerta de oriente – estación total.....	44
<b>Tabla 11:</b> Datos obtenidos de coordenadas de puerta de occidente – estación total. ....	45
<b>Tabla 12:</b> Datos obtenidos de coordenadas de la caseta – estación total.....	45
<b>Tabla 13:</b> Datos obtenidos de coordenadas de los SSHH – estación total.....	46
<b>Tabla 14:</b> Datos obtenidos de elevación de tanque de agua – dron. ....	70
<b>Tabla 15:</b> Datos obtenidos de elevación de vereda – dron. ....	71
<b>Tabla 16:</b> Datos obtenidos de coordenadas de poste – dron.....	72
<b>Tabla 17:</b> Datos obtenidos de longitud de arco de fútbol – dron.....	73
<b>Tabla 18:</b> Datos obtenidos de longitud perimetral de los SSHH – dron.....	74
<b>Tabla 19:</b> Datos obtenidos de coordenadas de puerta de oriente – dron.....	75
<b>Tabla 20:</b> Datos obtenidos de coordenadas de puerta de occidente – dron. ....	75
<b>Tabla 21:</b> Datos obtenidos de coordenadas de la caseta – dron.....	76
<b>Tabla 22:</b> Datos obtenidos de coordenadas de los SSHH – dron.....	76
<b>Tabla 23:</b> Descripción de los puntos – gps diferencial. ....	87
<b>Tabla 24:</b> Datos obtenidos de elevación de tanque de agua – gps diferencial.....	91
<b>Tabla 25:</b> Datos obtenidos de elevación de vereda – gps diferencial. ....	92
<b>Tabla 26:</b> Datos obtenidos de coordenadas de poste – gps diferencial.....	93
<b>Tabla 27:</b> Datos obtenidos de longitud de arco de fútbol – gps diferencial.....	93
<b>Tabla 28:</b> Datos obtenidos de longitud perimetral de los SSHH – gps diferencial. ....	94
<b>Tabla 29:</b> Datos obtenidos de coordenadas de puerta de oriente – gps diferencial. ....	95
<b>Tabla 30:</b> Datos obtenidos de coordenadas de puerta de occidente – gps diferencial. ....	96

<b>Tabla 31:</b> Datos obtenidos de coordenadas de la caseta – gps diferencial. ....	96
<b>Tabla 32:</b> Datos obtenidos de coordenadas de los SSHH – gps diferencial. ....	97
<b>Tabla 33:</b> Discrepancia de las medidas de la elevación del tanque. ....	97
<b>Tabla 34:</b> Discrepancia de las medidas de la elevación de la vereda. ....	98
<b>Tabla 35:</b> Discrepancia de las medidas de las coordenadas de poste – coordenada este.....	99
<b>Tabla 36:</b> Discrepancia de las coordenadas de poste – coordenada norte. ....	100
<b>Tabla 37:</b> Discrepancia de las medidas de la longitud del arco de fútbol.....	101
<b>Tabla 38:</b> Discrepancia de las medidas de la longitud de los servicios higiénicos.....	102
<b>Tabla 39:</b> Discrepancia de las medidas de las coordenadas de puerta oriente – coordenada este. .....	103
<b>Tabla 40:</b> Discrepancia de las medidas de las coordenadas de puerta oriente – coordenada norte. .....	104
<b>Tabla 41:</b> Discrepancia de las medidas de las coordenadas de puerta occidente – coordenada este. .....	105
<b>Tabla 42:</b> Discrepancia de las medidas de las coordenadas de puerta occidente – coordenada norte. .....	106
<b>Tabla 43:</b> Discrepancia de las medidas de las coordenadas de la caseta – coordenada este. ....	107
<b>Tabla 44:</b> Discrepancia de las medidas de las coordenadas de la caseta – coordenada norte. ..	108
<b>Tabla 45:</b> Discrepancia de las medidas de las coordenadas de los servicios higiénicos – coordenada este.....	109
<b>Tabla 46:</b> Discrepancia de las medidas de las coordenadas de los servicios higiénicos – coordenada norte.....	110
<b>Tabla 47:</b> Porcentaje de error de las medidas de la elevación del tanque.....	112
<b>Tabla 48:</b> Porcentaje de error de las medidas de la elevación de la vereda. ....	113
<b>Tabla 49:</b> Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas del poste – este. ....	114
<b>Tabla 50:</b> Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas del poste – norte. ....	115
<b>Tabla 51:</b> Porcentaje de error de las medidas de la longitud de arco de fútbol. ....	116
<b>Tabla 52:</b> Porcentaje de error de las medidas de la longitud de los servicios higiénicos. ....	117
<b>Tabla 53:</b> Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de la puerta de oriente – este. .....	118

<b>Tabla 54:</b> Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de la puerta de oriente – norte. .....	119
<b>Tabla 55:</b> Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de la puerta de occidente – este. .....	120
<b>Tabla 56:</b> Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de la puerta de occidente – norte. .....	121
<b>Tabla 57:</b> Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de la caseta – este. ....	122
<b>Tabla 58:</b> Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de la caseta – norte. ....	123
<b>Tabla 59:</b> Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de los SSHH – este. ....	124
<b>Tabla 60:</b> Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de los SSHH – norte. ....	125
<b>Tabla 61:</b> Confiabilidad del resultado de las medidas de la elevación del tanque.....	126
<b>Tabla 62:</b> Confiabilidad del resultado de las medidas de la elevación de la vereda.....	127
<b>Tabla 63:</b> Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas del poste - este. ....	128
<b>Tabla 64:</b> Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas del poste - norte. ....	129
<b>Tabla 65:</b> Confiabilidad del resultado de las medidas de la longitud de arco. ....	130
<b>Tabla 66:</b> Confiabilidad del resultado de las medidas de la longitud de servicios higiénicos...	131
<b>Tabla 67:</b> Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de la puerta oriente – este. ....	132
<b>Tabla 68:</b> Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de la puerta oriente – norte. ....	133
<b>Tabla 69:</b> Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de la puerta occidente – este. ....	134
<b>Tabla 70:</b> Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de la puerta occidente – norte. ....	135
<b>Tabla 71:</b> Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de la caseta – este. .	136
<b>Tabla 72:</b> Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de la caseta – norte.	137
<b>Tabla 73:</b> Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de los servicios higiénicos – este.....	138
<b>Tabla 74:</b> Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de los servicios higiénicos – norte.....	139
<b>Tabla 75:</b> Desviación estándar de las medidas topográficas.....	147

<b>Tabla 76:</b> Magnitud de confiabilidad de las medidas topográficas en elevación. ....	151
<b>Tabla 77:</b> Magnitud de confiabilidad de las medidas topográficas en coordenadas.....	151
<b>Tabla 78:</b> Magnitud de confiabilidad de las medidas topográficas en longitud. ....	152
<b>Tabla 79:</b> Matriz de consistencia. ....	161



## RESUMEN

La presente investigación se enfoca en determinar la precisión en el levantamiento topográfico con estación total, dron y gps diferencial y determinar su grado de confiabilidad, y así poder darle un valor agregado para su correcto uso a fin de obtener valores precisos, confiables y coherentes.

La investigación fue elaborada por el método inductivo con enfoque cuantitativo de orientación aplicada y prolectivo. El tipo de investigación es correlacional y de nivel explicativo; diseño cuasi experimental, prospectiva y longitudinal. El procesamiento y análisis de datos se realizó mediante el análisis descriptivo y la contrastación de la hipótesis mediante la prueba de normalidad.

Los análisis se realizaron para tres equipos topográficos como son la estación total, dron y gps diferencial (en modo RTK) obteniéndose que la estación total posee un porcentaje de error máximo de  $\pm 0.08$  m, una desviación estándar promedio de  $\pm 0.053$  y una magnitud de fiabilidad de 0.60 a 1.00, el dron obtuvo como resultados un porcentaje de error máximo de  $\pm 1.27$  m, una desviación estándar promedio de  $\pm 0.52$  y una magnitud de fiabilidad de 0.10 a 1.00 y el gps diferencial obtuvo como resultados un porcentaje de error máximo de  $\pm 0.96$  m, una desviación estándar promedio de  $\pm 0.68$  y una magnitud de fiabilidad de 0.10 a 0.80.

Finalmente se concluyó que la estación total posee mayor grado de precisión topográfico y por ende mayor grado de confiabilidad, satisfaciendo en gran medida su uso para levantamientos topográficos con precisión.

**Palabras Claves:** topografía, levantamiento topográfico, estación total, fotogrametría, gps diferencial, dron o RPA y tolerancia.



## ABSTRACT

The present research is focused on determining the accuracy in the topographic survey with total station, drone and differential gps and to determine its degree of reliability, and thus to be able to give an added value for its correct use in order to obtain accurate, reliable and consistent values.

The research was elaborated by the inductive method with quantitative approach of applied and projective orientation. The type of research is correlational and of explanatory level; quasi-experimental design, prospective and longitudinal. Data processing and analysis was performed by descriptive analysis and hypothesis testing by means of the normality test.

The analyses were carried out for three topographic equipment such as the total station, drone and differential gps (in RTK mode) obtaining that the total station has a maximum error percentage of  $\pm 0.08$  m, an average standard deviation of  $\pm 0.053$  and a reliability magnitude of 0.60 to 1.00, the drone obtained as results a maximum error percentage of  $\pm 1.27$  m, an average standard deviation of  $\pm 0.52$  and a reliability magnitude of 0.10 to 1.00 and the differential gps obtained as results a maximum error percentage of  $\pm 0.96$  m, an average standard deviation of  $\pm 0.68$  and a reliability magnitude of 0.10 to 0.80.

Finally, it was concluded that the total station has a higher degree of topographic accuracy and therefore a higher degree of reliability, satisfying to a great extent its use for accurate topographic surveys.

Key words: topography, topographic survey, total station, photogrammetry, differential gps, drone or RPA and tolerance.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se han presentado avances tecnológicos para realizar levantamientos topográficos que permiten optimizar y simplificar muchos trabajos dentro de la carrera profesional del ingeniero civil, esta revolución tecnológica ha abierto nuevas posibilidades y retos a los profesionales del futuro. Sin embargo, el mal uso y las limitaciones propias de los equipos causan resultados bajos en su precisión reduciéndose significativamente la confiabilidad del proceso topográfico realizado.

Es por ello que, la presente tesis se enfoca en determinar el grado de precisión con tres equipos topográficos diferentes (estación total, dron y gps diferencial) y poder medir el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico, debido a que en la actualidad estos equipos topográficos son los más usados en la región y el mal uso de estos equipos está causando diseños irreales, presupuestos inexactos y la ejecución se ve perjudicada causando perjuicios económicos y paralizaciones. Por tal motivo la presente investigación es realizada con el propósito de determinar el equipo más confiable en los levantamientos topográficos, y evitar el mal uso de los mismos.

La presente investigación se compone de siete capítulos, siendo el capítulo I el planteamiento de la investigación, capítulo II el marco teórico, capítulo III la metodología de la investigación, capítulo IV los resultados y su respectiva discusión, capítulo V las conclusiones y recomendaciones, el capítulo VI las referencias bibliográficas y el capítulo VII los anexos.

En el capítulo I se enuncia los antecedentes, características y la formulación del problema, conteniendo además el argumento fundamental por el cual se realiza la investigación y estableciendo los objetivos, las variables y sus hipótesis.

En el capítulo II se presenta las investigaciones, las teorías y las conclusiones sobre el tema de la investigación, del mismo modo se precisa la postura del tesista. Así mismo se conceptualiza algunos términos y conceptos que se utilizarán en la investigación.

En el capítulo III contiene la descripción y argumentación de las principales metodologías adoptadas de acuerdo al tema de investigación del presente estudio. Definiéndose el tipo y diseño de la investigación, la población y la muestra, las técnicas de recopilación de datos y el procesamiento de la información.

En el capítulo IV se analiza y se discute los resultados obtenidos, con la finalidad de contrastar las hipótesis planteadas.

En el capítulo V se hace un análisis final de la investigación describiendo la conclusión final a la cual se llegó con la presente investigación y planteándose recomendaciones finales.

En el capítulo VI y VI se adjunta las referencias bibliográficas utilizadas para la investigación, certificados de operatividad de los equipos y la matriz de consistencia.

## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

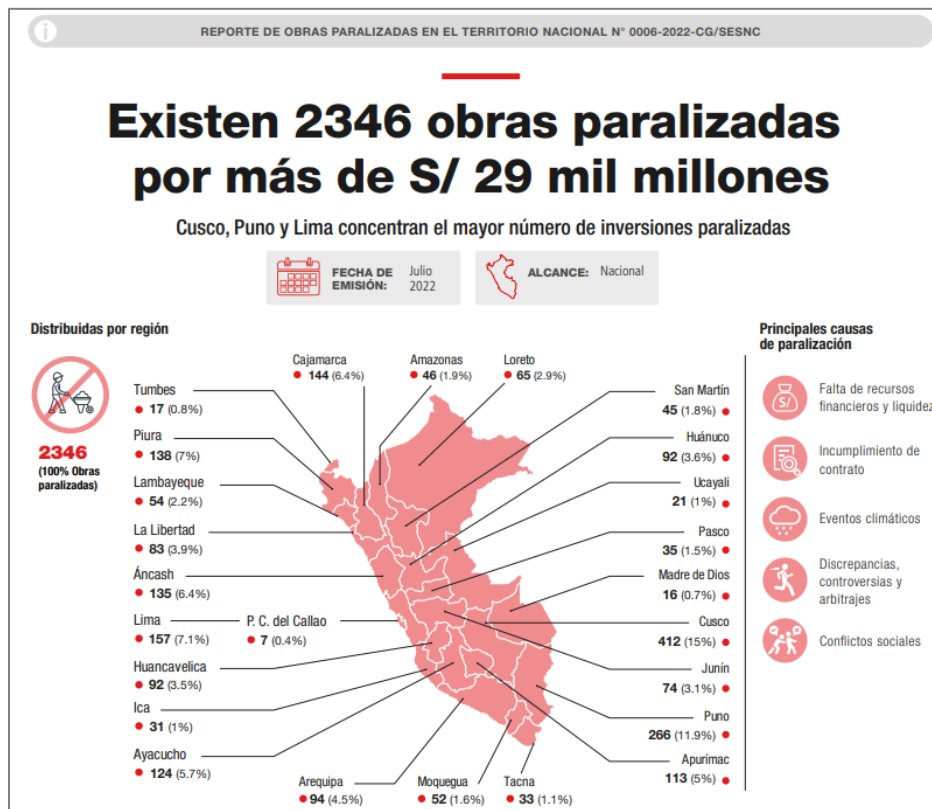
### 1.1. Situación Problemática

El levantamiento topográfico, en la ingeniería civil, es uno de los procesos fundamentales para el diseño y ejecución de infraestructuras civiles, a través, de la cual se representa bidimensionalmente la topografía del terreno, obteniéndose a través de él datos esenciales como las coordenadas, alturas, áreas, longitudes, desniveles, estructuras existentes, entre otras. La cuales son fundamentales a la hora de diseñar y ejecutar cualquier obra civil.

Desde épocas inmemorables, a través de diversas culturas, el hombre practicaba artesanalmente el levantamiento topográfico con la ayuda de cordeles, estacas de madera y medidas empíricas, sin embargo, en las últimas décadas se han presentado avances tecnológicos que permiten optimizar y simplificar el proceso de los levantamientos topográficos. Entre estos nuevos avances tecnológicos, se destacan la Estación Total, el GPS Diferencial y el Dron, los cuales a pesar de ser un gran avance tecnológico que permiten optimizar el costo, tiempo y calidad de los levantamientos topográficos; el mal uso y las limitaciones propias de los equipos causan resultados bajos en su precisión reduciéndose significativamente la confiabilidad del proceso realizado, por ende, causa diseños irreales, presupuestos inexactos y la ejecución se ve perjudicada causando perjuicios económicos y paralizaciones.

La contraloría general de la república, a través de su nota de prensa N° 871-2022 CG/GCOC, informo que existen más de 2,346 obras públicas paralizadas por más de S/29 mil millones de soles y entre las principales causas de paralización se encuentran la falta de recursos financieros y liquidez, incumplimiento de contrato, eventos climáticos, discrepancias y controversias y arbitrajes, y finalmente los conflictos sociales.

**Figura 1:** Reporte de obras paralizadas



Fuente. Tomado de la contraloría general de la república, 2022, <https://cdn.www.gob.pe>

Debido a las inconsistencias y discrepancias entre el terreno y el estudio definitivo, debido a malos levantamientos topográficos, muchas entidades locales, regionales y nacionales se ven en la obligación a replantear dichos estudios y en muchos casos existiendo la necesidad de un adicional de obra para cumplir con las metas del expediente técnico, sin embargo, muchas de estas entidades carecen de los recursos necesarios, o estos cambios producen conflictos sociales, ampliaciones de plazos con lo cual muchas obras se ven paralizadas.

A nivel local en el distrito de Jangas diversas obras de envergadura tuvieron problemas durante el replanteo del expediente técnico, uno de ellos es el proyecto denominado “Creación de la defensa ribereña en el margen izquierdo del puente Jangas hasta la captación canal Chancarmayo, distrito de Jangas - provincia de Huaraz - departamento de Áncash” el cual la topografía fue realizada enteramente con dron y a pesar de contar con puntos geodésicos de apoyo en la etapa de replanteo en la ejecución los puntos fijos no coincidían en elevación ocasionando que el trazo de la defensa ribereña tenga que ser replanteado y causando mayores metrados durante su ejecución.

Del mismo el proyecto “Mejoramiento y ampliación de la trocha carrozable de la localidad de Huachenca a la localidad de tara en la localidad de Jangas - distrito de Jangas - provincia de Huaraz - departamento de Áncash” tuvo problemas durante el replanteo de la trocha carrozable el cual fue realizado con estación total en su totalidad. El cual debido a errores de equipo y humanos el eje de la trocha carrozable se desviaba lejos de los puntos de control existentes.

Por tal motivo, y en función a la problemática antes descrita se hace relevante realizar la investigación del estudio para determinar la precisión en los levantamientos topográficos con estación total, gps diferencial y dron, y con ello medir la confiabilidad del levantamiento topográfico, pues en caso de no hacerlo es probable que se sigan haciendo levantamientos topográficos de baja calidad y que las nuevas tecnologías pasen al descarte y desuso.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General.**

- A. ¿Cuál es el grado de confiabilidad en el levantamiento topográfico entre la estación total, gps diferencial y dron; determinado por la precisión topográfica?

### **1.2.2. Problemas Específicos.**

- a) ¿Cuál es el porcentaje de error de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico de la estación total, GPS diferencial y dron?



- b) ¿Cuál es el grado de dispersión de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico de la estación total, gps diferencial y dron?
- c) ¿Cuál es la magnitud de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico de la estación total, GPS diferencial y dron?

### **1.3. Objetivos de la Tesis**

#### **1.3.1. Objetivo General**

- A. Determinar la precisión en el levantamiento topográfico entre la estación total, gps diferencial y dron para medir el grado de confiabilidad.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- a) Calcular el porcentaje de error de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico de la estación total, GPS diferencial y dron.
- b) Conocer el grado de dispersión de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico de la estación total, GPS diferencial y dron.
- c) Obtener la magnitud de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico de la estación total, GPS diferencial y dron.

### **1.4. Justificación**

En las últimas décadas se han presentado avances tecnológicos que permiten optimizar y simplificar el proceso de los levantamientos topográficos.

Los cuales a pesar de ser un gran avance tecnológico que permiten optimizar el costo, tiempo y calidad de los levantamientos topográficos; el mal uso y las limitaciones propias de los equipos causan resultados bajos en su precisión reduciéndose significativamente la confiabilidad del proceso realizado, por ende, causa diseños irreales, presupuestos inexactos y la ejecución se ve perjudicada causando perjuicios económicos y paralizaciones.

Por tal motivo, y en función a la problemática antes descrita se hace relevante realizar la investigación del estudio para determinar la precisión en los levantamientos topográficos con Estación total, GPS diferencial o Dron, y con ello medir la confiabilidad del levantamiento

topográfico, pues en caso de no hacerlo es probable que se sigan haciendo levantamientos topográficos de baja calidad y que las nuevas tecnologías pasen al descarte y desuso.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis General.**

- A. El levantamiento topográfico realizado con estación total tiene mayor grado de confiabilidad ya que tiene mayor precisión topográfica, en comparación con el GPS diferencial y dron.

### **1.5.2. Hipótesis Específicos.**

- a) El porcentaje de error de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico con la estación total es menor en comparación con el gps diferencial y dron.
- b) El grado de dispersión de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico con la estación total es menor en comparación con el gps diferencial y dron.
- c) La magnitud de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico con la estación total es alta a muy alta, en comparación con el gps diferencial y dron.

## **1.6. Variables**

### **1.6.1. Variables Independientes.**

- a) Precisión topográfica en el levantamiento topográfico.

### **1.6.2. Variable Dependiente.**

- a) Grado de confiabilidad en el levantamiento topográfico.

## 1.7. Cuadro de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<b>Independiente:</b> <b>Precisión topográfica en el levantamiento topográfico.</b>	Grado de refinamiento o consistencia de un grupo de mediciones. (Alva, 2007)	Grado de aproximación y dispersión de las medidas en el levantamiento topográfico con estación total, gps diferencial y dron.	- Discrepancia de la medida topográfica  - Porcentaje de error	- Desviación estándar - Media - Mediana - Moda - Error medio cuadrático - Error probable - Error máximo - Error precisión	<b>Tipo de investigación:</b> <b>Según el enfoque:</b> Cuantitativa. <b>Según su orientación:</b> Aplicada. <b>Según su alcance:</b> Descriptiva. <b>Población:</b> Estadio Huachenca
<b>Dependiente:</b> <b>Grado de confiabilidad en el levantamiento topográfico.</b>	Coeficiente que refleja el grado en que un instrumento devuelve los mismos resultados en dos aplicaciones al mismo sujeto, en las mismas condiciones. (Hernández, 2010)	Probabilidad de obtener el mismo resultado en las medidas en el levantamiento topográfico con estación total, GPS diferencial y dron.	- Confiabilidad de topográfica	- Distribución normal - Desviación estándar - Varianza - Rango - Magnitud	<b>Muestra:</b> Estadio Huachenca <b>Procesamiento de datos:</b> AutoCAD Civil 3D, Excel, Agisoft, Trimble Business Center.

*Nota. Elaboración propia.*



## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco Teórico

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

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” San Salvador - El Salvador, tuvo como objetivo realizar un análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de dron y gps como métodos indirectos, donde el tipo de investigación fue comparativa. En dicha investigación se concluyó que, según los datos obtenidos en campo, tomados con el dron y las medidas obtenidas con la estación total, ambos equipos georreferenciados, tienen resultados muy similares, sin embargo, el segundo método es el más viable por su versatilidad. (p. 133-134)

#### 2.1.2. Antecedentes nacionales

Ordoñez y Condori (2022), en su tesis titulada “Análisis de la precisión de un levantamiento topográfico utilizando fotogrametría con RPAs y su relación a la densidad de puntos de control terrestre” Puno – Perú, tuvo como objetivo analizar la precisión del levantamiento topográfico utilizando fotogrametría con RPAS y su relación a la densidad de los puntos de control terrestre, donde el tipo de investigación fue aplicada. En dicha investigación concluyó que en

cuanto a la altura de vuelo más óptima con RPAS en la toma de fotografías aéreas se determinó que la altura adecuada para el área de estudio es de 100 m correspondiente al primer vuelo y además concluyó que los porcentajes adecuados de traslape de las fotografías obtenidas con RPAS para generar resultados más precisos son los de 70% longitudinal y 80% transversal correspondientes al primer vuelo. (p. 127)

Sánchez (2017), en su tesis titulada “Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con dron en la plaza San Luis-2017” Nuevo Chimbote – Perú, tuvo como objetivo determinar el grado de confiabilidad de un levantamiento topográfico con Dron en la Plaza Mayor de San Luis, donde el tipo de investigación fue cuantitativa. En dicha investigación concluyó que a mayor altura de vuelo existe menor precisión. (p. 76)

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” Cajamarca – Perú, tuvo como objetivo determinar evaluar la diferencia de precisión y costo en un levantamiento topográfico con estación total y con aeronave pilotada remotamente (RPA- DRON) en el centro poblado Cashapampa – Cajamarca 2018, donde el tipo de investigación fue cuantitativa. En dicha investigación concluyó que levantamiento topográfico con RPA (dron) es más preciso, puesto que los puntos de control determinan mejor exactitud. Igualmente, determinó que el levantamiento topográfico con RPA (dron) tiene un menor costo, habiéndose obtenido una disminución de 8.59%, lo cual es mínimo, pero relacionándole al tamaño del proyecto puede ser significativa. (p. 32)

Leiva y Niño de Guzmán (2021), en su tesis titulada “Evaluación comparativa de la precisión en levantamientos topográficos efectuados mediante vehículo aéreo no tripulado (UAV) a 50 metros de altura y el método tradicional en la carretera Abra Ccorao - Ccorao” Cusco – Perú, tuvo como objetivo evaluar comparativamente la precisión en levantamientos topográficos realizados con equipo aéreo no tripulado (UAV) a 50 metros de altura de vuelo con el método tradicional en carretera Abra Ccorao – Ccorao, donde el tipo de investigación fue cuantitativa. En dicha investigación concluyó que la precisión es mayor al realizar un

levantamiento topográfico con equipo UAV(Dron) y con un nivel de detalle más minucioso por la gran cantidad de puntos que genera la ortofoto, de igual forma los valores que nos arroja los indicadores de desempeño son mayores haciendo que sea más preciso en la representación de un plano topográfico, analizando también la exactitud de los valores podemos indicar que un levantamiento topográfico con Equipo UAV es más exacto puesto que se encuentra mucho más cercano al valor real (datos obtenidos del levantamiento con GPS Diferencial) ; cabe resaltar que la diferencia entre los resultados obtenidos entre el Dron y la Estación Total son estadísticamente mínimos por lo tanto ambos métodos son óptimos para un levantamiento topográfico designado para proyecto de carreteras. (p. 173-178)

## 2.2. Marco Conceptual

### 2.2.1. Precisión Topográfica.

Culture, G. A. (08 de junio de 2022) refiere que la precisión es la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud. Cuanto menor es la dispersión mayor la precisión. Una medida común de la variabilidad es la desviación estándar de las mediciones y la precisión se puede estimar como una función de ella.

Alva (2007) define a la precisión como el grado de refinamiento o consistencia de un grupo de mediciones y se evalúa con base en la magnitud de las discrepancias. El grado de precisión alcanzable depende de la sensibilidad del equipo empleado y de la habilidad del observador. (p. III – 2)

García (1981) define a la precisión como el grado de refinamiento con que se lee una medida o el número de cifras con el que se hace un cálculo. También se define como el grado de refinamiento para ejecutar una operación o para dar un resultado. (p. 19)

Zamarripa (2010) define a la precisión como la razón que existe entre una unidad de error, entre un número dado de unidades medidas. Se le conoce como precisión; entre mayor sea el denominador (número de unidades medidas) mayor será la precisión, esto por ser más pequeño el error. (p. 21)

Saavedra (2017) define a la precisión como el grado de refinamiento con que se lee una medida o como el grado de refinamiento con que se ejecuta una operación. (p. 34)

### 2.2.2. Dimensiones e Indicadores.

#### a) *Medidas de tendencia central.*

Son parámetros estadísticos que informan sobre el centro de la distribución de la muestra o población estadística. Además, Córdova (2009) la denomina también como el promedio, que ubica el dentro de datos, como la media aritmética. (p. 37)

#### b) *Media aritmética.*

Dicovski (2008) define a la media aritmética o simplemente media de un conjunto de mediciones es la medida de tendencia central más usada y conocida. Esta medida se simboliza como  $\bar{x}$  (x con raya) cuando representa la media muestra y como  $\mu$  (letra griega minúscula) para representar la media poblacional. “ $\bar{x}$ ” o “ $\mu$ ” es la suma de todos los valores de la muestra o población divididos por el número de casos. (p. 22)

Salazar y Del Castillo (2018) define a la media aritmética como el valor que resulta de dividir la suma de todos los valores observados entre el número de datos considerados. (p. 50)

Córdova (2009) define la media aritmética como el valor numérico que se obtiene de la suma total de los valores observados de una variable entre el número de observaciones. (p. 43)

$$\bar{x} = \frac{\text{Suma total}}{\# \text{ de datos}} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

#### c) *Moda.*

Salazar y Del Castillo (2018) define a la moda como el valor de la observación o elemento que tiene la mayor frecuencia. (p. 54)



Dicovski (2008) define a la moda como el valor más frecuente de una distribución. (p. 24)

Córdova (2009) define la moda como el dato que ocurre con mayor frecuencia, en la distribución de frecuencias por intervalos la moda se ubica en el intervalo que tiene mayor frecuencia, además de ello establece que la moda no siempre existe y si existe, no siempre es única.

*d) Mediana.*

Salazar y Del Castillo (2018) define a la mediana como el punto medio del total de observaciones, luego de que han sido ordenados y que deja al mismo número de observaciones por debajo de su valor, así como por arriba de él. (p. 60)

Dicovski (2008) establece a la mediana “m” de un conjunto de mediciones “ $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ ” como el valor de “x” que se encuentra en el punto medio o centro cuando se ordenan los valores de menor a mayor. (p. 22)

Córdova (2009) define la mediana o valor mediano a una serie de valores observados que separa a la serie de datos ordenados (de forma creciente o decreciente) en dos partes de igual número de datos.

*e) Porcentaje de error.*

Navarro (2008) establece que hay imperfección en los aparatos y en el manejo de los mismos, por tanto, ninguna medida es exacta en topografía y por eso que la naturaleza y magnitud de los errores deben ser comprendidas para obtener buenos resultados. Entre los principales tipos de errores define: (p. 17-25)

**Error medio cuadrático:** es la raíz cuadrada de la suma de los errores residuales al cuadrado entre  $n-1$ . Cuando la muestra es menor a 30.



$$Ec = \pm \sqrt{\frac{V^2}{n-1}}$$

**Error probable:** Es el error que más probable tiene de ocurrencia cada vez que se ejecuta una observación.

$$Ep = \pm \frac{2}{3} Ec$$

**Error máximo:** es la probabilidad de cometer un error superior cuatro veces el error probable.

$$Emax = \pm 4Ep$$

**Error de precisión:** es la relación que existe entre una medida y el error relativo de la misma. Para este caso solo se es la relación que existe entre una medida y el error relativo de la misma.

$$P = \frac{1}{\bar{X}/Ec}$$

Alva (2007) determina que ninguna medida es exacta, toda medida tiene errores, nunca se puede conocer el valor verdadero de una medida y el error exacto corresponde a una medida que siempre será desconocida. Además, define a la probabilidad de error con las siguientes ecuaciones: (p. III 3-III 5)

**Error probable:** es la multiplicación del factor numérico por la desviación estándar o error estándar.

$$Ep = C_p E$$

**Error relativo:** Se llama así a la proporción que existe entre el error estándar de una observación y la media aritmética correspondiente.

$$Er = \frac{E}{\bar{X}}$$

**Error temible:** Es el error máximo accidental que se puede cometer en una medición.

$$Et = 3Er$$

### 2.2.3. Confiabilidad topográfica

Hernández (2010) define a la confiabilidad como grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes, se refiere a al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales. Se determina mediante diferentes técnicas. (p. 69)

Ruiz (2002) define a la confiabilidad como hecho de que los resultados obtenidos con el instrumento en una determinada ocasión, bajo ciertas condiciones, deberían similares si volviéramos a medir el mismo rasgo en condiciones idénticas, en tal sentido el autor determina la magnitud de la confiabilidad por la siguiente escala. (p. 1-14)

**Tabla 1:** *Magnitud de la confiabilidad por C. Ruiz*

Rango	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

*Fuente.* Tomada de *Programa Interinstitucional Doctorado en Educación* (p. 12), por C. Ruiz, 2002.

Oviedo y Campo-Arias (2005) define a la confiabilidad como el grado en que un instrumento de varios ítems mide consistentemente una muestra de la población. (p. 573-574)

Corral (2009) establece que el coeficiente de confiabilidad es un coeficiente de correlación, teóricamente significa la correlación del test consigo mismo. Sus valores

oscilan entre 0 y 1. Entre las escalas empleadas se tienen las mostradas en los cuadros siguientes: (p. 1-20)

**Tabla 2:** *Magnitud de la confiabilidad por Sierra Bravo*

<b>Coefficiente de correlación</b>	<b>Magnitud</b>
0.70 a 1.00	Muy fuerte
0.50 a 0.69	Sustancial
0.30 a 0.49	Moderada
0.10 a 0.29	Baja
0.01 a 0.09	Despreciable

*Fuente.* Tomada de *Sierra Bravo (2001)*.

**Tabla 3:** *Magnitud de la confiabilidad por Pallella y Martins*

<b>Rangos</b>	<b>Magnitud</b>
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

*Fuente.* Tomada de *Pallella y Martins (2003)*.

#### **2.2.4. Dimensiones e Indicadores.**

##### **a) Medidas de dispersión.**

Córdova (2009) define las medidas de dispersión o variabilidad como números reales que miden el grado o nivel de separación de los datos respecto a un valor central, que generalmente es la media aritmética. (p. 63) En otras palabras, las medidas de dispersión son números que indican si una variable se mueve mucho, poco, más o menos que otra. La razón de ser de este tipo de medidas es conocer de manera resumida una característica de la variable estudiada. En este sentido, deben acompañar a las medidas de

tendencia central. Juntas, ofrecen información de un sólo vistazo que luego podremos utilizar para comparar y, si fuera preciso, tomar decisiones.

### b) *Distribución Normal.*

Dicovskiy (2008) define a la distribución normal como un modelo teórico para variables aleatorias y continuas y representa la distribución de frecuencias de una población de valores. (p. 57)

Salazar y Del Castillo (2018) define la distribución normal como la función que define a la distribución simétrica con relación a la media aritmética, cuyo valor coincide con la mediana y la moda de la distribución.

La curva normal es una campana simétrica cuya forma y posición depende de dos parámetros:

- $\mu$ , media poblacional, que se localiza en el centro de la del eje horizontal.
- $\sigma$ , desviación estándar que determina el ancho de la curva.

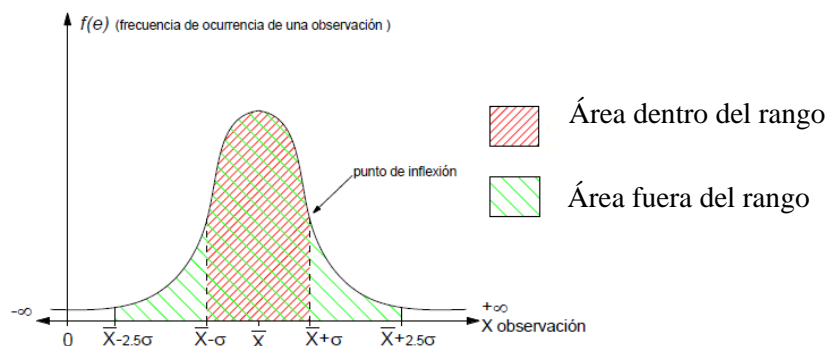
Para una variable “x” con media  $\mu$  y desviación estándar  $\sigma$ , que está normalmente distribuida, escribimos: “x” es N ( $\mu$ ,  $\sigma$ ).

La función de densidad de la distribución normal es:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Si se realizaran n observaciones (n tendiendo a  $\infty$ ) de una misma magnitud en igualdad de condiciones, obtendremos muchos valores que se repetirán, algunos con más y otros con menos frecuencia. Éste gráfico muestra los valores arrojados en el proceso de medición (X=abscisas), en función de las frecuencias de ocurrencia de dichos valores (f(x)= ordenadas).

**Figura 2:** Campana de Gauss



Fuente. Tomada de *La medición y los errores* (p. 3), por M.E. Videla, s/año.

**c) Desviación estándar.**

Dicovski (2008) define a la desviación estándar como la medida de dispersión más ampliamente usada y es la más estable ya que depende de todos los valores de la distribución. Es el promedio de desviación de los valores con respecto a la media. (p. 28)

Salazar y Del Castillo (2018) define a la desviación estándar como la medida de dispersión que mide más exactamente el grado de dispersión de un conjunto de datos con relación a la media aritmética. En otras palabras, es la medida que nos determina en cuantas unidades en promedio los datos se hallan desviados o alejados de la media aritmética. (p. 68)

**d) Varianza.**

Córdova (2009) define la varianza como la media aritmética de los cuadrados de las diferencias de los datos respecto a su media aritmética. Así mismo, establece que es una medida que, en promedio, cuantifica el nivel de dispersión o de variabilidad de los valores de una variable cuantitativa con respecto a su media aritmética.

$$S_n^2 = \frac{\text{Suma total de cuadrados de diferencias}}{\# \text{ de datos}} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

e) **Rango.**

Córdova (2009) define el rango como el número que resulta de la diferencia del valor máximo menos el valor mínimo de una serie de datos observados de la variable.

$$R = x_{max} - x_{min}$$

## 2.3. Definición De Términos

### 2.3.1. Topografía.

La topografía es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar así, posiciones relativas de puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de ella, mediante la combinación de las medidas de los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección. Esta ciencia explica procedimientos de campo, procesamiento de la información y finalmente la representación del terreno en un plano topográfico a escala (Jimenez Calero, Magaña Monge, & Soriano Melgar, 2019).

García (1981) define a la topografía como la ciencia que trata de los principios y métodos empleados para determinar las posiciones relativas de los puntos de la superficie terrestre, por medio de medidas y usando los tres elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación. (p. 14)

Gómez y Jiménez (2008) define a la topografía como una ciencia aplicada que, a partir de principios, métodos y con la ayuda de instrumentos permite representar gráficamente las formas naturales y artificiales que se encuentran sobre una parte de la superficie terrestre, como también determinar la posición relativa o absoluta de puntos sobre la Tierra. (p. 11)

### 2.3.2. Levantamiento topográfico.

Dependiendo del objetivo de los trabajos topográficos existen una variedad de levantamientos, aunque se aplican los mismos principios, cada uno de ellos tiene

procedimientos específicos para facilitar el cumplimiento de las exigencias y requerimientos propios (Cruz Meléndez, 2008).

Zamarripa (2010) define al levantamiento topográfico como el conjunto de operaciones que se ejecutan en el campo y de los medios puestos en práctica, para fijar las posiciones de puntos, así como su representación en un plano. Así mismo, señala que en cuanto a su extensión los levantamientos pueden ser topográficos o geodésicos. (p. 8)

- Levantamiento Topográfico, Cuando abarca una extensión reducida (menor de 30 Km.) dentro de los cuales se considera despreciable la influencia de la curvatura terrestre.
- Levantamiento Geodésico, Cuando abarca una gran extensión de terreno (más de 30 Km.) en ellos se considera el efecto de la curvatura terrestre.

García (1981) define al levantamiento topográfico como el conjunto de operaciones y medios puestos en práctica para determinar las posiciones de puntos del terreno y su representación en un plano. (p. 4)

- Levantamiento Topográfico, son los que se extienden sobre una porción relativamente pequeña de la superficie de la Tierra que, sin error apreciable, se considera como si fuera plana. Las dimensiones máximas de las zonas representadas en los planos topográficos no superan en la práctica los 30 Km de lado, correspondientes aproximadamente a un círculo de 30 Km de diámetro, límites dentro de los cuales se puede hacer abstracción de la curvatura de la superficie terrestre.
- Levantamiento Geodésico, son aquellos que abarcan grandes extensiones y obligan a tomar en cuenta la forma de la Tierra, ya sea considerándola como una verdadera esfera, o más exactamente, como un esferoide de revolución. Estos levantamientos se salen de los límites de la topografía y entran en el dominio de la geodesia.

### 2.3.3. Estación Total.

Se denomina estación total a un instrumento electro – óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Este instrumento consiste en la



incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico (Jiménez Calero, Magaña Monge, & Soriano Melgar, 2019, p. 26)

#### **2.3.4. Fotogrametría**

Es la ciencia capaz de realizar mediciones e interpretaciones por medio de fotografías, de esta manera se obtienen características métricas y geométricas (dimensión, forma y posición) del objeto fotografiado. (Jiménez Calero, Magaña Monge, & Soriano Melgar, 2019, p. 30)

#### **2.3.5. GPS Diferencial.**

Gómez y Jiménez (2008) definen al sistema global de posicionamiento (GPS) es un sistema satelital basado en señales de radio emitida por una constelación de 21 satélites activos en órbita alrededor de la tierra a una altura de aproximadamente 20000 Km. El sistema permite el cálculo de coordenadas tridimensionales que pueden ser usadas en navegación o mediante el uso adecuados, para determinación de mediciones de precisión. (p. 75)

#### **2.3.6. Dron o RPA (Remotely Piloted Aircraft).**

Según la Norma Técnica Complementaria 001-2015, el dron o RPA (Remotely Piloted Aircraft) 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. Una RPA puede poseer varios tipos de tecnología de piloto automático, pero, en todo momento, el piloto remoto puede intervenir en la gestión del vuelo.

- RPA Remote Piloted Aircraft (Aeronave Pilotada a Distancia)
- RPAS Remote Piloted Aircraft System (sistema de Aeronaves Pilotadas a Distancia)

### **2.3.7. Valor Más Probable.**

El valor más probable de una magnitud medida varias veces, en idénticas condiciones, es el promedio de las medidas o media aritmética. Esto se aplica tanto a ángulos como a distancias y desniveles (García, 1981, p. 21).

### **2.3.8. Comprobaciones.**

En todo trabajo de topografía, se debe buscar siempre la manera de comprobar las medidas y los cálculos ejecutados. Esto tiene por objeto descubrir equivocaciones y errores, y determinar el grado de precisión obtenida (García, 1981, p. 21).

### **2.3.9. Tolerancia.**

Se entiende por tolerancia el error máximo admisible en la medida de ángulos, distancias y desniveles (García, 1981, p. 21).

## CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. Perspectiva Metodológica

La metodología que se seguirá para esta investigación será de tipo cuantitativa, porque se “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.4). Se recolectará y analizará los datos numéricos obtenidos en el campo, usándose un proceso secuencial para comprobar ciertas suposiciones, como las coordenadas, elevaciones y longitudes.

### 3.2. Tipo De Investigación

#### 3.2.1. Según el Enfoque.

Según el enfoque, la presente investigación será cuantitativa ya que esta se basa en el estudio y análisis a través de diferentes procedimientos de medición, estos procedimientos están bien enmarcados como la fase conceptual, fase de planeación y diseño, fase empírica, fase analítica y la difusión.

#### 3.2.2. Según la Orientación.

Según la orientación, la presente investigación será aplicada debido a que se obtendrá datos numéricos con los cuales se determinará el levantamiento topográfico más

confiable; con los cuales podrán ser aplicados en el campo de la ingeniería durante los levantamientos topográficos. Pudiendo lograr un ahorro en tiempo y costo con la mejor elección de la alternativa correcta.

Así mismo, el nivel de la investigación es aplicada, debido a que comprenderá los fenómenos explorándolos desde la perspectiva de los participantes en su ambiente natural y en relación con el contexto para poder realizar el levantamiento topográfico con los diferentes equipos. (Hernández y Mendoza, 2018, p. 390)

### **3.2.3. Según su Alcance.**

La presente investigación será de nivel descriptiva porque para su desarrollo se determinará la relación entre las variables y poder establecer un grado de predicción.

### **3.2.4. Según el tipo de fuente de recolección de datos.**

Según el tipo de fuente de recolección de datos el presente estudio será de tipo proyectivo debido a que la información se obtendrá según los criterios del investigador para los objetivos determinados.

## **3.3. Diseño de la Investigación**

El diseño de investigación es el “plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento” (Hernández et al., 2014, p.128).

La investigación cuasi experimental se basa en una “Situación de control en la cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos)” (Hernández et al., 2014, p.130).

Por otro lado, el diseño de investigación es cuasi experimental, debido a que con los datos obtenidos en campo en condiciones establecidas se determinará y comparará la precisión de la

toma de datos de los instrumentos topográficos para determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico.

El diseño de la investigación experimental del tipo cuasi - experimental, manipula deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto en una o más variables dependientes, para lo cual se construye una situación previamente establecida a la que están expuestos las variables llamados grupos intactos (Hernández et al., 2014).

### **3.4. Límites de la Investigación**

- a) La presente investigación tiene como limitación metodológica el tamaño de la muestra, debido a que el área de estudio es pequeña y los resultados serán poco significativas.
- b) Falta de accesibilidad a los equipos topográficos.
- c) La ubicación del estudio para la recolección de datos fue obtenida del levantamiento topográfico del estadio Huachenca.
- d) Inexistencia de normas y/o manuales de procesamiento de datos, variando en calidad y metodología por cada programa y equipo.
- e) Variedad de marcas, características, modernidad, tecnología de los equipos topográficos. Para la presente investigación se usará una estación total Leica, dron phanthom 4 rtk y gps diferencial R8S.

### **3.5. Contexto**

El contexto será el departamento de Ancash, provincia de Huaraz, distrito de Jangas, Barrio Huachenca, específicamente el Estadio de Huachenca; debido a que se realizará el estudio en ese lugar. Así mismo, cabe señalar que el año del estudio es 2021, por lo que modificaciones futuras (de proyectos aprobados) en ese lugar no se podrán contemplar en esta investigación.

**Figura 3:** Vista satelital del estadio Huachenca



Fuente. Tomado de Google Maps, 2022, <https://www.google.com/maps>

**Figura 4:** Estadio Huachenca ubicado en el distrito de Jangas



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022



### 3.6. Unidad de Análisis: Población y Muestra

Monje (2011) la población o universo es el conjunto de objetos, sujetos o unidades que comparten las características que se estudian y a la que se puede generalizar los hallazgos encontrados en la muestra (aquellos elementos del universo seleccionado) para ser sometidos a la observación. La definición de la población para un proyecto de investigación responde a la necesidad de especificar el grupo al cual son aplicables los resultados del estudio. (p. 25)

Monje (2011) define a la muestra como un conjunto de objetos y sujetos procedentes de una población; es decir un subgrupo de la población, cuando esta es definida como un conjunto de elementos que cumplen con unas determinadas especificaciones. De una población se pueden seleccionar diferentes muestras.

Sabiendo que la investigación abarca a todos los levantamientos topográficos, la cual se infiere a una población infinita en espacio y tiempo, además, delimitando la investigación al estadio Huachenca, Castro (2003) expresa que si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra.

Por lo tanto, nuestra población y la muestra serán el estadio Huachenca, para el cual se generalizará los resultados del análisis de la muestra de la investigación.

### 3.7. Recolección, procesamiento, análisis e interpretación de la información.

#### 3.7.1. Recolección de la información.

##### a) *Fuente de obtención de datos:*

A través de la observación con los 03 equipos topográficos (estación total, dron y gps diferencial) se registrará la base de datos dentro de la memoria de cada equipo topográfico, documentándose y registrándose las características del terreno, los desniveles que se tienen y las estructuras existentes a fin de identificarlo y graficarlos en el procesamiento de datos.



**b) Localización de la fuente:**

La localización donde se registrará los datos será en el estadio Huachenca, específicamente se registrarán:

- Puntos fijos: Postes de luz, arco de futbol, puntos fijos de estructuras existentes, puertas, vértices, etc. Esto nos permitirá medir las coordenadas norte, este y elevación, debido a q dichos puntos son fijos serán medidos, registrados, evaluados y comparados a fin de determinar la precisión topográfica de cada levantamiento y determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico de cada equipo.
- Puntos perimetrales: Puntos perimetrales del campo de futbol y de estructuras existentes, esto con la finalidad de que dichos puedan determinar las longitudes y áreas a fin de determinar la precisión topográfica de cada levantamiento y determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico.

**c) Metodología de recolección de datos:**

La metodología de recolección de datos será experimental, debido a que con los datos obtenidos en campo en condiciones establecidas se determinará y comparará la precisión de la toma de datos de los instrumentos topográficos para determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico.

**d) Instrumentos de recolección de la información:**

Como instrumentos de recolección de la información se usó las fichas y la libreta topográfica, del mismo modo se usó los equipos topográficos con lo cual se medirá la precisión del levantamiento topográfico para medir el grado de confiabilidad.

**e) Descripción del procedimiento para la recolección de la información:**

- El procedimiento para la recolección de la información se inicia identificando los puntos fijos y puntos perimetrales a medir dentro de la muestra determinada, todo esto con la finalidad de medir las coordenadas norte, este, elevación, longitudes y

áreas con la finalidad de poder determinar la precisión topográfica de cada levantamiento y determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico.

- Luego de identificar los puntos fijos y perimetrales a medir se llenará las fichas y libretas topográficas con la finalidad de realizar la toma de datos en las mismas condiciones con la finalidad de obtener datos más precisos y que los resultados seas consistentes y coherentes.
- Posterior al llenado de las fichas y libretas topográficas se inicia con la recolección de datos topográficos por cada instrumento, realizando como mínimo cinco medidas por cada punto fijo o perimetral.
- Luego de obtenido los datos por cada levantamiento topográfico y por cada instrumento, se procede a clasificar, ordenar y describir cada punto obtenido mediante el uso de hoja Excel para luego ingresar los datos al programa estadístico Minitab para su procesamiento correspondiente.

### **3.7.2. Procesamiento y análisis de datos.**

#### ***a) Técnicas de procesamiento y análisis de datos:***

Para el análisis de datos obtenidos durante el levantamiento topográfico se hizo uso de la estadística descriptiva, mediante el uso de las medidas de desviación estándar, media, mediana, moda y el rango; dichos datos fueron clasificados, ordenados y descritos en tablas dinámicas de Excel donde se visualizará cada valor obtenido por cada punto y por cada equipo topográfico.

Luego de la clasificación de los datos y a través del método estadístico de la distribución normal o campana de Gauss

- El medio por el cual se recolectará los datos será a través de la observación topográfica de cada equipo, el cual será registrado por fichas técnicas o libreta topográfica elaborada por el investigador las cuales fueron usadas para realizar anotaciones in situ, registro de puntos, fecha de recolección de datos, altura de prisma, temperatura del ambiente, velocidad del viento, nubosidad, temperatura, magnetismo, etc., cuando se realice la recolección de datos topográficos. Es preciso señalar que durante la recolección de datos se verificará que las condiciones climáticas del ambiente estén dentro del rango normal garantizando así que los datos registrados sean confiables, válidos y objetivos.

**b) Herramientas para el procesamiento de la información:**

Como medios para el procesamiento de la información se usó los programas especializados de Excel, AutoCAD civil 3d, Agisoft Metashape y el programa estadístico Minitab para su procesamiento correspondiente.

### **3.8. Procedimiento de recolección de datos.**

#### **3.8.1. Recolección de datos con estación total:**

**a) Reconocimiento del terreno y plan de trabajo:**

Mendoza (2010) la define como la etapa por la cual se investiga, razona y deduce el método más apropiado para llevar óptimamente el trabajo de campo.

Además de ello establece que es importante realizar la visita al terreno, preguntar la mayor cantidad de datos técnicos a los lugareños, así como alimentarlos de planos referenciales existentes del lugar.

En tal sentido se procedió a iniciar con la visita al terreno de estudio con la autorización de la autoridad edil del distrito con lo cual se pudo identificar y realizar un análisis preliminar de las metodologías y estrategias a usar en el campo con la



finalidad de obtener los datos necesarios para la investigación, tal y como se muestra en la Figura 5 y 6.

**Figura 5:** *Reconocimiento de terreno y plan de trabajo.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 6:** *Reconocimiento de estructuras existentes en el área de estudio.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

Posteriormente luego del reconocimiento del terreno se procedió a elaborar el plan de trabajo para la recolección de datos con la estación total, para lo cual se hizo uso de la libreta de campo en la cual se registró:

- En la parte izquierda de la libreta las medidas como el nombre del proyecto, lugar de recolección de datos, fecha de recolección de datos, temperatura del ambiente, altura del instrumento, coordenadas de punto de referencia y nombre del operador. Es preciso indicar que durante esta etapa se escogió un punto de referencia con la cual el operador pueda observar todos o la mayoría de los puntos a medir.
- En la parte derecha de la libreta se plasma el croquis y los puntos a medir, con la finalidad de mantener un orden y control durante la toma de medidas por parte del operador del equipo, reduciendo así el error humano durante la toma de datos.

Es preciso señalar que se adjunta la libreta de campo en el apartado de anexos de la presente tesis.

#### ***b) Trabajo de campo:***

##### **Materiales y equipos:**

Entre los materiales y equipos usados fueron: trípode, estación total, primas, bastón porta prisma, gps de mano, wincha metálica de 3m y maletín portátil de estación total.

**Figura 7:** *Materiales y equipos usados para la recolección de datos con estación total.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.



### Procedimiento:

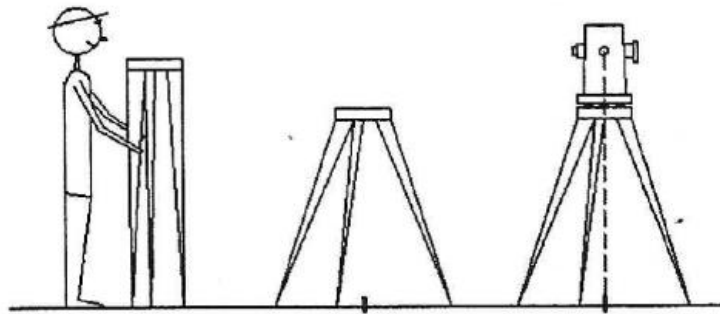
- Teniendo las patas juntas del trípode se procede a liberar los tornillos de sujeción tratando de que el nivel de la plataforma coincida aproximadamente entre el pecho y el mentón. Una vez ubicada dicha posición se procede a ajustar los tornillos de las patas del trípode para luego con las patas fijas proceder a estirar las patas tratando de aproximar el eje de la plataforma sobre el punto de estación definido anteriormente y del mismo modo tratando que la plataforma este lo más horizontal posible. Finalmente se coloca la estación total encima del trípode fijando el equipo mediante su tornillo de fijación a la plataforma de del trípode, así tal y como se muestra en la figura 8 y 9.

**Figura 8:** Punto de estación definido por el tesista.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

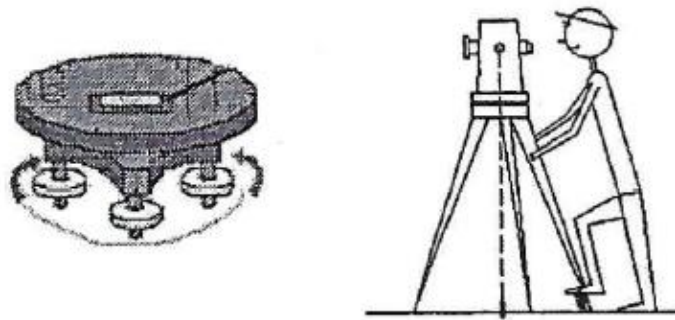
**Figura 9:** Colocación del trípode.



*Fuente. Tomada de Topografía I Apuntes del Curso (p. V-14), por Alva Villacorta, O. F., 2007.*

- Posteriormente se sitúa los tornillos de nivelación de la plataforma en la mitad de su recorrido, para luego fijar una de las patas del trípode en el suelo pisando la punta de la pata hasta lograr que la punta del trípode este hundida en el terreno. Tal y como se muestra en la figura 10.

**Figura 10:** Fijación del trípode.

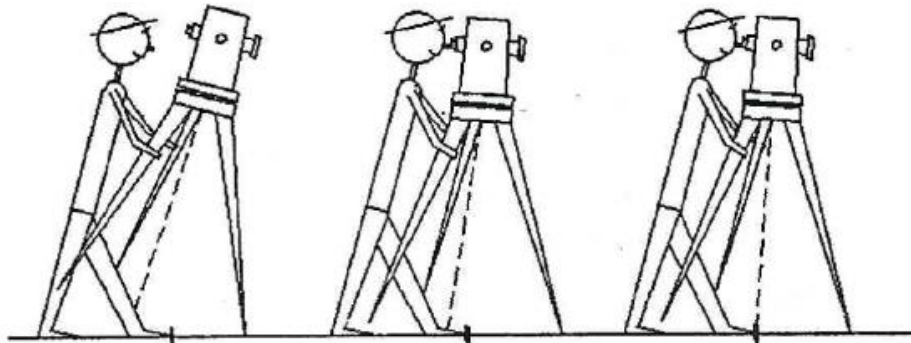


*Fuente. Tomada de Topografía I Apuntes del Curso (p. V-14), por Alva Villacorta, O. F., 2007.*

- Luego teniendo como punto fijo y de apoyo a la pata fijada del trípode se procede a realizar el “avión” con la finalidad de encontrar el punto de estación definido por el tesista. Para ello se coloca el pie en el punto de estación y se agarra el trípode por las patas que no fueron fijadas visando en todo momento por la plomada óptica; mediante el desplazamiento lento y progresivo a lo largo de la pierna hasta visar el pie se intenta bisecar la plomada óptica con el punto de estación, tal y como se muestra en la figura 11.



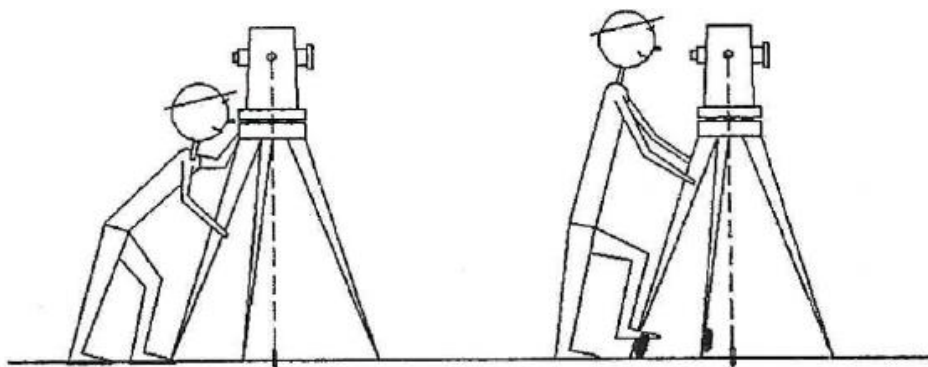
**Figura 11:** Ubicación del punto de estación.



*Fuente. Tomada de Topografía I Apuntes del Curso (p. V-14), por Alva Villacorta, O. F., 2007.*

- Luego se maniobra sobre los tornillos de enfoque y ocular de la plomada óptica para enfocar nítidamente la imagen del punto de estación y evitar así el “error de paralaje”, luego de ello se clava en la tierra las dos patas restantes del trípode logrando el bisecado de la plomada óptica con el punto de estación, tal y como se muestra en la figura 12.

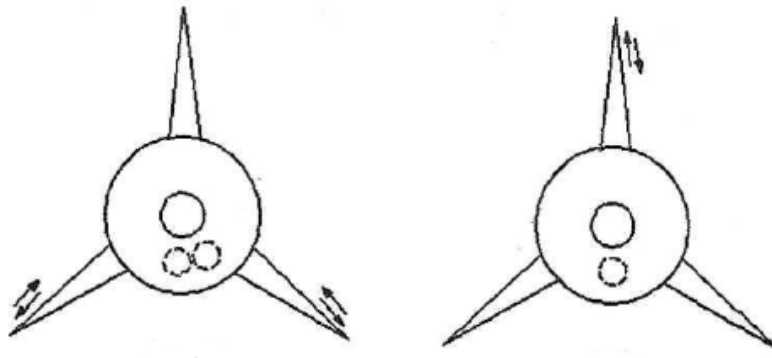
**Figura 12:** Bisecar plomada óptica con punto de estación.



*Fuente. Tomada de Topografía I Apuntes del Curso (p. V-14), por Alva Villacorta, O. F., 2007.*

- Posterior al bisecado la plomada óptica con el punto de estación se procede al calado del nivel esférico o “ojo de pollo”, para ello la burbuja se sitúa entre dos de las patas del trípode mediante el alargamiento o acortamiento de las mismas, luego de ello subiendo o bajando la otra pata se sitúa la burbuja en el círculo graduado tal y como se representa en la figura 13.

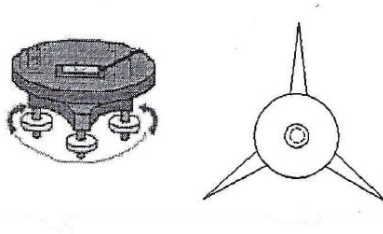
**Figura 13:** Nivelación del nivel esférico.



*Fuente. Tomada de Topografía I Apuntes del Curso (p. V-15), por Alva Villacorta, O. F., 2007.*

- Luego se vuelve a mirar por la plomada óptica para asegurar si el equipo se ha desplazado del punto de estación, en caso de desplazamiento se procede a nivelar la plataforma y biseca nuevamente con los pasos anteriores y calando nuevamente el nivel esférico si fuera necesario, así como se representa en la figura 14.

**Figura 14:** Nivelado y bisecado de estación total.



*Fuente. Tomada de Topografía I Apuntes del Curso (p. V-15), por Alva Villacorta, O. F., 2007.*

- Posteriormente se coloca una batería dentro del equipo para encenderla y nivelar el equipo mediante su nivel esférico digital a través de la maniobra de los tornillos de la plataforma tratando de lograr un desnivel de cero.
- Luego de nivelado a través del nivel esférico digital del equipo se procede a configurar el trabajo colocando el nombre del trabajo, ingresando el punto de estación definido por el tesista, ingresando la altura del equipo medido desde el punto de estación hasta el eje central de la estación total, ingresando las

coordenadas del punto de referencia, ingresando la altura referencial del porta prisma, tal y como se muestra en la figura 15.

- Finalmente teniendo como constante la altura del prisma, se procedió a realizar la toma de datos de los puntos fijos y perimetrales con un mínimo de cinco observaciones por punto para su análisis.

**Figura 15:** Verificación de la altura del porta prisma.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 16:** Recolección de datos con estación total.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

c) *Trabajo en gabinete:*

**Materiales y equipos:**

Entre los materiales y equipos usados fueron: computadora de gama alta y el uso del programa Excel y AutoCAD civil 3d.

**Procedimiento:**

- Haciendo uso de una memoria externa se extrae los datos de la memoria interna de la estación total en formato CSV. El archivo a extraer se extraerá en orden de punto, este, norte, elevación y descripción, es preciso señalar que cada punto tomado fue tomado en base al código establecido en el plan de trabajo.

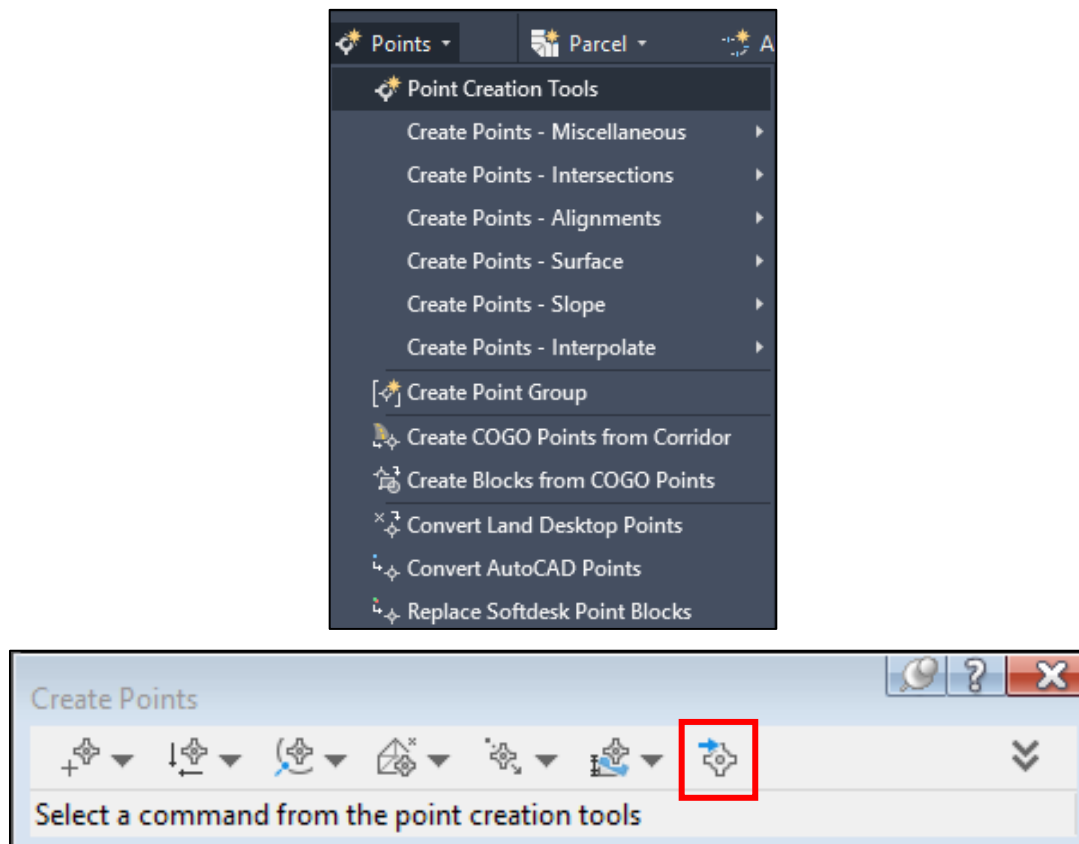
**Tabla 4:** *Descripción de los puntos – estación total.*

Código	Descripción	Código	Descripción
PST	Poste	V	Vereda
TNQ	Tanque	BNO	Baño
PRT	Puerta	ACIENT	Asiento
CERC	Cerco	AR	Arco

*Fuente.* Elaborado por el tesista, 2022.

- Seguidamente se inicia el programa AutoCAD civil 3D con un archivo nuevo, para luego iniciar con la importación de los puntos tal y como se muestra en las siguientes imágenes. Dentro del menú **Home** del programa desplegamos la opción de **Points** la cual desplegará varias opción en donde se escoge la primera opción **Pont Cretion Tools**, la cual abrirá una ventana llamada **Create Points** en la cual escogemos la última opción de **Import Points**, esta opción nos permitirá importar al programa nuestros puntos tomados en campo.

**Figura 17:** Procedimiento para la importación de puntos – estación total.



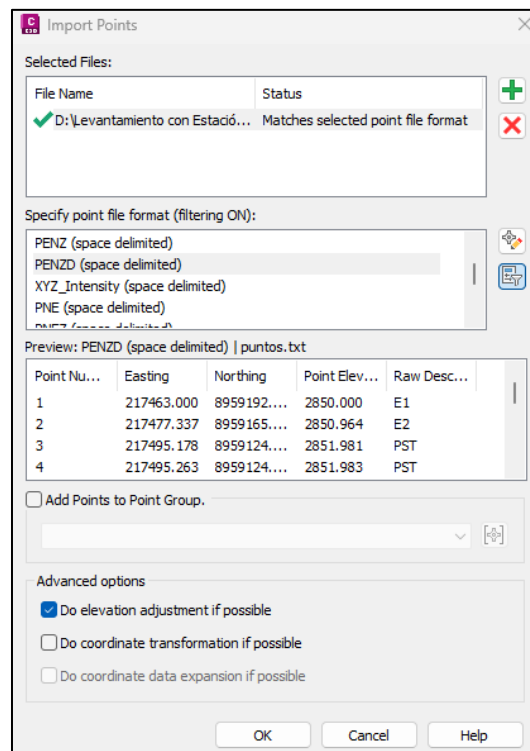
Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

- Luego el programa abrirá una ventana tal y como se muestra en la figura 18, en la cual hacemos clic en la cruz verde y se ubicó nuestro archivo extraído en formato CSV de la estación total, luego en el segundo recuadro se escoge el formato con la cual fue extraída nuestra información, es decir, en el orden de:
  - 1° punto
  - 2° coordenada este
  - 3° coordenado norte
  - 4° elevación o cota
  - 5° descripción

Esto para que el programa pueda reconocer cada componente en orden. Finalmente hacemos clic en **OK** y el programa importará los puntos como se muestra en la figura 19.

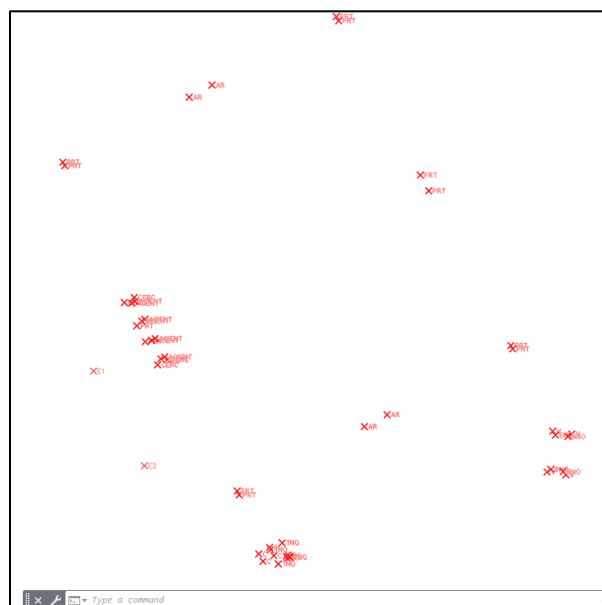


**Figura 18:** Importación de puntos en el AutoCAD civil 3d – estación total.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

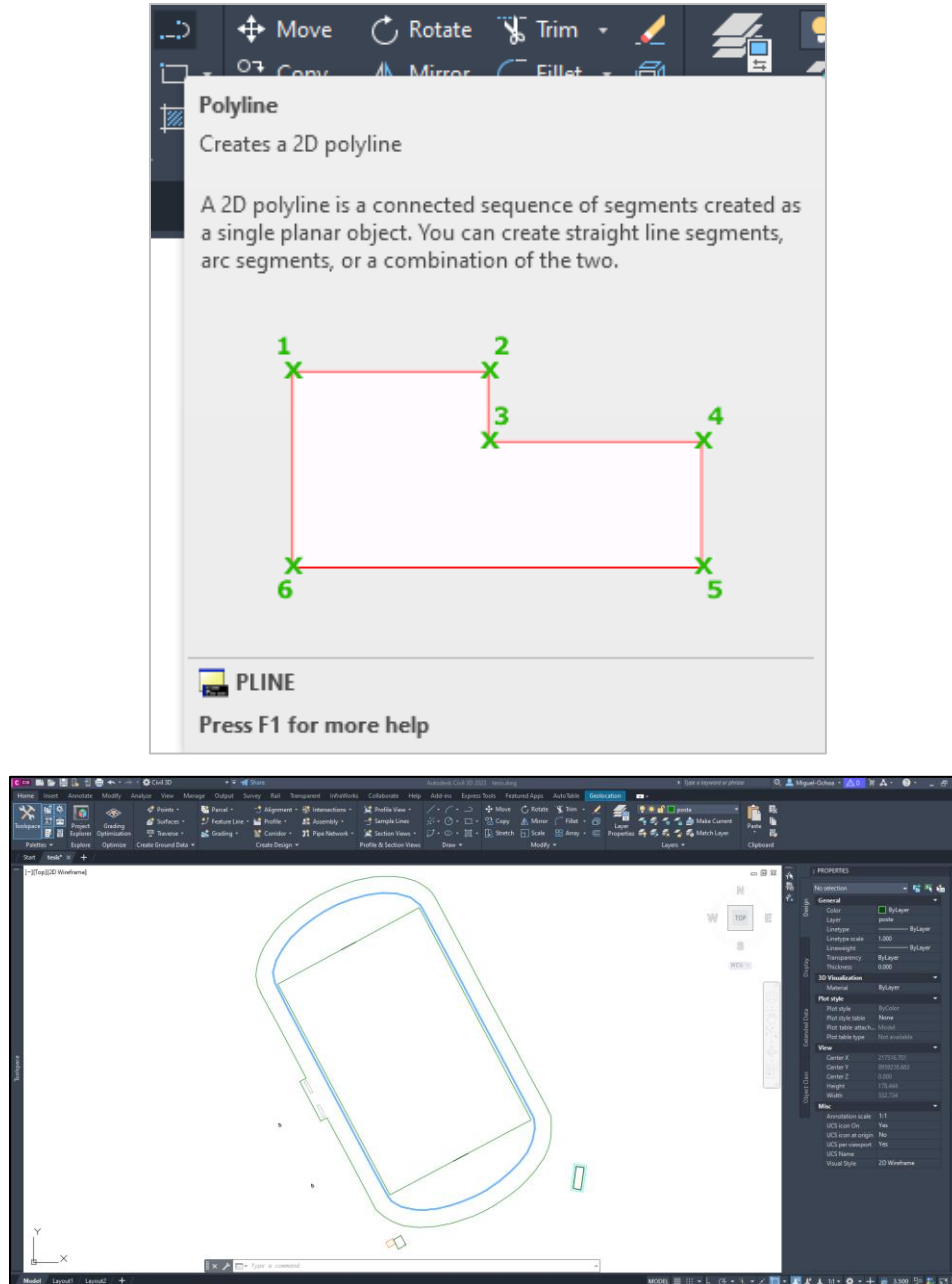
**Figura 19:** Puntos en el AutoCAD civil 3d – estación total.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

- Finalmente, con la ayuda de la libreta de campo y los códigos de cada punto, y mediante el comando **Polyline** unimos cada punto respectivo hasta formar la forma del campo tal y como se muestra en la siguiente figura. Esto nos permitirá ordenar y clasificar los puntos para su análisis respectivo.

**Figura 20:** Levantamiento topográfico en el AutoCAD civil 3d – estación total.



Fuente. Tomado por el tesisista, 2022.



d) *Datos obtenidos:*

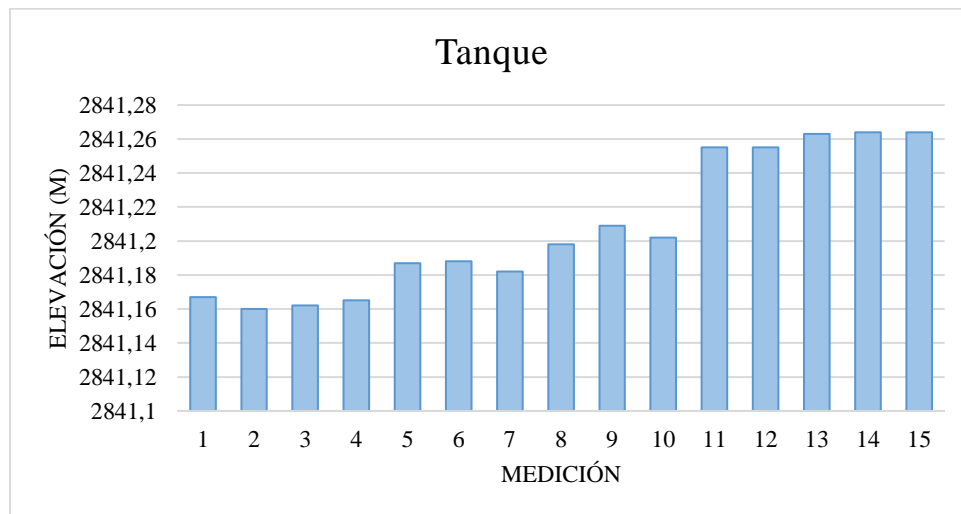
Se obtuvo las elevaciones de un mismo punto fijo constante tomadas de los vértices del tanque enterrado de concreto, dichos datos se muestran la tabla 5.

**Tabla 5:** *Datos obtenidos de la elevación de tanque de agua – estación total.*

Descripción	Medida	Valor medido (m)	Medida	Valor medido (m)
Tanque	1	2841.480	11	2841.496
	2	2841.494	12	2841.498
	3	2841.494	13	2841.480
	4	2841.513	14	2841.499
	5	2841.476	15	2841.505
	6	2841.503	16	2841.497
	7	2841.485	17	2841.490
	8	2841.507	18	2841.485
	9	2841.490	19	2841.493
	10	2841.498	20	2841.501

*Fuente.* Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 21:** *Gráfico comparativo de la elevación de tanque con estación total.*



*Fuente.* Elaboración propia, 2022.

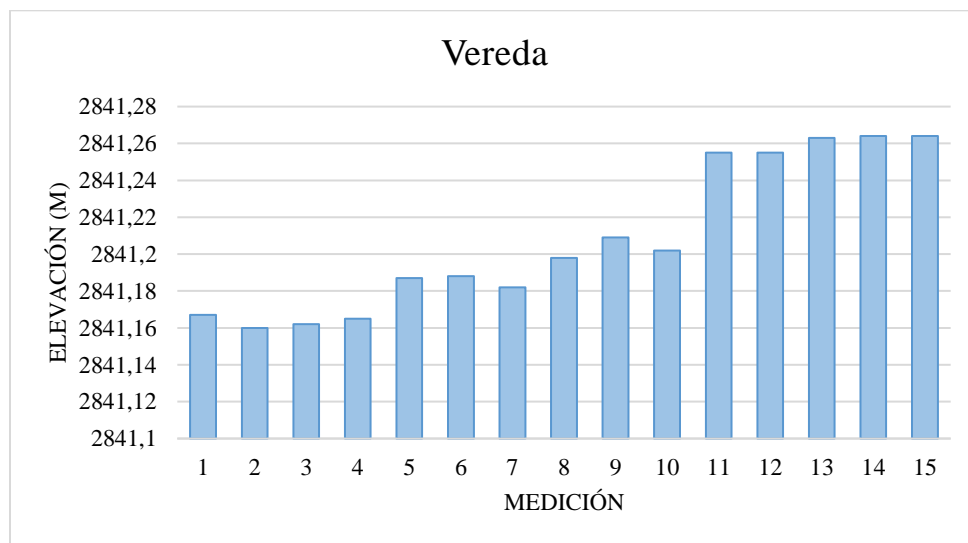
Se obtuvo las elevaciones de un mismo punto fijo constante tomadas de los vértices de la vereda existente perimetral, dichos datos se muestran la tabla 5.

**Tabla 6:** Datos obtenidos de elevación de vereda – estación total.

Descripción	Medida	Valor medido (m)	Medida	Valor medido (m)
Vereda	1	2841.167	11	2841.188
	2	2841.160	12	2841.182
	3	2841.162	13	2841.198
	4	2841.165	14	2841.209
	5	2841.187	15	2841.202
	6	2841.186	16	2841.255
	7	2841.088	17	2841.255
	8	2841.090	18	2841.263
	9	2841.174	19	2841.264
	10	2841.101	20	2841.264

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 22:** Gráfico comparativo de elevación de vereda con estación total.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

Se obtuvo las coordenadas de un mismo punto fijo constante tomadas de un poste de concreto existente, dichos datos se muestran la tabla 6.

**Tabla 7:** Datos obtenidos de coordenadas de poste – estación total.

Descripción	Medida	Valor medido	Valor medido
		Este (m)	Norte (m)
Poste	1	217495.178	8959124.946
	2	217495.263	8959124.921
	3	217495.039	8959124.879
	4	217495.122	8959124.948
	5	217495.127	8959124.950

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

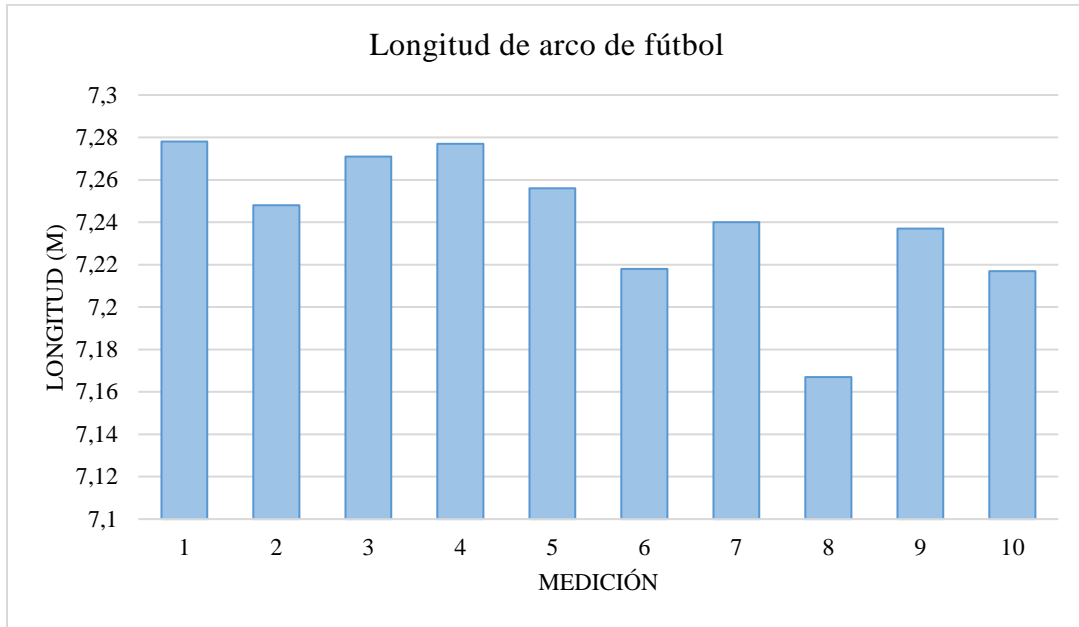
Se obtuvo las longitudes entre los postes de los arcos de fútbol, dichos datos se muestran la tabla 7.

**Tabla 8:** Datos obtenidos de longitud de arco de fútbol – estación total.

Descripción	Medida	Longitud	Medida	Longitud
		(m)		(m)
Arco	1	7.278	6	7.218
	2	7.248	7	7.24
	3	7.271	8	7.167
	4	7.277	9	7.237
	5	7.256	10	7.217

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 23:** Gráfico comparativo de longitud de arco de fútbol con estación total.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

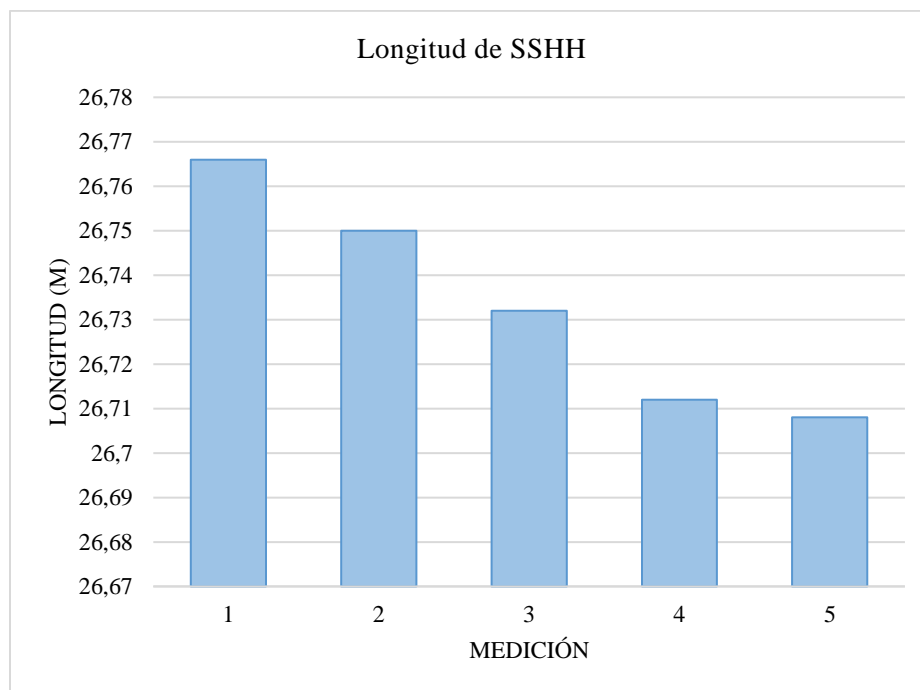
Se obtuvo las longitudes del perímetro de la estructura del baño, dichos datos se muestran en la tabla 9.

**Tabla 9:** Datos obtenidos de longitud perimetral de los SSHH – estación total.

Descripción	Medida	Longitud (m)
SSHH	1	26.766
	2	26.75
	3	26.732
	4	26.712
	5	26.708

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 24:** Gráfico comparativo de longitud de SSHH con estación total.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

Se obtuvo las coordenadas de la puerta de ingreso del sector oriente, tal y como se muestran en la tabla 10.

**Tabla 10:** Datos obtenidos de coordenadas de puerta de oriente – estación total.

Descripción	Medida	Valor medido	Valor medido
		Este (m)	Norte (m)
Puerta oriente	1	217475.156	8959204.707
	2	217475.164	8959204.779
	3	217475.165	8959204.76
	4	217475.186	8959204.732
	5	217475.177	8959204.759

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

Se obtuvo las coordenadas de la puerta de ingreso del sector occidente, tal y como se muestran en la tabla 11.

**Tabla 11:** Datos obtenidos de coordenadas de puerta de occidente – estación total.

Descripción	Medida	Valor medido	Valor medido
		Este (m)	Norte (m)
Puerta occidente	1	217555.003	8959247.134
	2	217555.009	8959247.147
	3	217555.01	8959247.128
	4	217555.007	8959247.127
	5	217555.008	8959247.137

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

Se obtuvo las coordenadas de la caseta, tal y como se muestran en la tabla 12.

**Tabla 12:** Datos obtenidos de coordenadas de la caseta – estación total.

Descripción	Medida	Valor medido	Valor medido
		Este (m)	Norte (m)
Caseta	1	217512.536	8959142.449
	2	217512.561	8959142.450
	3	217512.576	8959142.451
	4	217512.573	8959142.421
	5	217512.589	8959142.445

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

Se obtuvo las coordenadas de los servicios higiénicos, tal y como se muestran en la tabla 13.

**Tabla 13:** *Datos obtenidos de coordenadas de los SSHH – estación total.*

Descripción	Medida	Valor medido	Valor medido
		Este (m)	Norte (m)
SSH	1	217593.071	8959174.04
	2	217593.064	8959173.976
	3	217593.024	8959174.023
	4	217593.065	8959174.017
	5	217593.063	8959173.988

*Fuente.* Elaborado por el tesista, 2022.

### 3.8.2. Recolección de datos con dron:

#### a) *Reconocimiento del terreno y plan de trabajo:*

Similar al reconocimiento del terreno para la recolección de datos con estación total en la visita al terreno de estudio se identificó y realizó un análisis preliminar de las metodología y estrategias a usar en el campo con la finalidad de obtener los datos necesarios para la investigación. Es preciso señalar que a fin de evitar la colisión del dron con los árboles que se encuentran se escogió un lugar con la cual se garantice el cuidado correspondiente.

Posteriormente luego del reconocimiento del terreno se procedió a elaborar el plan de trabajo para la recolección de datos con el dron, para lo cual se hizo uso de la libreta de campo en la cual se registró:

- Tipo de levantamiento.
- Operador.
- Nombre del proyecto.
- Graduando.



- La marca, modelo, serie, número de baterías, % de batería, color estado, limitantes de la aeronave y el control.
- Datum y ubicación.
- Día y hora del vuelo.
- Aeropuerto cercano.
- Velocidad del viento.
- Nubosidad.
- Temperatura
- Visibilidad.
- Estrategia para pre vuelo (gabinete) como la zona de vuelo y altura.
- Estrategia para vuelo (campo) como la zona de vuelo y altura.

Todos estos datos nos permitirán realizar un levantamiento topográfico en condiciones óptimas las cuales nos permitan obtener datos confiables y coherentes. Es preciso señalar que se adjunta la libreta de campo en el apartado de anexos de la presente tesis.

***b) Trabajo de campo:***

**Materiales y equipos:**

Entre los materiales y equipos usados fueron:

- Control remoto
- Cuatro hélices
- Baterías de vuelo
- Memoria SD de 16gb
- Trípode, bastón
- D-RTK 2 body
- Aeronave.

**Figura 25:** *Materiales y equipos usados para la recolección de datos con dron.*

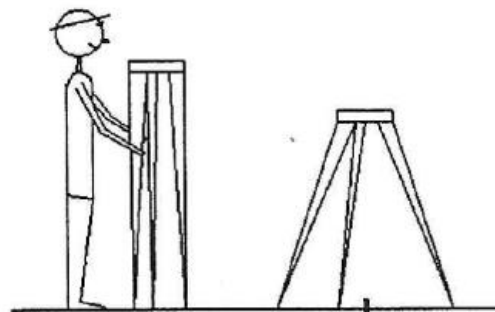


*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**Procedimiento:**

- Teniendo las patas juntas del trípode se procede a liberar los tornillos de sujeción tratando de que el nivel de la plataforma coincida aproximadamente entre el pecho y el mentón. Una vez ubicada dicha posición se procede a ajustar los tornillos de las patas del trípode para luego con las patas fijas proceder a estirar las patas tratando de aproximar el eje de la plataforma sobre el punto de estación definido anteriormente y del mismo modo tratando que la plataforma este lo más horizontal posible.

**Figura 26:** *Colocación del trípode del dron.*



*Fuente.* Tomada de *Topografía I Apuntes del Curso* (p. V-14), por Alva Villacorta, O. F., 2007.

- Posteriormente introducimos el bastón y el D-RTK 2 body en el agujero del trípode y se procede a ajustar. Seguidamente se procede al calado del nivel esférico o “ojo de pollo” del trípode y del mismo D-RTK 2, para ello la burbuja se sitúa entre dos de las patas del trípode mediante el alargamiento o acortamiento de las mismas, luego de ello subiendo o bajando la otra pata se sitúa la burbuja en el círculo graduado tal y como se representa en la figura 27 y 28.

**Figura 27:** Nivelación del nivel esférico del dron.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 28:** Nivelación del nivel esférico del D-RTK 2.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 29:** Trípode y D-RTK 2 nivelado.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

- Seguidamente instalamos las hélices de la aeronave, así mismo, introducimos la batería y nos aseguramos que la batería este completamente cargada. Es preciso señalar que es necesario asegurar de retirar los accesorios de seguridad de la aeronave.

**Figura 30:** Instalación de las hélices de la aeronave.

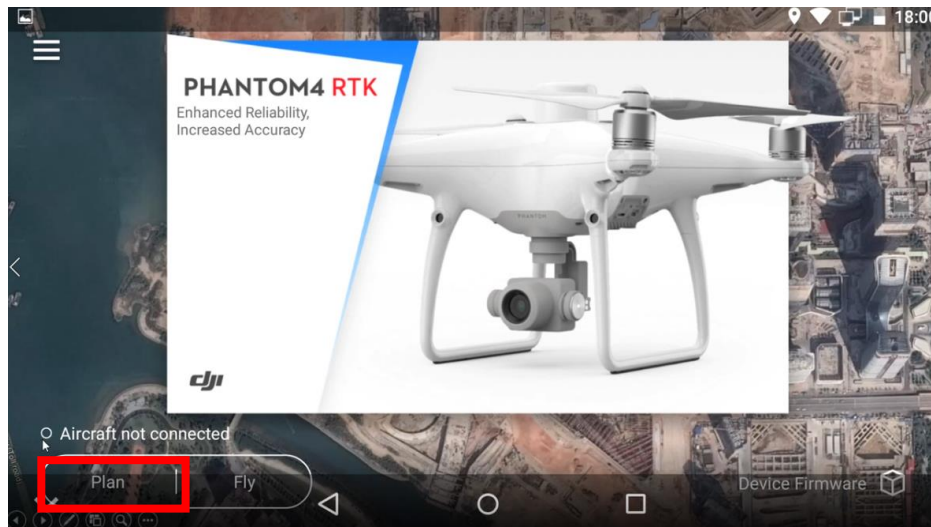


*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.



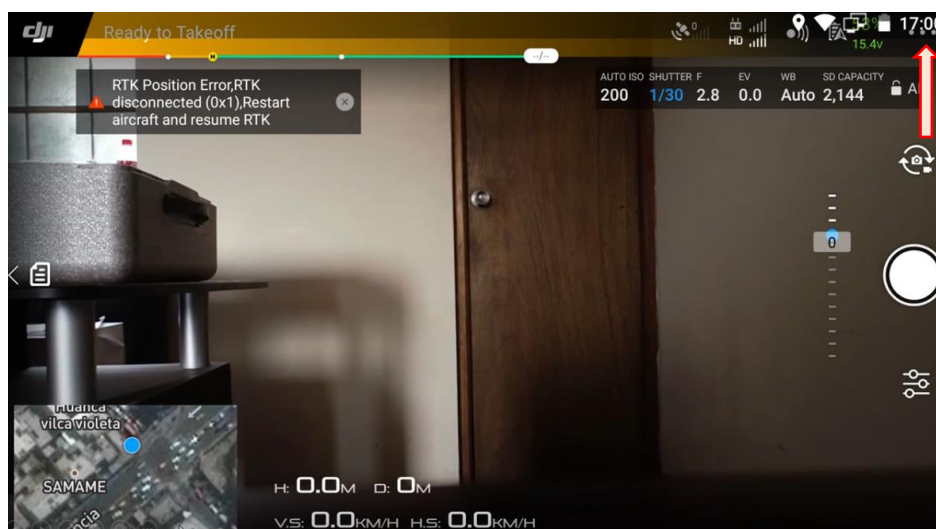
- Luego procedemos a configurar la aeronave y la base D-RTK 2, para ello predemos el control y nos mostrará la pantalla principal tal y como se ilustra en la figura 31 dentro de la cual escogemos la opción **PLAN**. Con la cual nos llevará a otra vista como se muestra en la figura 32 y en la cual desplegamos las opciones haciendo clic en los tres puntos "...". Con la cual se desplegará diversas opciones como se muestra en la figura 33.

**Figura 31:** Pantalla de inicio de control de dron.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

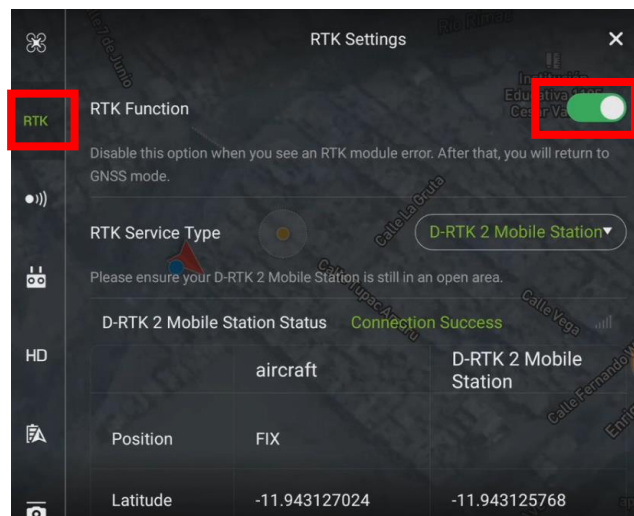
**Figura 32:** Vista de la opción PLAN del dron.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

- Posteriormente dentro de las opciones desplegadas seleccionamos la opción **RTK** del menú de la izquierda, y dentro del ribon RTK activamos la opción **RTK Function** tal y como se ilustra en la figura 33. Luego nos desplazamos hacia la parte inferior del ribon y hacemos clic en la opción **Linking** como se muestra en la figura 34, inmediatamente sonará el D-RTK 2 con la finalidad de vincular el control y el equipo, para lo cual hacemos clic en el botón izquierdo del D-RTK 2 (figura 35) y ambos equipos ya se abran vinculado.

**Figura 33:** Opciones del RTK settings.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 34:** Vinculación de control con D-RTK 2.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

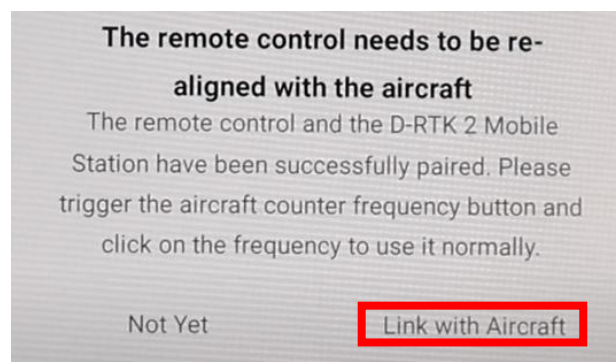
**Figura 35:** Vinculación de D-RTK 2.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

- Luego de la vinculación del control con el D-RTK 2, en la pantalla del control nos aparecerá un mensaje tal y como se muestra en la figura 36, y en la cual escogemos la opción **Link with Aircraft** esto nos permitirá vincular el control con la aeronave. Luego de escoger la opción mencionada la aeronave sonará una alarma con la cual es indicio de apretar el botón ubicada en la parte inferior izquierda de la aeronave como se muestra en la figura 37. Finalmente, la aeronave, el D-RTK 2 y el control están vinculados para iniciar el proceso de vuelo semi automático.

**Figura 36:** Vinculación del control y la aeronave.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.



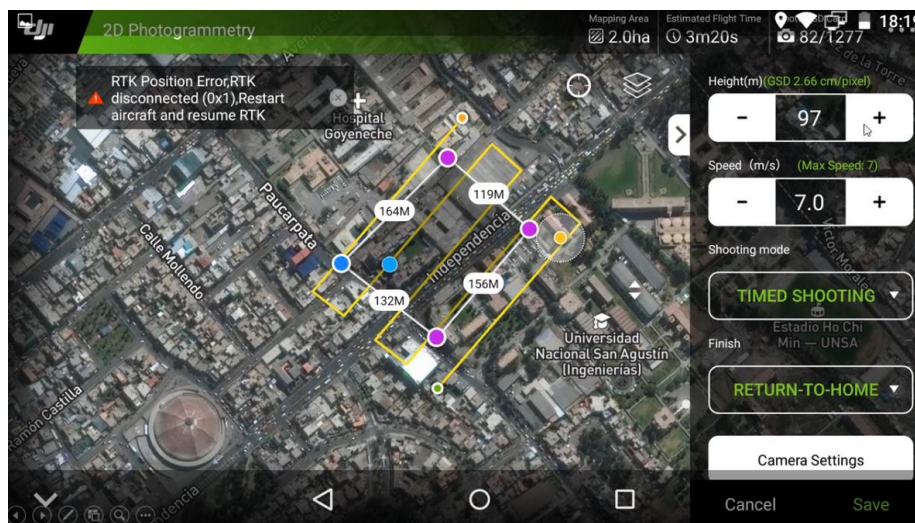
**Figura 37:** Vinculación de la aeronave.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

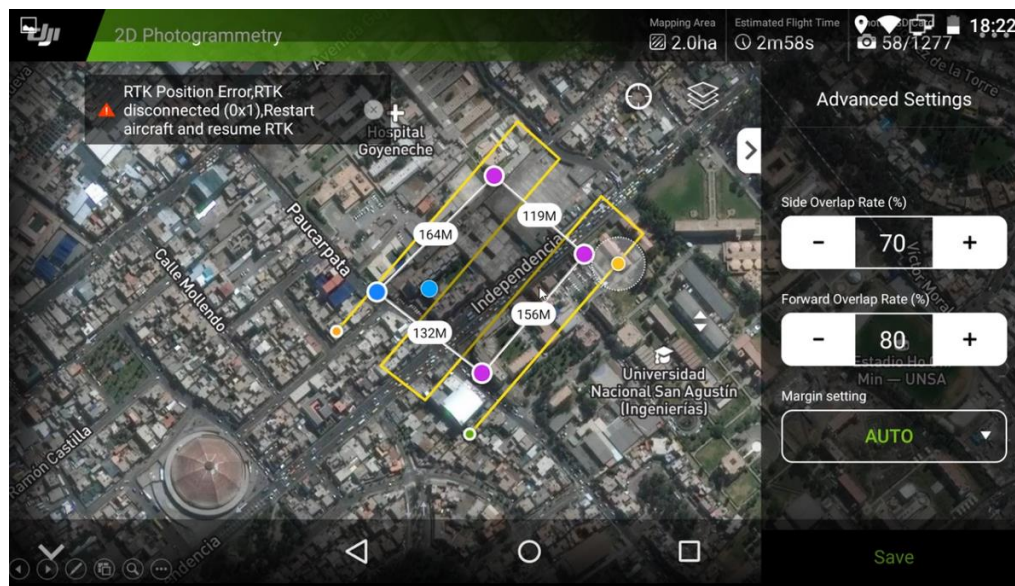
- Posteriormente iniciamos la configuración del plan de vuelo con ayuda de nuestro plan de trabajo elaborado inicialmente, en la cual encerramos en un polígono nuestra área de investigación, seleccionamos nuestra altura de vuelo (70m) y el control automáticamente ajustará la velocidad máxima de vuelo horizontal con la finalidad de garantizar buenas fotografías aéreas, tal y como se muestra en la figura 38. Seguidamente escogemos la opción **Advanced Settings** en la cual digitamos el número 70 para la opción **Side overlap rate** y **Forward overlap rate** (figura 39).

**Figura 38:** Polígono del área de trabajo.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

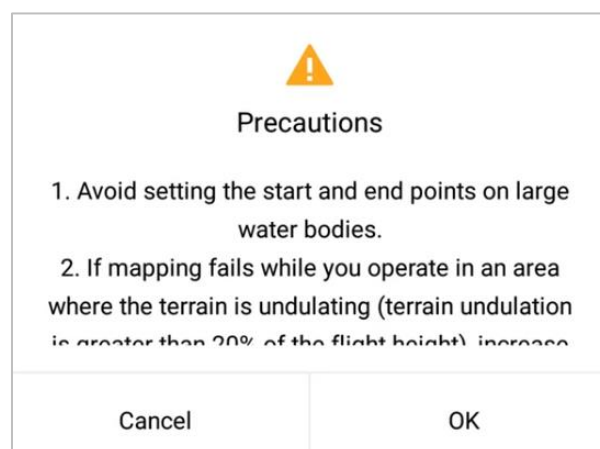
**Figura 39:** Opciones para el plan de vuelo.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

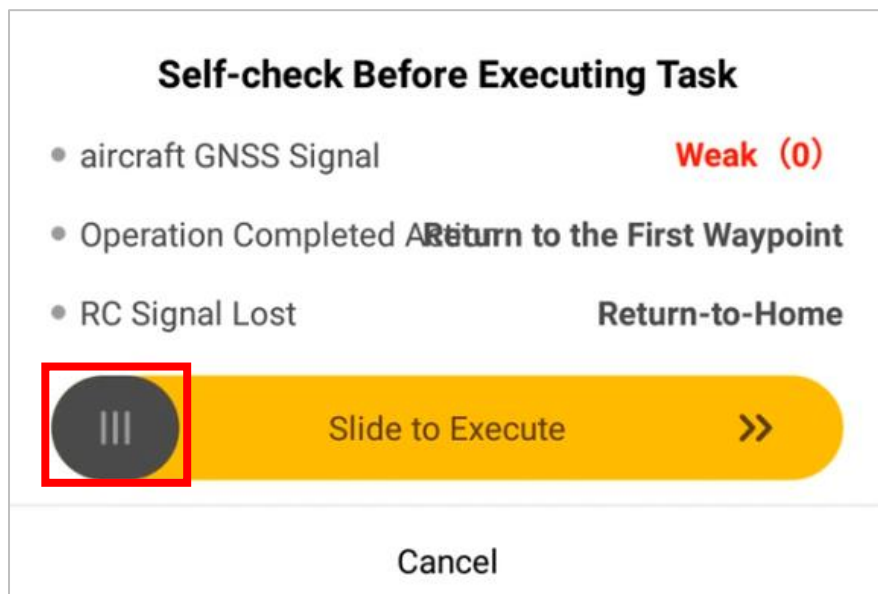
- Luego hacemos clic en **Save** para guardar el plan de vuelo, casi inmediatamente en la pantalla del control aparecerá un mensaje de precauciones (figura 40) para que el operador tenga en cuenta al momento de realizar el vuelo, escogemos la opción **OK**. Finalmente nos aparecerá otro mensaje **Self-check Before Executing Task** en la cual desplegamos el botón gris hacia la derecha para iniciar el vuelo, tal y como se observa en la imagen 41.

**Figura 40:** Mensaje previo al vuelo.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 41:** Orden de inicio de vuelo.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 42:** Inicio de vuelo.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.



**Figura 43:** *Recolección de datos con dron.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**c) Trabajo en gabinete:**

**Materiales y equipos:**

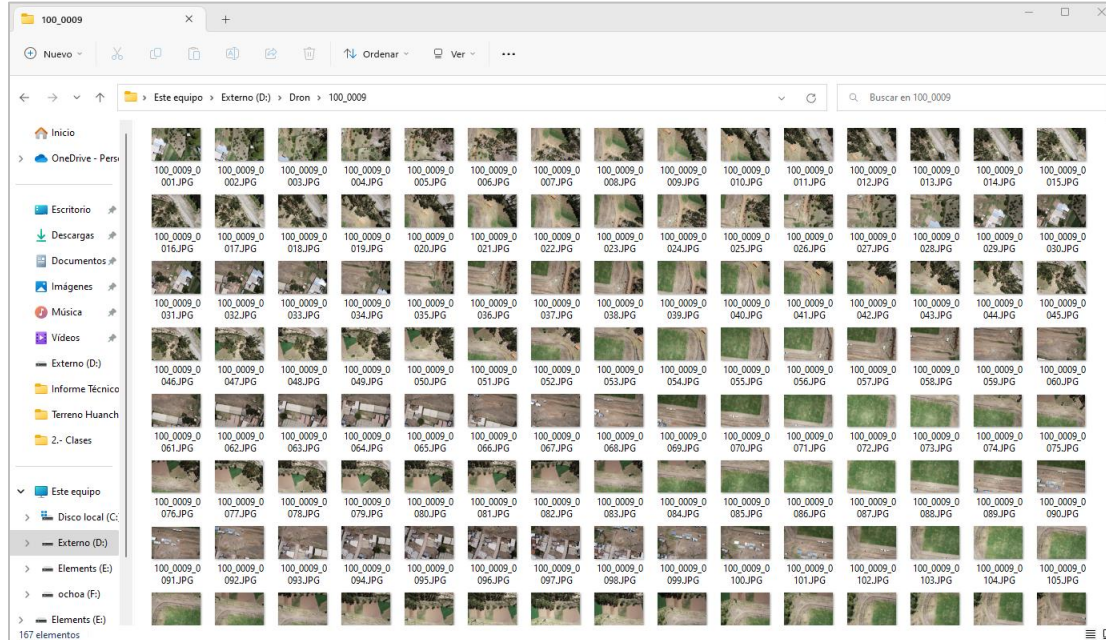
Entre los materiales y equipos usados fueron: computadora de gama alta y el uso del programa, Agisoft Metashape y AutoCAD civil 3d.

**Procedimiento:**

- Haciendo uso de la memoria externa SD de la aeronave se procede a extraer la fotografía que tomó la cámara del dron en una carpeta vacía dentro de la memoria interna de la computadora para su posterior procesamiento, tal y como se ilustra en la figura 44. Seguidamente procedemos a abrir el programa Agisoft Metashape para iniciar el procesamiento de las fotografías, para ello escogemos la opción **Flujo de trabajo** del menú del programa, luego

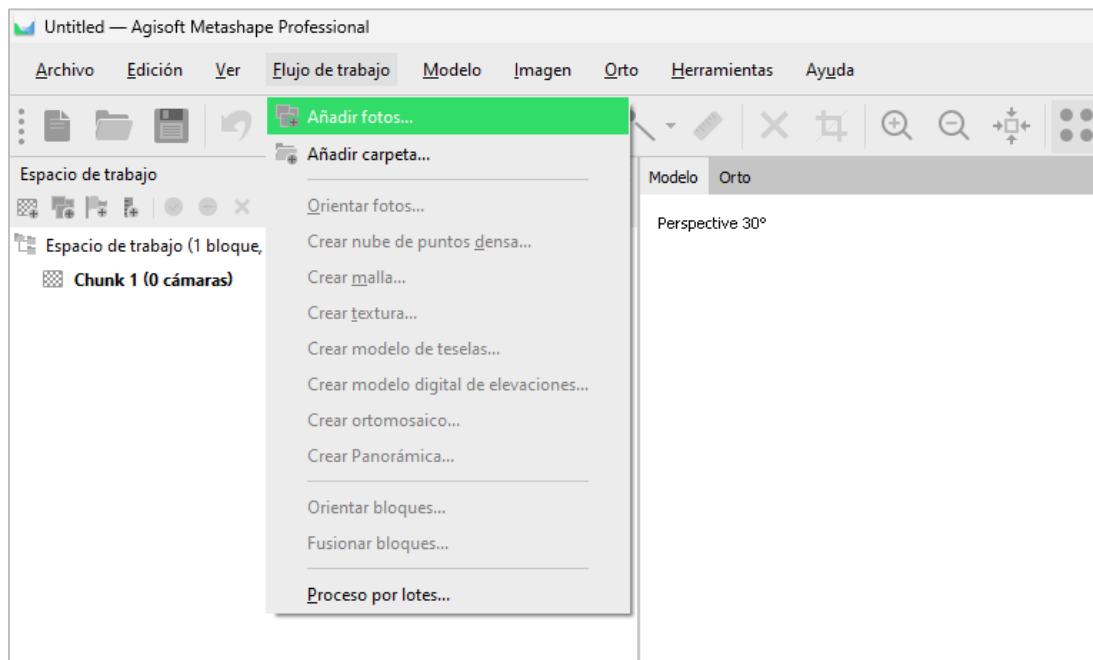
escogemos la opción **Añadir fotos** y buscamos la ubicación las fotografías previamente descargadas (figura 45).

**Figura 44:** Descarga de las fotos tomadas por la aeronave en la PC.




Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 45:** Importación de fotografía en el programa.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

- Posteriormente verificamos que la precisión sea menor a 0.05 metros (figura 46) debido a que el equipo tiene un error máximo de 0.05, y para asegurarnos hacemos clic en los ajustes del sistema de referencia  y en la opción **Precisión de fotocentro (m)** colocamos 0.05 (figura 47).

**Figura 46:** Precisión del levantamiento topográfico con dron.

Cámaras	Longitud	Latitud	Altitud (m)	Precisión (m)	Error	
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	-77.572810	-9.406946	2933.990000	0.00916/0.011...	
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	-77.572844	-9.406783	2934.000000	0.0095/0.0116...	
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	-77.572882	-9.406600	2933.960000	0.00901/0.011...	
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	-77.572921	-9.406420	2933.900000	0.00984/0.012...	
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	-77.572960	-9.406234	2933.970000	0.00932/0.011...	
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	-77.572999	-9.406052	2933.930000	0.00914/0.011...	
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	-77.573038	-9.405868	2933.990000	0.00911/0.011...	
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	-77.573077	-9.405683	2934.010000	0.00903/0.011...	
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	-77.573116	-9.405499	2934.010000	0.00939/0.011...	
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	-77.573155	-9.405314	2934.020000	0.00938/0.011...	

Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 47:** Ajustes de la precisión de fotocentro.

**Ajustes del sistema de referencia** ✕

Sistema de coordenadas  
 ✖

Fotocentros  
 ✖

Referencia de marcador  
 ✖

Ángulos de rotación:

Precisión de medición

**Precisión de fotocentro (m):**

Precisión de rotaciones de cámara (deg):

Precisión de puntos de apoyo (m):

Precisión de distancias de escala (m):

Precisión de coordenadas de cámara

Precisión de marcadores (pix):


Precisión de puntos de paso (pix):

Otros ajustes

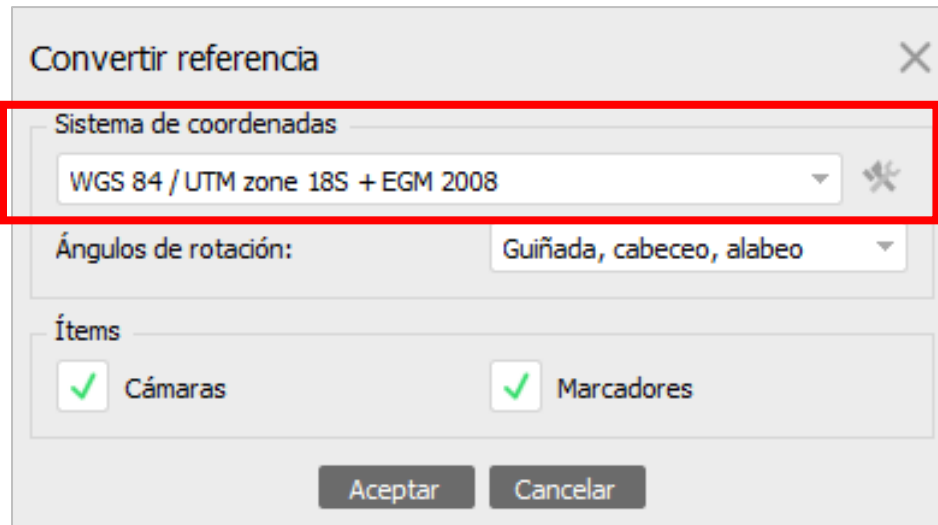
Distancia de captura (m):

Fuente. Tomado por el tesista, 2022.



- Seguidamente hacemos clic en convertir referencia  para convertir las coordenadas geográficas a coordenadas UTM, para ellos escogemos la opción WGS 84 / UTM zone 18S + EGM 2008 tal y como se ilustra en las siguientes figuras.

**Figura 48:** *Conversión de referencia.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

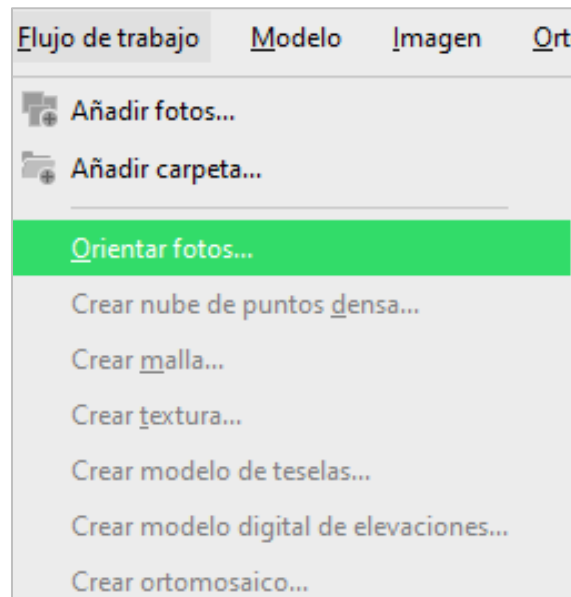
**Figura 49:** *Fotografías en coordenadas UTM WGS84.*

Cámaras	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)	Precisión (m)	Error
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	217444.792370	8959119.112919	2908.380552	0.00916/0.011...
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	217440.932065	8959137.153981	2908.390933	0.0095/0.0116...
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	217436.578154	8959157.310786	2908.351361	0.00901/0.011...
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	217432.185085	8959177.262561	2908.291791	0.00984/0.012...
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	217427.760745	8959197.730946	2908.362227	0.00932/0.011...
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	217423.357515	8959217.868577	2908.322660	0.00914/0.011...
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	217418.883197	8959238.258018	2908.383100	0.00911/0.011...
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	217414.429660	8959258.660893	2908.403538	0.00903/0.011...
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	217409.997334	8959279.018549	2908.403976	0.00939/0.011...
<input checked="" type="checkbox"/>	100_0...	217405.542252	8959300.457907	2908.424415	0.00938/0.011...

*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

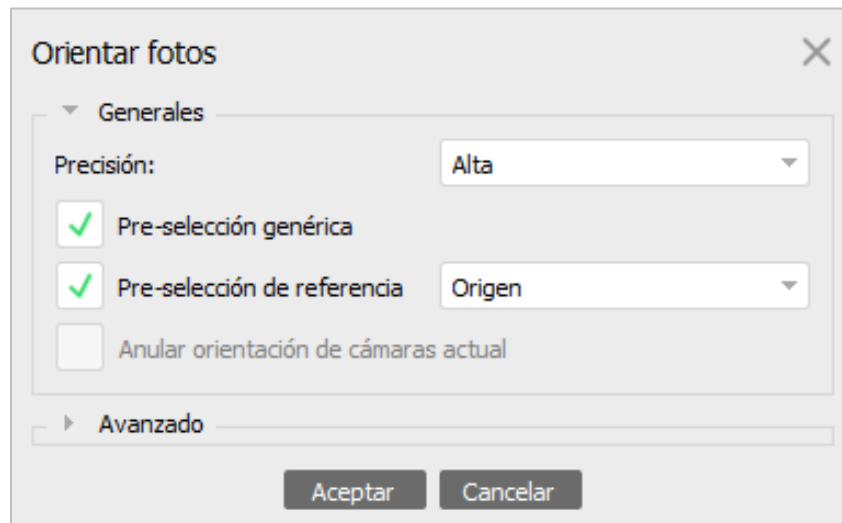
- Posteriormente dentro del menú del programa escogemos Flujo de trabajo y seguidamente clic en **Orientar fotos** tal y como se muestra en la figura 50, luego de ello se abrirá la ventana de orientar fotos en la cual escogemos la precisión **Alta** y aceptamos.

**Figura 50:** *Conversión de referencia.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

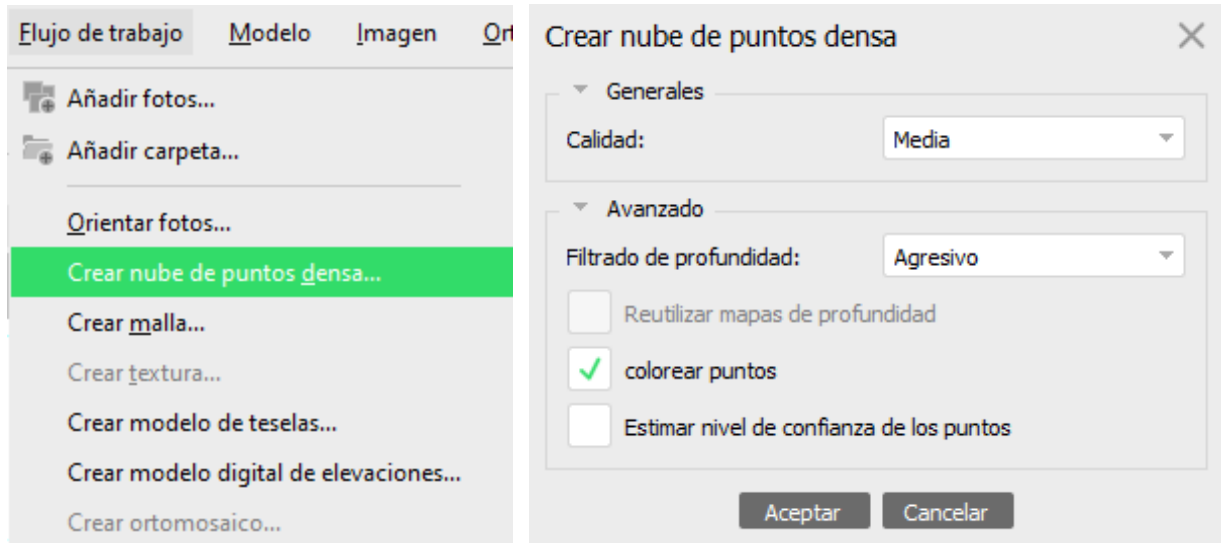
**Figura 51:** *Precisión de la orientación de fotografías.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

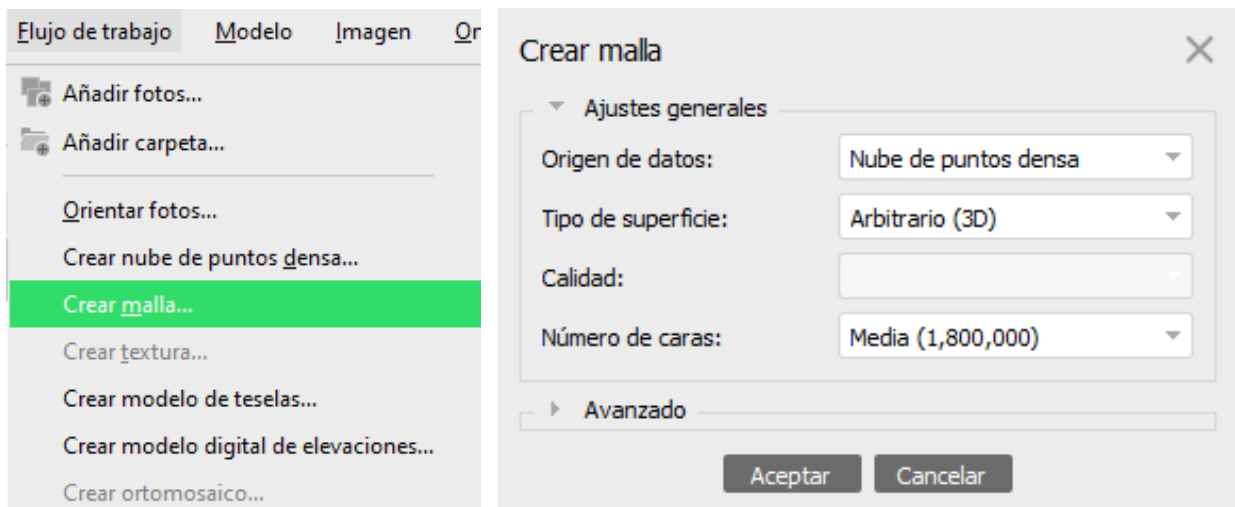
- Seguidamente dentro del menú del programa escogemos Flujo de trabajo y seguidamente clic en **Crear nube de puntos densa**, para crear la nube de puntos en calidad media y con un filtrado de profundidad agresivo, tal y como se muestra en la siguiente ilustración. Posteriormente creamos la malla en calidad y número de caras media.

**Figura 52:** Creación de nube de puntos.



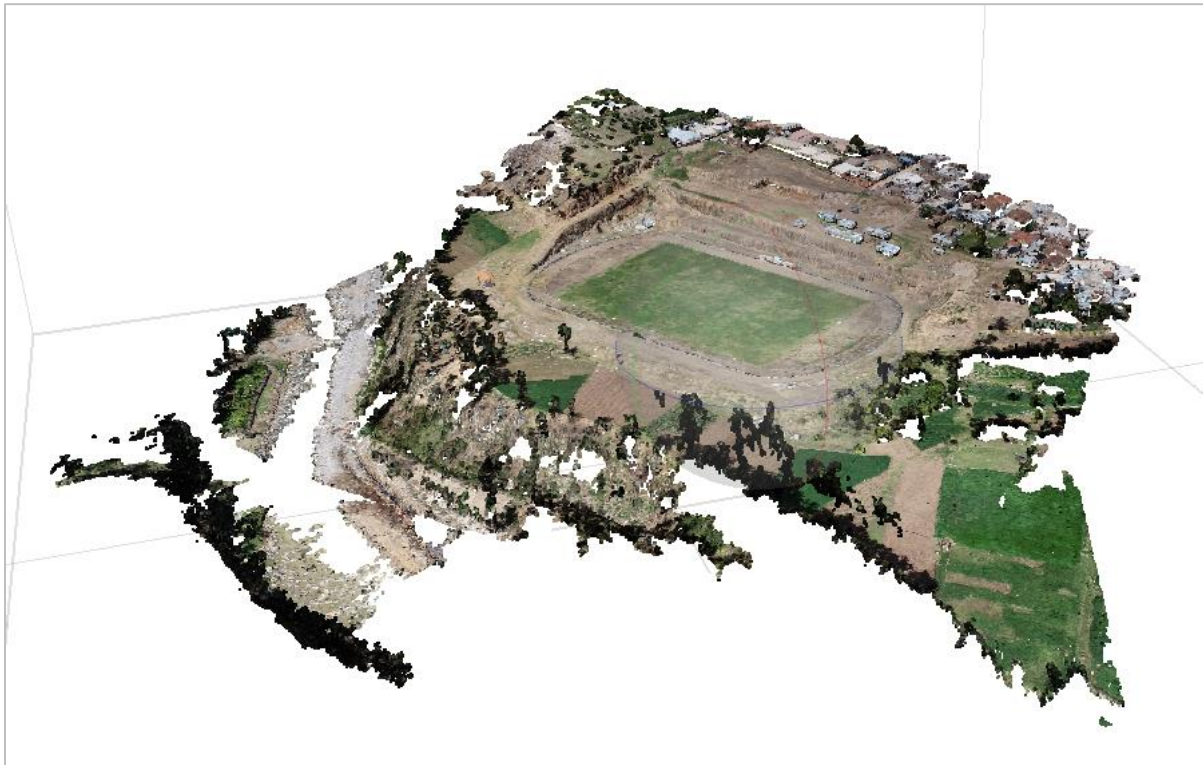
Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 53:** Creación de malla.



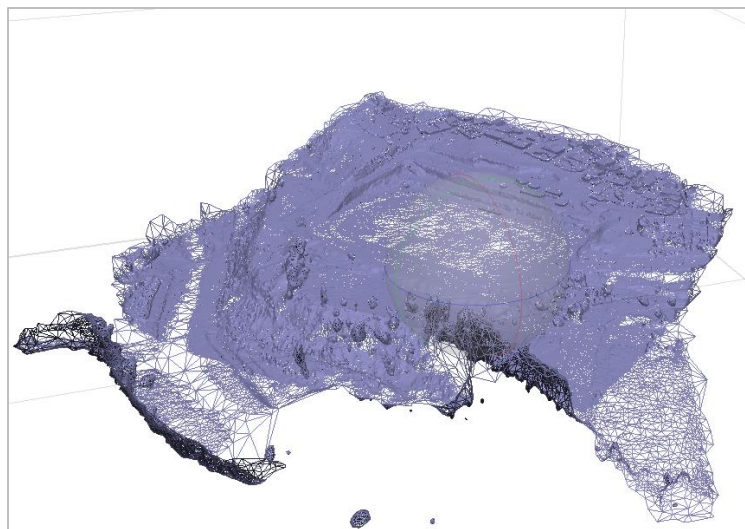
Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 54:** *Vista de nube de puntos densa.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

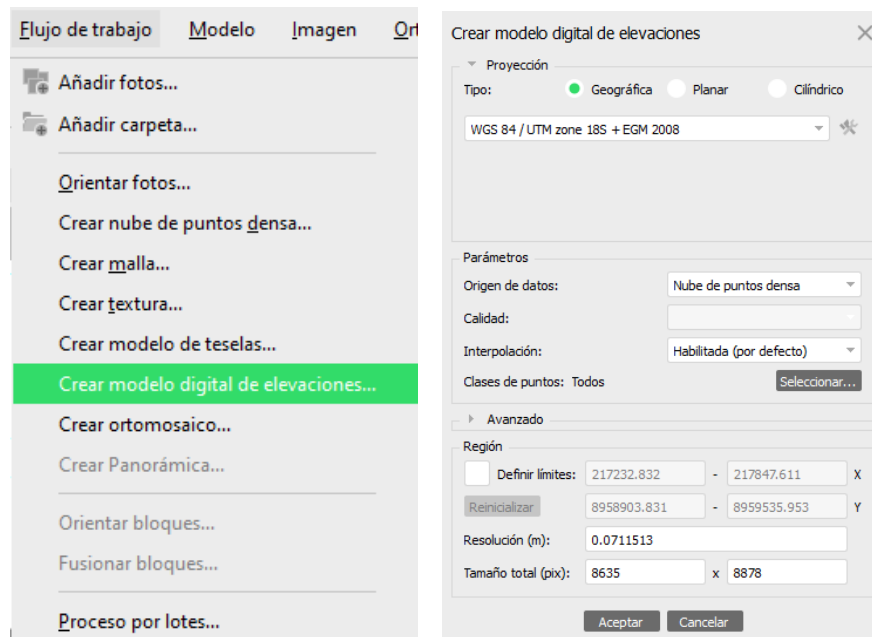
**Figura 55:** *Vista de malla.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

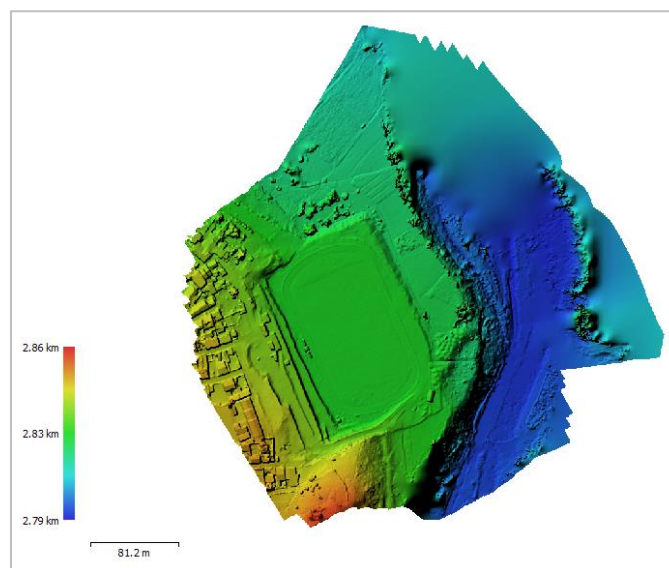
- Luego procedemos a crear el modelo digital de elevaciones, para lo cual escogemos Flujo de trabajo y seguidamente clic en **Crear modelo digital de elevaciones**, para lo cual seleccionamos como los datos fuente la nube de puntos densa creada anteriormente.

**Figura 56:** Creación del modelo digital de elevaciones.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 57:** Modelo digital de elevaciones.

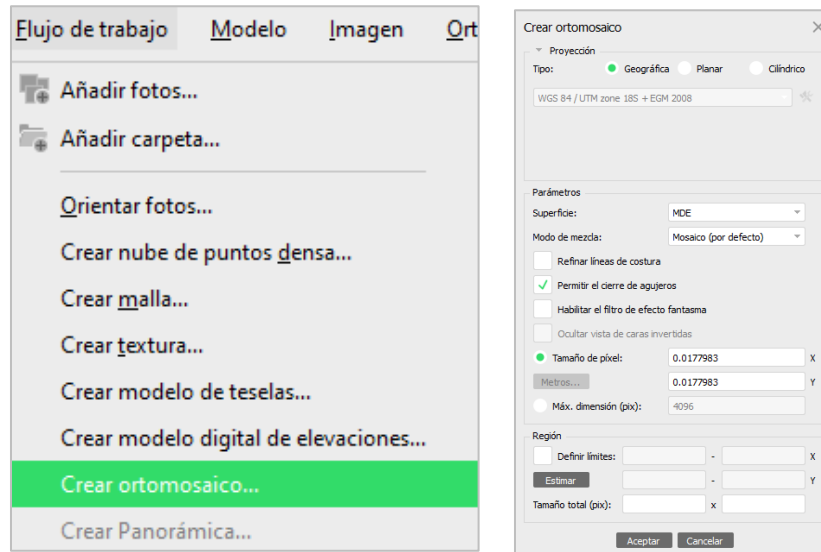


*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.



- Posteriormente procedemos a crear la imagen de orto mosaico, para lo cual escogemos Flujo de trabajo y seguidamente clic en **Crear ortomosaico**, para lo cual seleccionamos como la superficie el modelo digital de elevaciones creada anteriormente.

**Figura 58:** Creación del ortomosaico.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

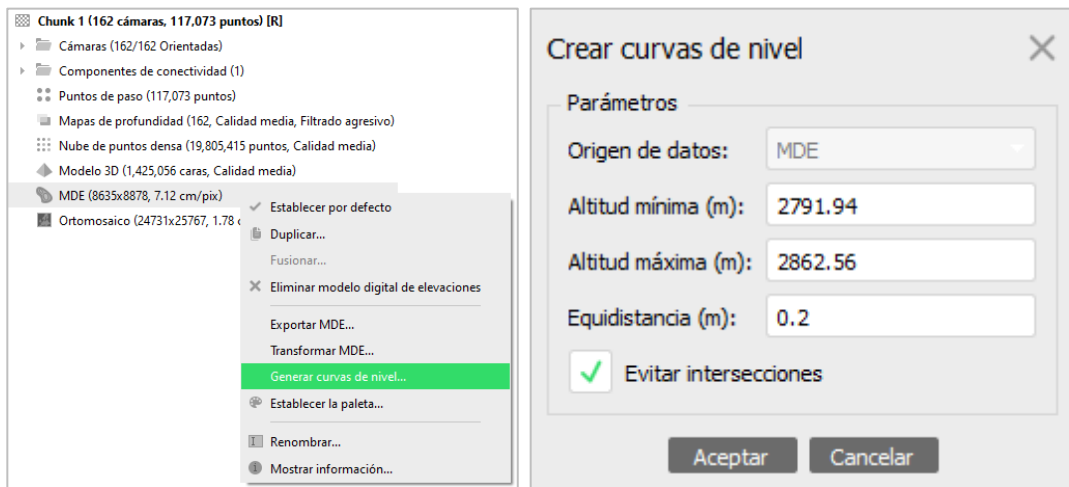
**Figura 59:** Ortomosaico.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

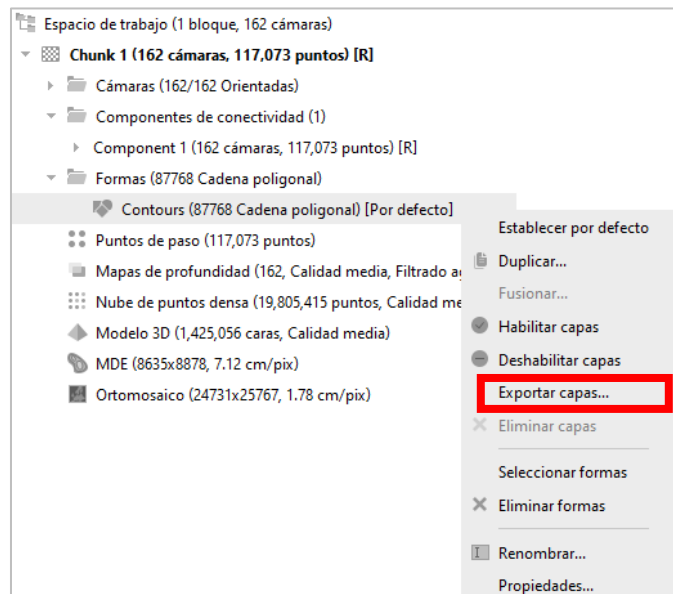
- Luego de ello procedemos a generar las curvas de nivel del procesamiento antes realizado, para ello hacemos anti clic en el modelo digital de elevaciones y seleccionamos **Generar curvas de nivel**, dentro de la opción de crear curvas de nivel colocamos una equidistancia de 0.20 metros a fin de generar la mayor precisión posible. Seguidamente exportamos las curvas de nivel en formato DXF y en una ubicación dentro del archivo del pc.

**Figura 60:** Creación de curvas de nivel.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 61:** Exportación de curvas de nivel.

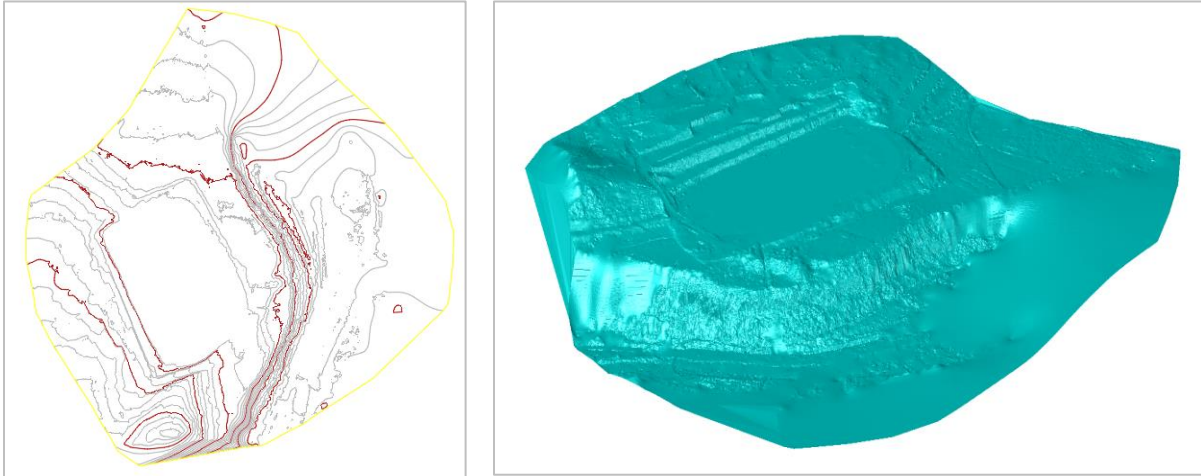


Fuente. Tomado por el tesista, 2022.



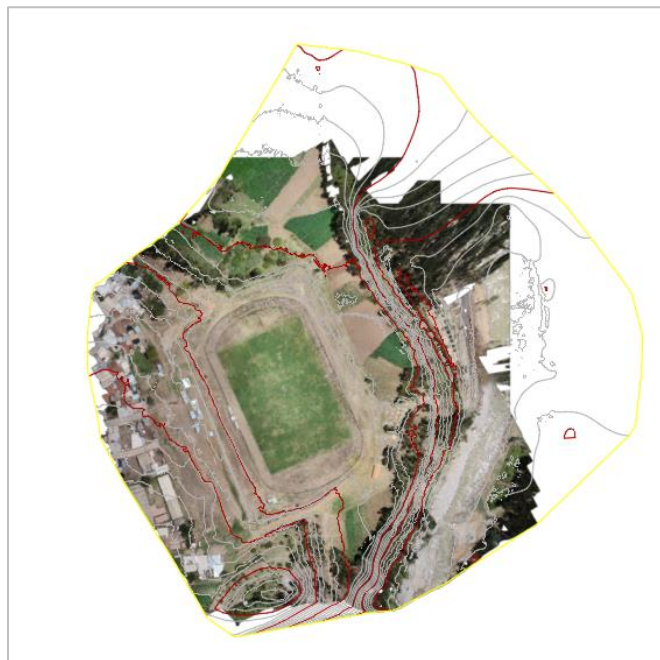
- Seguidamente procedemos a abrir el archivo DXF exportado anteriormente con el programa AutoCAD civil 3D (figura 62), luego de ello hacemos el llamado del comando **Mapiinsert** con el cual ubicamos nuestra imagen ortomosaico y procedemos a importar la imagen georeferenciada del dron, tal y como se observa en la figura 63.

**Figura 62:** Archivo DXF exportado.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

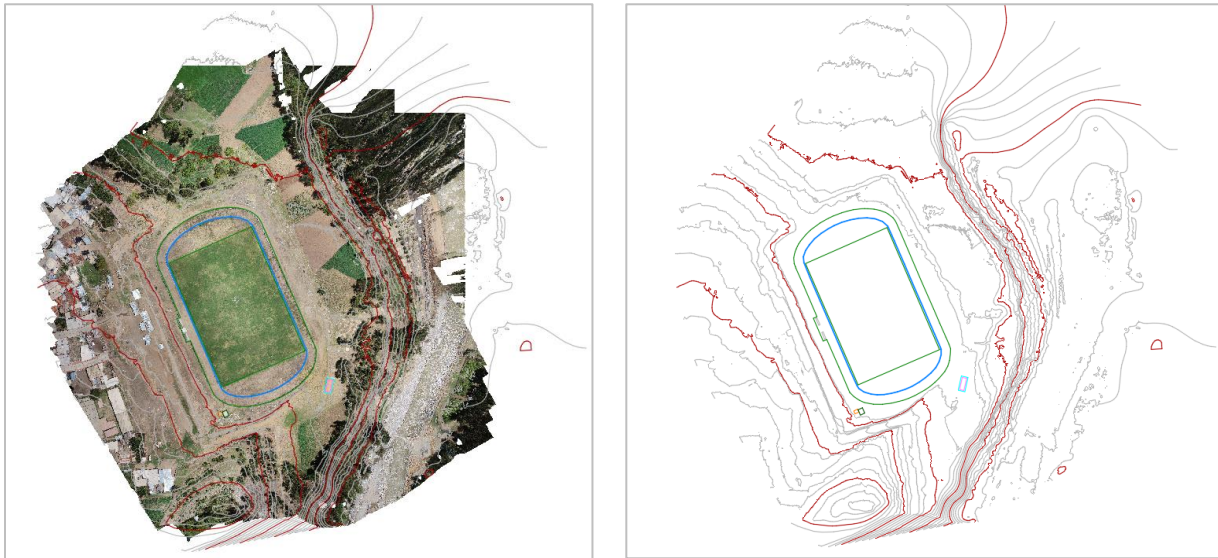
**Figura 63:** Curvas de nivel obtenidos con dron.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

- Con la ayuda de la libreta de campo y la imagen de fondo, y mediante el comando **Polyline** dibujamos el contorno del estadio hasta delimitar la forma del campo tal y como se muestra en la siguiente figura. Esto nos permitirá ordenar y clasificar los puntos para su análisis respectivo.

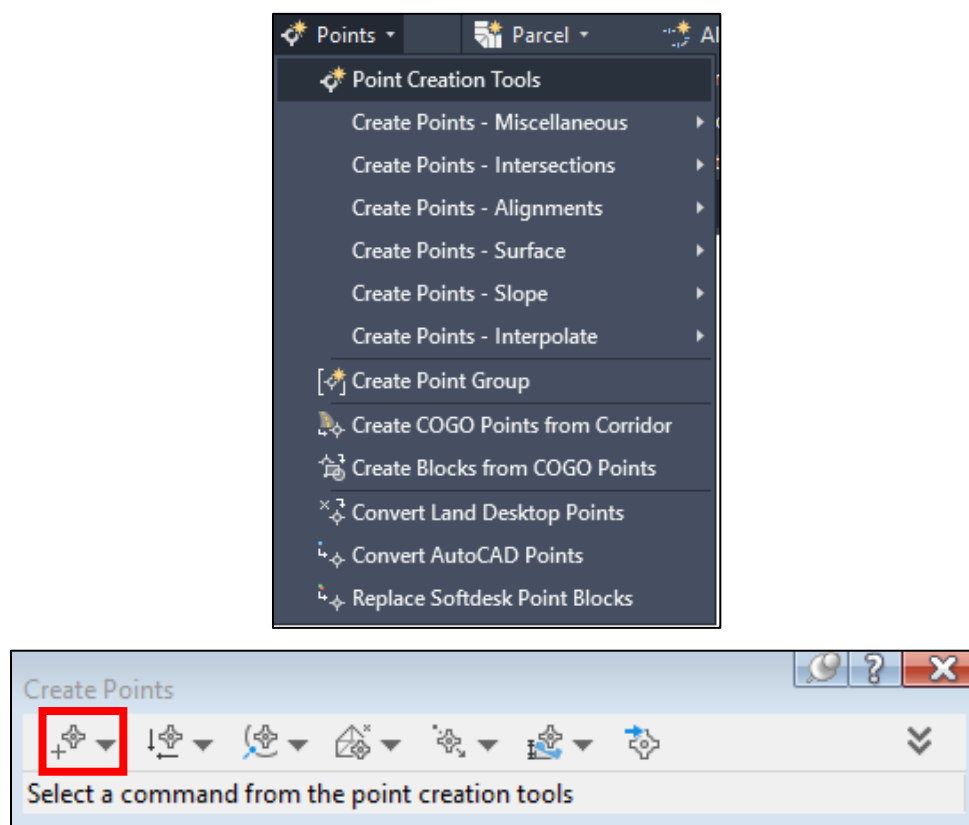
**Figura 64:** Levantamiento topográfico con dron.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

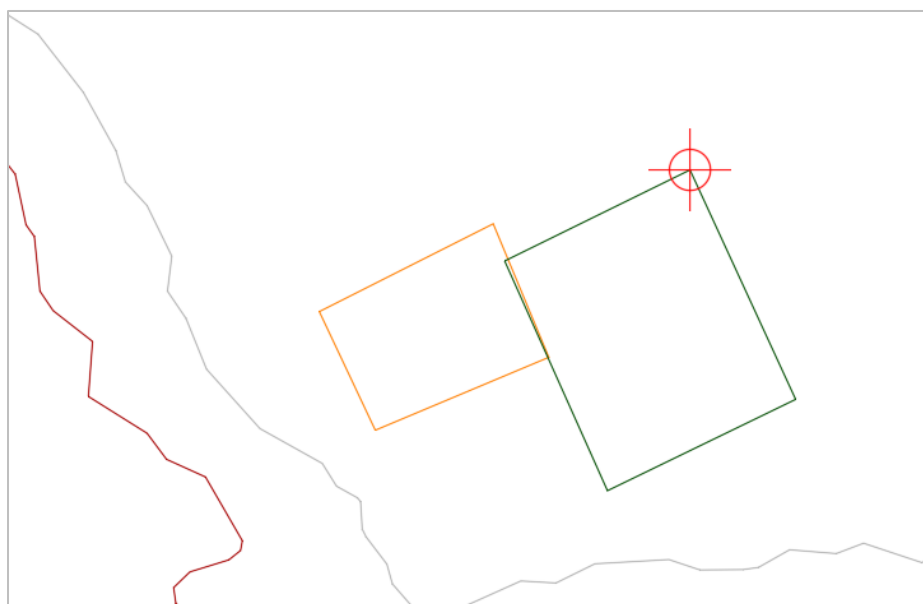
- Seguidamente dentro del programa AutoCAD civil 3D en el mismo archivo, iniciamos con la creación de los puntos de análisis tal y como se muestra en las siguientes imágenes. Para ello dentro del menú **Home** del programa desplegamos la opción de **Points** donde se escoge la primera opción **Pont Cretion Tools**, la cual abrirá una ventana llamada **Create Points** en la cual escogemos la primera opción de **Create Points Manual**. Con la ayuda del cursor del mouse nos ubicamos en el punto de análisis y hacemos clic para que el programa cree un punto, luego de ello escogemos el punto y con anti clic escogemos la opción de **Elevations from Surface**, esta opción nos abrirá una ventana llamada **Select Surface** en la cual escogemos nuestra superficie y hacemos clic en **Ok**, este procedimiento hará que nuestro punto creado tome el valor de la superficie levantada con dron.

**Figura 65:** Procedimiento para la importación de puntos – dron.



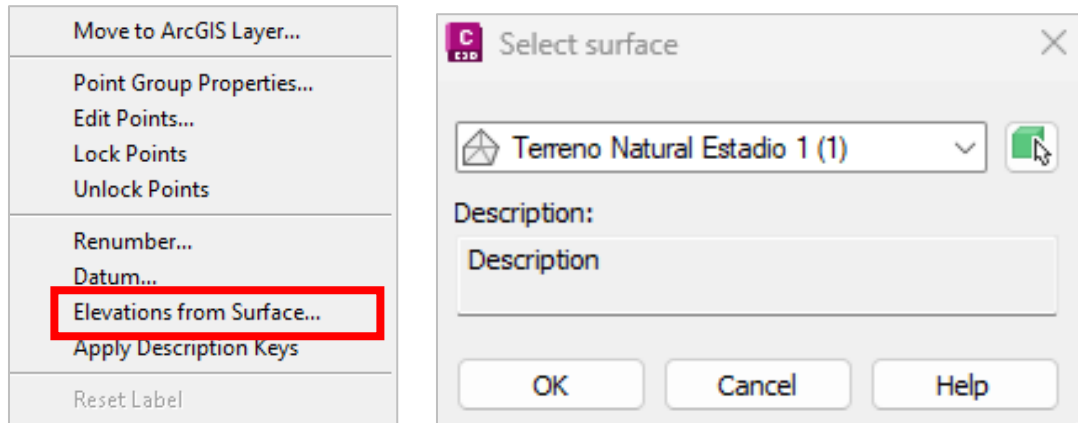
Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 66:** Creación de un punto topográfico de forma manual.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 67:** Configuración de la cota del punto creado.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

**d) Datos obtenidos:**

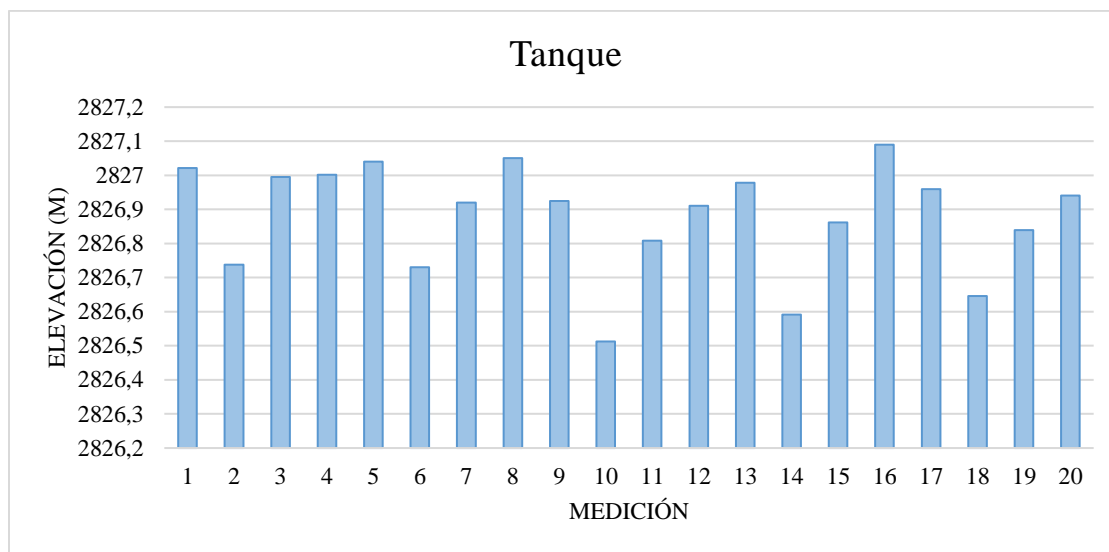
Se obtuvo las elevaciones de un mismo punto fijo constante tomadas de los vértices del tanque enterrado de concreto, dichos datos se muestran en la tabla 14.

**Tabla 14:** Datos obtenidos de elevación de tanque de agua – dron.

Descripción	Medida	Valor medido (m)	Medida	Valor medido (m)
Tanque	1	2827.021	11	2826.808
	2	2826.738	12	2826.911
	3	2826.995	13	2826.978
	4	2827.002	14	2826.591
	5	2827.040	15	2826.862
	6	2826.730	16	2827.090
	7	2826.920	17	2826.959
	8	2827.050	18	2826.646
	9	2826.925	19	2826.839
	10	2826.513	20	2826.941

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 68:** Gráfico comparativo de elevación de tanque con dron.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

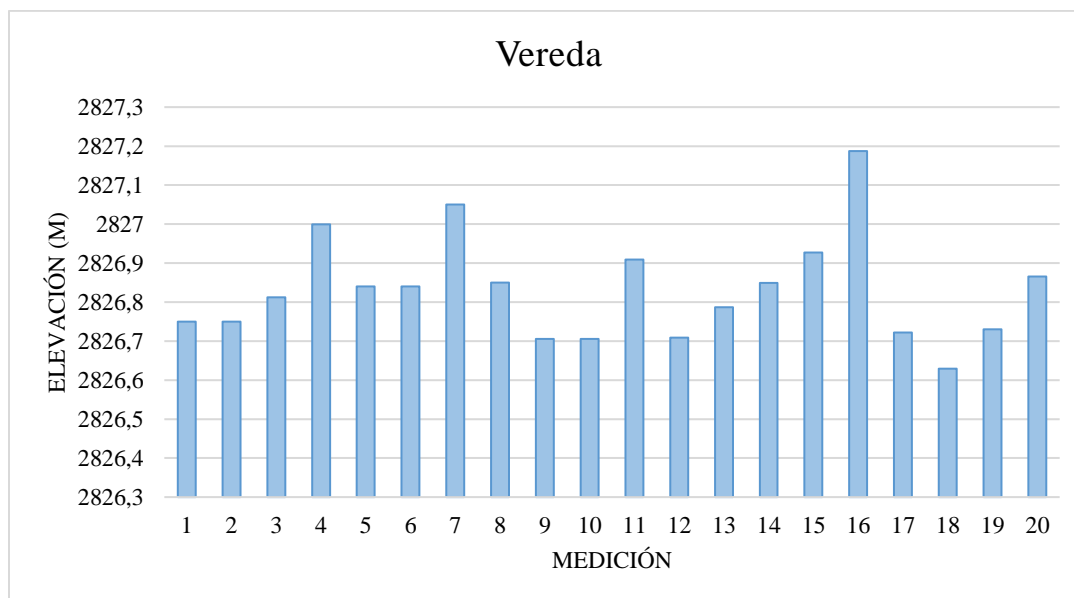
Se obtuvo las elevaciones de un mismo punto fijo constante tomadas de los vértices de la vereda existente perimetral, dichos datos se muestran la tabla 15.

**Tabla 15:** Datos obtenidos de elevación de vereda – dron.

Descripción	Medida	Valor medido (m)	Medida	Valor medido (m)
Vereda	1	2826.750	11	2826.909
	2	2826.750	12	2826.709
	3	2826.812	13	2826.787
	4	2826.999	14	2826.849
	5	2826.840	15	2826.927
	6	2826.840	16	2827.187
	7	2827.050	17	2826.722
	8	2826.850	18	2826.629
	9	2826.706	19	2826.730
	10	2826.706	20	2826.866

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 69:** Gráfico comparativo de elevación de vereda con dron.



*Fuente.* Elaboración propia, 2022.

Se obtuvo las coordenadas de un mismo punto fijo constante tomadas de un poste de concreto existente, dichos datos se muestran en la tabla 6.

**Tabla 16:** Datos obtenidos de coordenadas de poste – dron.

Descripción	Medida	Valor medido	
		Este (m)	Norte (m)
Poste	1	217492.140	8959124.316
	2	217492.173	8959124.316
	3	217492.370	8959124.413
	4	217492.115	8959124.619
	5	217492.388	8959124.419

*Fuente.* Elaborado por el tesista, 2022.



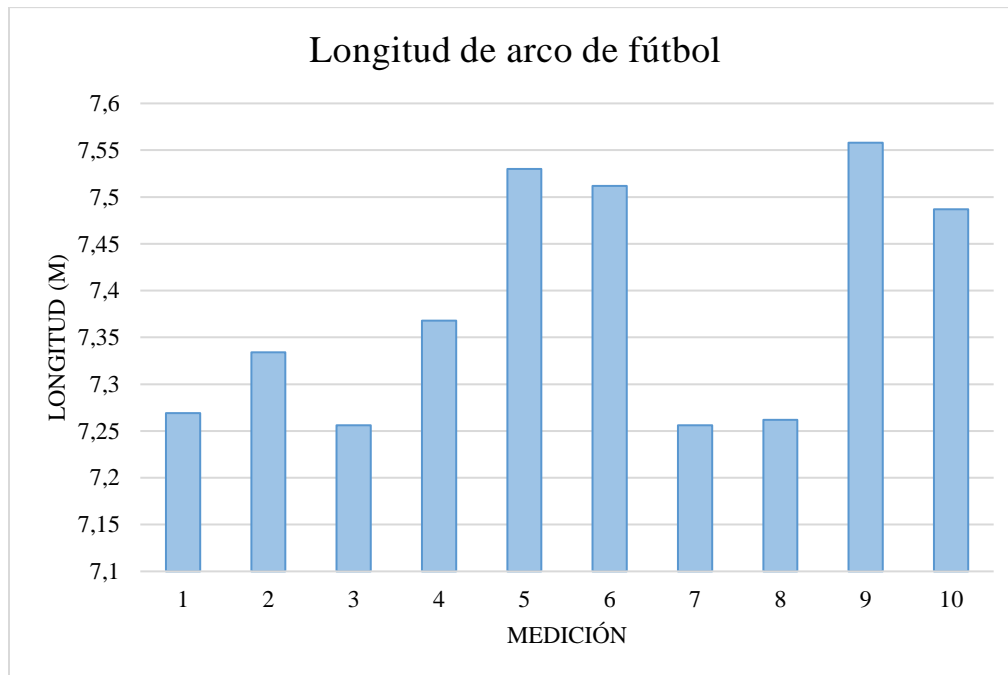
Se obtuvo las longitudes entre los postes de los arcos de fútbol, dichos datos se muestran la tabla 17.

**Tabla 17:** Datos obtenidos de longitud de arco de fútbol – dron.

Descripción	Medida	Longitud (m)	Medida	Longitud (m)
Arco	1	7.269	6	7.512
	2	7.334	7	7.256
	3	7.256	8	7.262
	4	7.368	9	7.558
	5	7.530	10	7.487

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 70:** Gráfico comparativo de longitud de arco de fútbol con dron.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

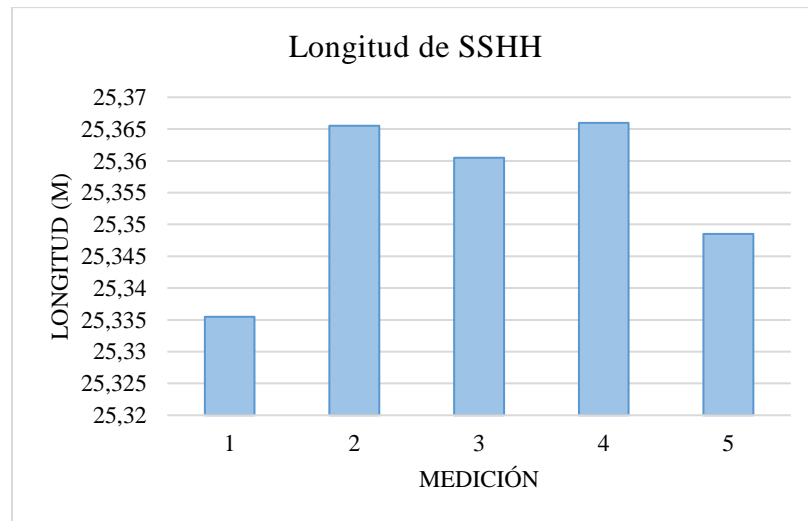
Se obtuvo las longitudes del perímetro de la estructura del baño, dichos datos se muestran la tabla 18.

**Tabla 18:** Datos obtenidos de longitud perimetral de los SSHH – dron.

Descripción	Medida	Longitud (m)
SSHH	1	25.336
	2	25.366
	3	25.361
	4	25.366
	5	25.349

Fuente. Elaboración propia, 2022.

**Figura 71:** Gráfico comparativo de longitud de SSHH con dron.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

Se obtuvo las coordenadas de la puerta de ingreso del sector oriente, tal y como se muestran en la tabla 18.

**Tabla 19:** Datos obtenidos de coordenadas de puerta de oriente – dron.

Descripción	Medida	Valor medido	
		Este (m)	Norte (m)
Puerta oriente	1	217480.110	8959200.903
	2	217480.135	8959200.915
	3	217480.101	8959201.026
	4	217479.874	8959201.086
	5	217480.062	8959200.993

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

Se obtuvo las coordenadas de la puerta de ingreso del sector occidente, tal y como se muestran en la tabla 19.

**Tabla 20:** Datos obtenidos de coordenadas de puerta de occidente – dron.

Descripción	Medida	Valor medido	
		Este (m)	Norte (m)
Puerta occidente	1	217562.256	8959237.676
	2	217562.302	8959237.690
	3	217561.333	8959239.995
	4	217562.302	8959237.669
	5	217561.308	8959239.992

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

Se obtuvo las coordenadas de la caseta, tal y como se muestran en la tabla 20.

**Tabla 21:** Datos obtenidos de coordenadas de la caseta – dron.

Descripción	Medida	Valor medido	Valor medido
		Este (m)	Norte (m)
Caseta	1	217507.550	8959139.133
	2	217507.583	8959139.171
	3	217507.714	8959139.252
	4	217507.455	8959139.34
	5	217507.701	8959139.245

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

Se obtuvo las coordenadas de los servicios higiénicos, tal y como se muestran en la tabla 21.

**Tabla 22:** Datos obtenidos de coordenadas de los SSHH – dron.

Descripción	Medida	Valor medido	Valor medido
		Este (m)	Norte (m)
SSHH	1	217592.604	8959167.804
	2	217592.583	8959167.822
	3	217592.761	8959167.902
	4	217592.529	8959167.962
	5	217592.725	8959167.904

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

### 3.8.3. Recolección de datos con gps diferencial:

#### a) *Reconocimiento del terreno y plan de trabajo:*

Similar al reconocimiento del terreno para la recolección de datos con estación total y el dron, en la visita al terreno de estudio se identificó y realizó un análisis preliminar de las metodología y estrategias a usar en el campo con la finalidad de obtener los datos necesarios para la investigación.

Posteriormente luego del reconocimiento del terreno se procedió a elaborar el plan de trabajo para la recolección de datos con el gps diferencial, para lo cual se hizo uso de la libreta de campo en la cual se registró:

- Tipo de levantamiento.
- Tipo de punto.
- Operador.
- Nombre del proyecto.
- Graduando.
- La marca, modelo, serie, número de baterías, % de batería, color, estado, limitantes de la aeronave y el control.
- Datum y ubicación.
- Geomagnetismo
- Altura de instrumento.
- Croquis del área de trabajo
- Códigos y descripción de los puntos.
- Posición inicial de la base o punto de referencia.

Todos estos datos nos permitirán realizar un levantamiento topográfico en condiciones óptimas las cuales nos permitan obtener datos confiables y coherentes. Es preciso señalar que se adjunta la libreta de campo en el apartado de anexos de la presente tesis.

**b) Trabajo de campo:**

**Materiales y equipos:**

Entre los materiales y equipos usados fueron: batería de 12v, antena, bastón, trípode, base gnss, base móvil gnss, colector de datos y radio control.

**Figura 72:** *Materiales y equipos usados para la recolección de datos con gps diferencial.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**Procedimiento:**

- Teniendo las patas juntas del trípode se procede a liberar los tornillos de sujeción tratando de que el nivel de la plataforma coincida aproximadamente entre el pecho y el mentón. Una vez ubicada dicha posición se procede a ajustar los tornillos de las patas del trípode para luego con las patas fijas proceder a estirar las patas tratando de aproximar el eje de la plataforma sobre el punto de estación definido anteriormente y del mismo modo tratando que la plataforma este lo más horizontal posible. Finalmente haciendo uso de la extensión de fijación se coloca la base gnss encima del trípode fijando el equipo mediante



su tornillo de fijación a la plataforma de del trípode, así tal y como se muestra en las siguientes figuras.

**Figura 73:** *Colocación del trípode del gps diferencial.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 74:** *Colocación del soporte del trípode y base del gps diferencial.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 75:** Colocación del bastón de la base del gps diferencial.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

- Posteriormente se sitúa los tornillos de nivelación de la plataforma en la mitad de su recorrido, para luego fijar una de las patas del trípode en el suelo pisando la punta de la pata hasta lograr que la punta del trípode este hundida en el terreno. Luego teniendo como punto fijo y de apoyo a la pata fijada del trípode se procede a realizar el “avión” con la finalidad de encontrar el punto de estación definido por el tesista. Para ello se coloca el pie en el punto de estación y se agarra el trípode por las patas que no fueron fijadas visando en todo momento por la plomada óptica; mediante el desplazamiento lento y progresivo a lo largo de la pierna hasta visar el pie se intenta bisecar la plomada óptica con el punto de estación, seguidamente se maniobra sobre los tornillos de enfoque y ocular de la plomada óptica para enfocar nítidamente la imagen del punto de estación y evitar así el “error de paralaje”, luego de ello se clava en la tierra las dos patas restantes del trípode logrando el bisecado de la plomada óptica con el punto de estación, luego se procede al calado del nivel esférico o “ojo de pollo”, para ello la burbuja se sitúa entre dos de las patas del

trípode mediante el alargamiento o acortamiento de las mismas, luego de ello subiendo o bajando la otra pata se sitúa la burbuja en el círculo graduado tal y como se representa en la figura 76. Finalmente, el trípode con la base estará estacionadas, tal y como se ilustra en la siguiente imagen.

**Figura 76:** *Calado de ojo de pollo de trípode de gps diferencial.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 77:** *Trípode y base gnss estacionadas.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.



- Luego de ello se procede a armar e instalar la radio y la antena del gps diferencial, para ello primero se coloca la radio a un costado del trípode tratando de no mover el trípode en ningún momento, tal y como se ilustra en la figura 78. Seguidamente se procede a colocar en la otra pata del trípode el soporte de la antena la cual deberá esta fijada y sin mover el trípode, tal y como se muestra en la figura 79. Finalmente colocamos la antena sobre el soporte y el gps diferencial estará instalado en su totalidad.

**Figura 78:** Colocación de la radio antena del gps diferencial.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 79:** Colocación de la base de soporte de la antena del gps diferencial.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 80:** Colocación de la antena del gps diferencial.



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 81:** Gps diferencial armado.

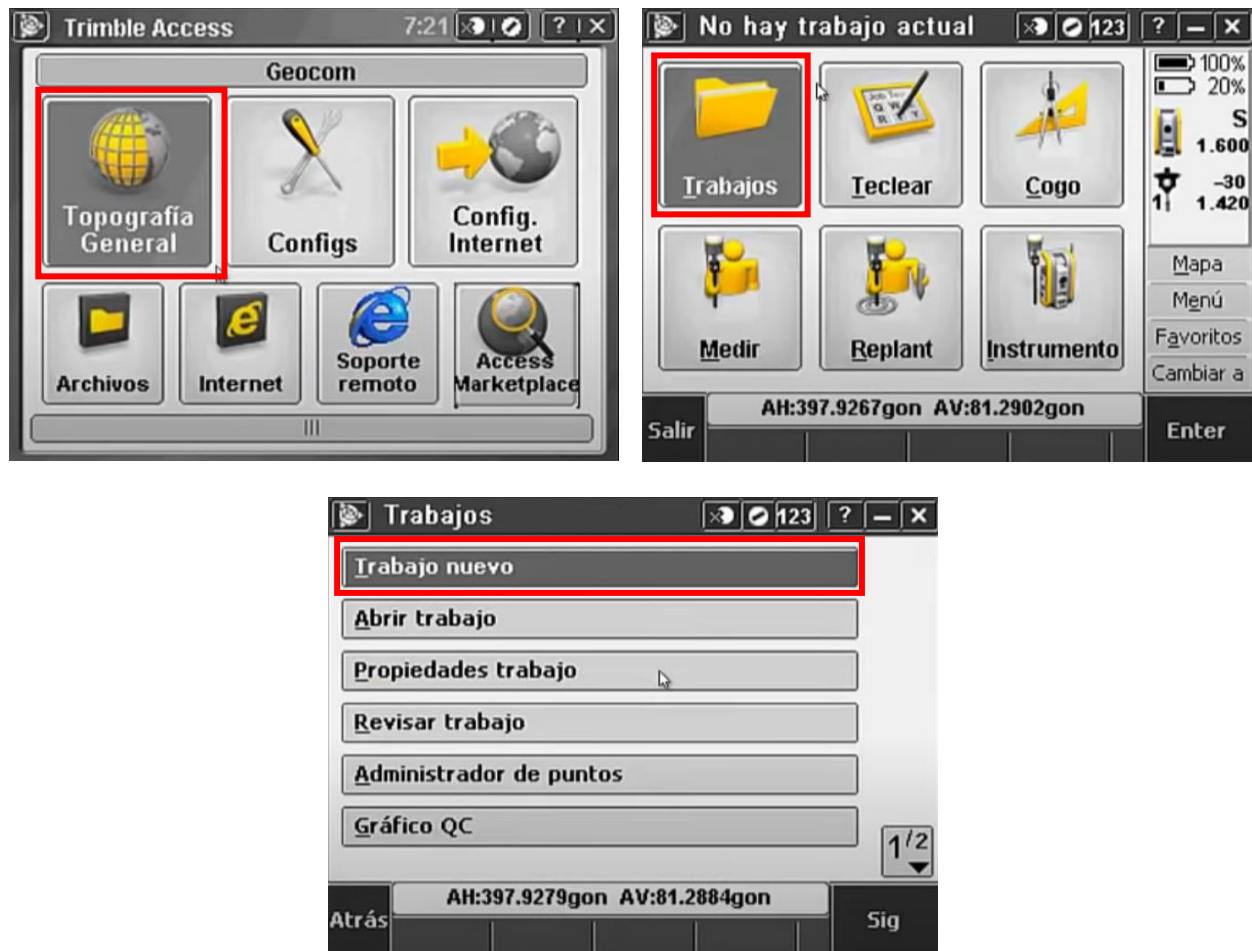


*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

- Posteriormente se coloca una batería dentro del equipo para encenderla y proceder a configurar el levantamiento topográfico entre la base, rover y la radio, para ello, dentro del menú de opciones que aparece en la pantalla de colector de datos escogemos la opción **Topografía General**, luego en **Trabajos**, para crear un trabajo nuevo. Dentro de la opción **Trabajo Nuevo** ingresamos el nombre del trabajo, el sistema de coordenadas UTM WGS84 18S, las unidades de medida y la altura de la base estacionada.

Finalmente procedemos a iniciar el levantamiento topográfico en modo RTK con la ayuda del rover.

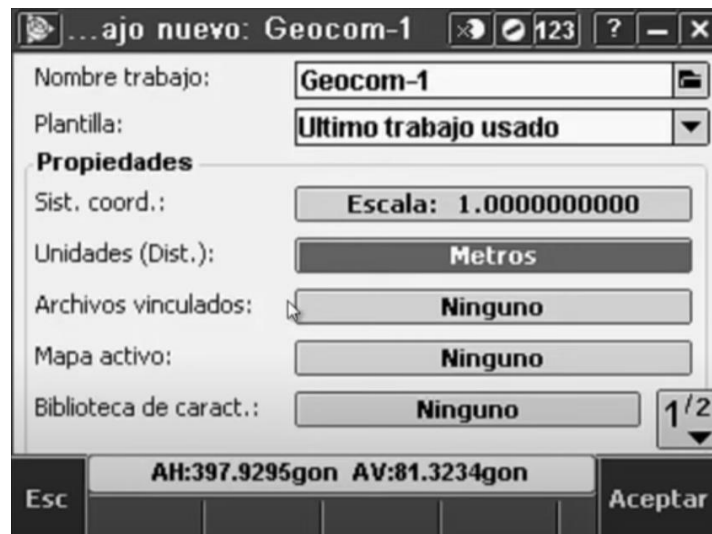
**Figura 82:** Creación de trabajo nuevo con GPS diferencial.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.



**Figura 83:** Configuración del sistema de coordenadas y unidades.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 84:** Medición de la altura de la base de GPS diferencial.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 85:** *Vista panorámica con GPS diferencial.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

**Figura 86:** *Recolección de datos con GPS diferencial.*



*Fuente.* Tomado por el tesista, 2022.

c) *Trabajo en gabinete:*

**Materiales y equipos:**

Entre los materiales y equipos usados fueron: computadora de gama alta y el uso del programa Excel y AutoCAD civil 3d.

**Procedimiento:**

- Haciendo uso de una memoria externa se extrae los datos de la memoria interna del colector de datos del GPS diferencial en formato CSV. El archivo a extraer se extraerá en orden de punto, este, norte, elevación y descripción, es preciso señalar que cada punto tomado fue tomado en base al código establecido en el plan de trabajo.

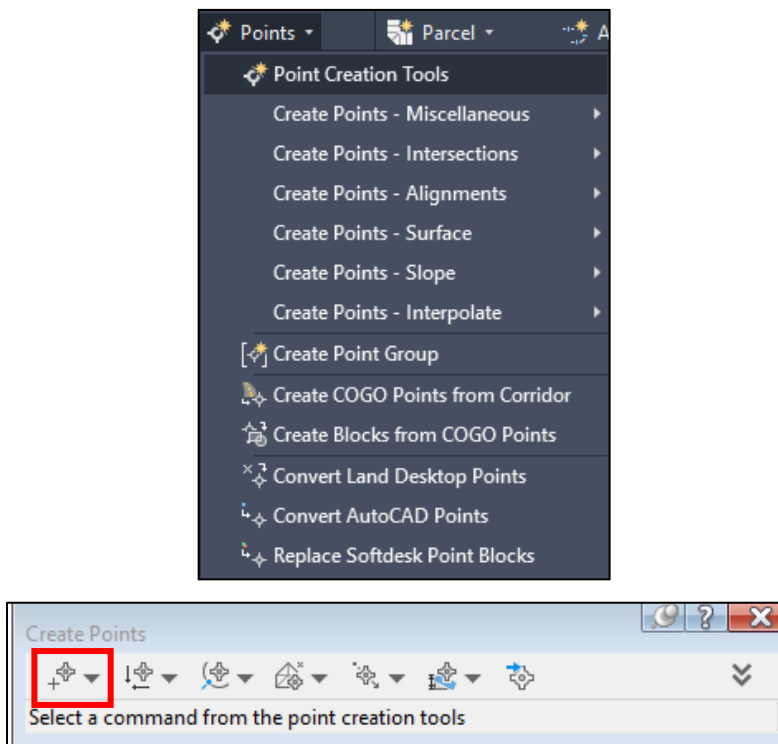
**Tabla 23:** *Descripción de los puntos – gps diferencial.*

Código	Descripción	Código	Descripción
PST	Poste	V	Vereda
TNQ	Tanque	BNO	Baño
PRT	Puerta	ACIENT	Asiento
CERC	Cerco	AR	Arco

*Fuente.* Elaborada por el tesista, 2022.

- Seguidamente se inicia el programa AutoCAD civil 3D con un archivo nuevo, para luego iniciar con la importación de los puntos tal y como se muestra en las siguientes imágenes. Dentro del menú **Home** del programa desplegamos la opción de **Points** donde se escoge la primera opción **Pont Cretion Tools**, la cual abrirá una ventana llamada **Create Points** en la cual escogemos la última opción de **Import Points**.

**Figura 87:** Procedimiento para la importación de puntos – gps diferencial.



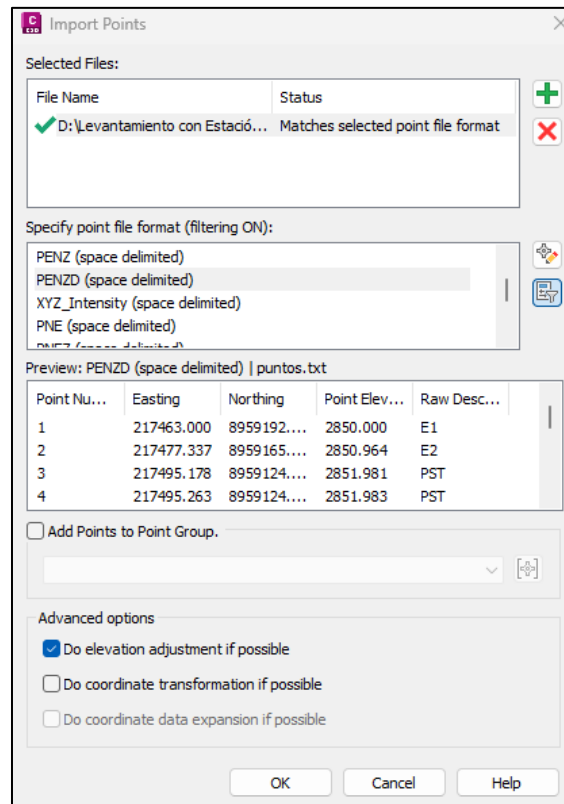
Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

- Luego el programa abrirá una ventana tal y como se muestra en la figura 88, en la cual hacemos clic en la cruz verde y se ubicó nuestro archivo extraído en formato CSV de la estación total, luego en el segundo recuadro se escoge el formato con la cual fue extraída nuestra información, es decir, en el orden de:
  - 1° punto
  - 2° coordenada este
  - 3° coordenado norte
  - 4° elevación o cota
  - 5° descripción

Esto para que el programa pueda reconocer cada componente en orden. Finalmente hacemos clic en **OK** y el programa importará los puntos como se muestra en la figura 19.

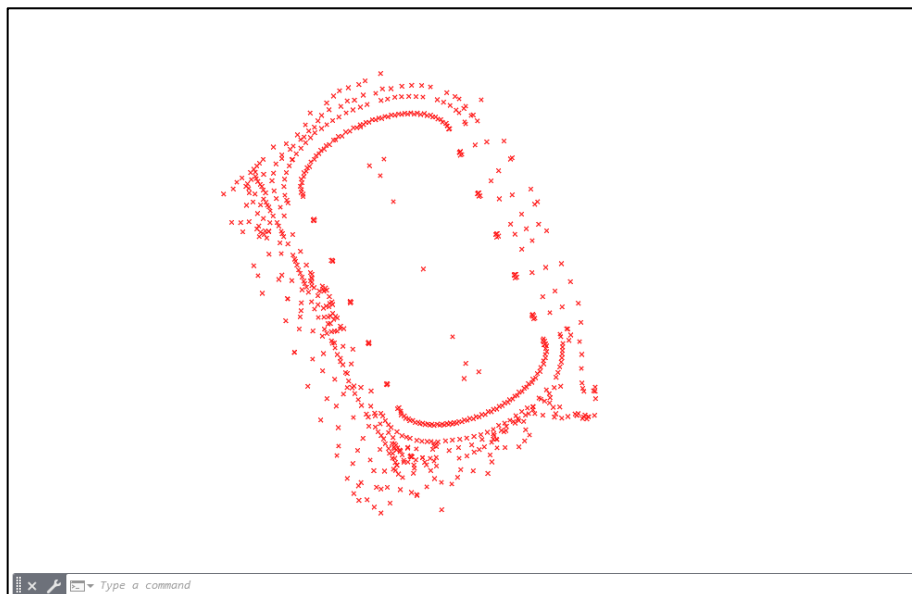


**Figura 88:** Importación de puntos en el AutoCAD civil 3d – gps diferencial.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

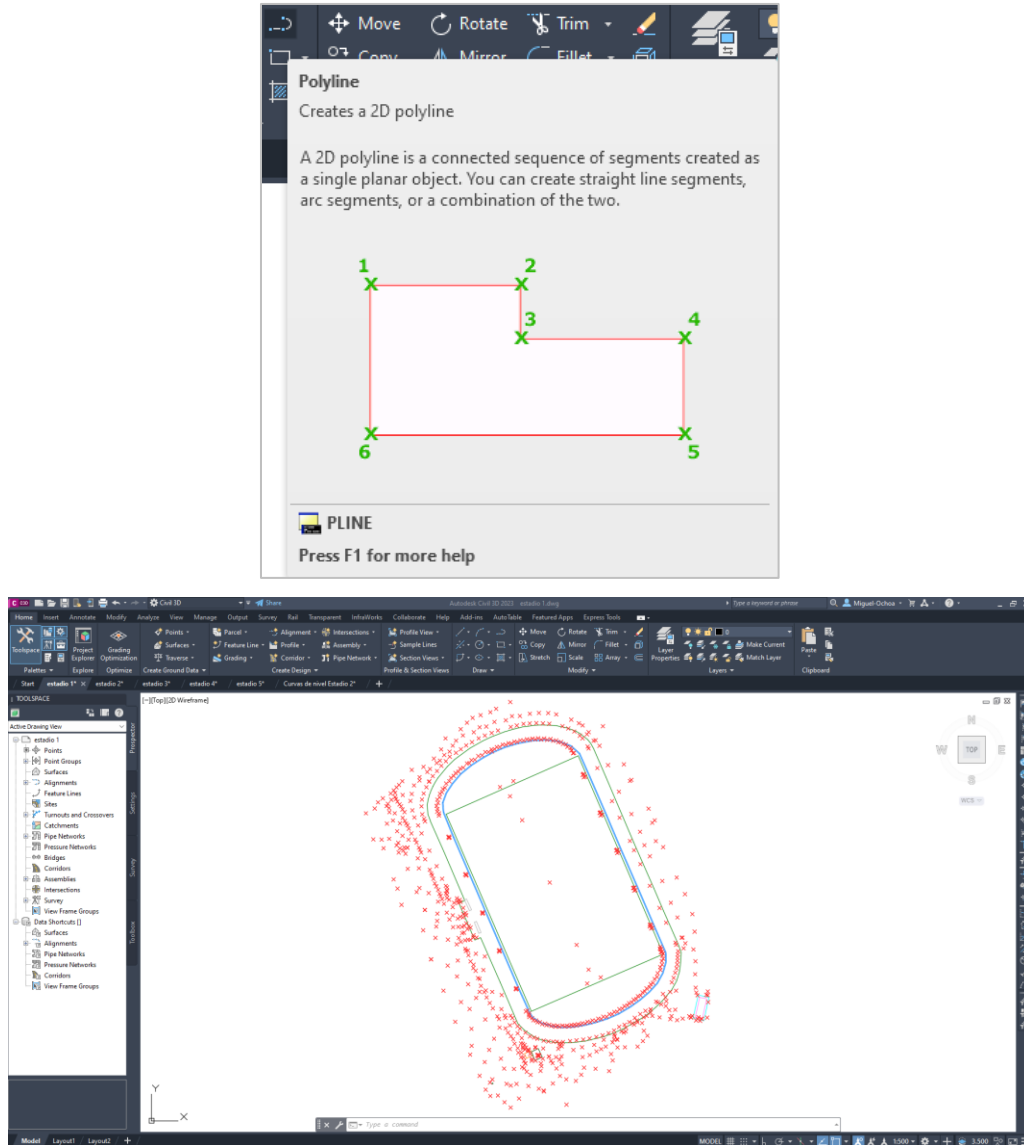
**Figura 89:** Puntos en el AutoCAD civil 3d – gps diferencial.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.

- Finalmente, con la ayuda de la libreta de campo y los códigos de cada punto, y mediante el comando **Polyline** unimos cada punto respectivo hasta formar la forma del campo tal y como se muestra en la siguiente figura. Esto nos permitirá ordenar y clasificar los puntos para su análisis respectivo.

**Figura 90:** Levantamiento topográfico en el AutoCAD civil 3d – estación total.



Fuente. Tomado por el tesista, 2022.



d) *Datos obtenidos:*

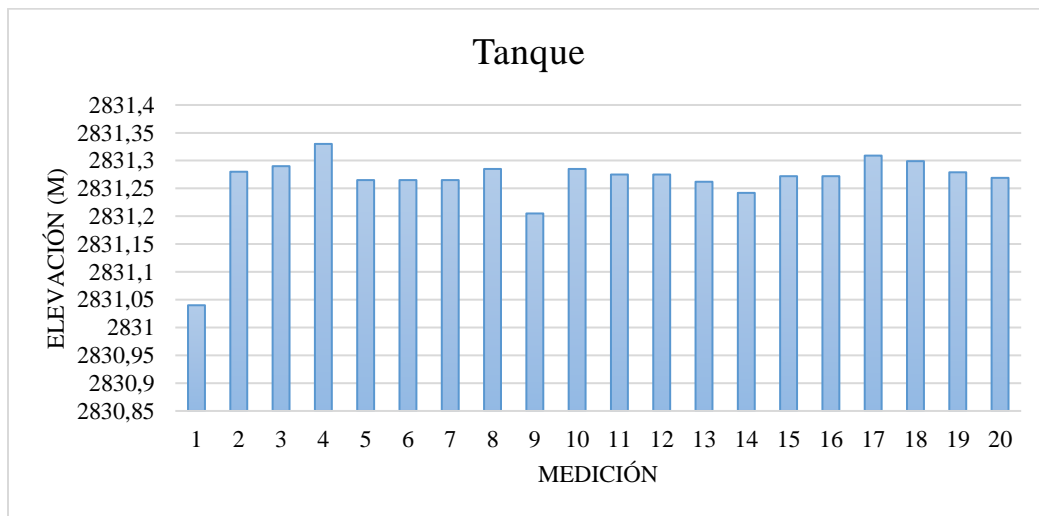
Se obtuvo las elevaciones de un mismo punto fijo constante tomadas de los vértices del tanque enterrado de concreto, dichos datos se muestran la tabla 23.

**Tabla 24:** *Datos obtenidos de elevación de tanque de agua – gps diferencial.*

Descripción	Medida	Valor medido (m)	Medida	Valor medido (m)
Tanque	1	2831.040	11	2831.275
	2	2831.280	12	2831.275
	3	2831.290	13	2831.262
	4	2831.330	14	2831.242
	5	2831.265	15	2831.272
	6	2831.265	16	2831.272
	7	2831.265	17	2831.309
	8	2831.285	18	2831.299
	9	2831.205	19	2831.279
	10	2831.285	20	2831.269

*Fuente.* Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 91:** *Gráfico comparativo de elevación de tanque con gps diferencial.*



*Fuente.* Elaboración propia, 2022.

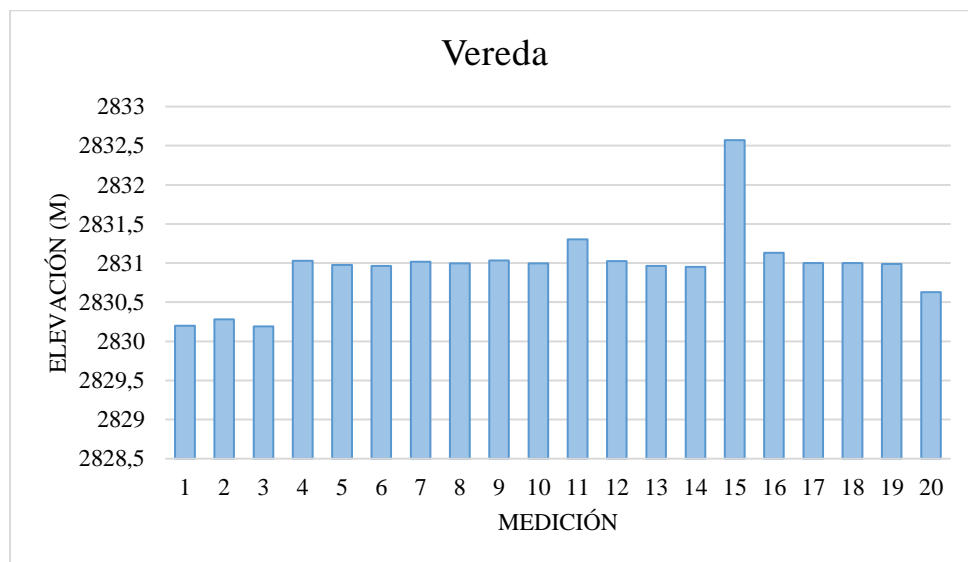
Se obtuvo las elevaciones de un mismo punto fijo constante tomadas de los vértices de la vereda existente perimetral, dichos datos se muestran la tabla 24.

**Tabla 25:** Datos obtenidos de elevación de vereda – gps diferencial.

Descripción	Medida	Valor medido (m)	Medida	Valor medido (m)
Vereda	1	2830.200	11	2831.305
	2	2830.280	12	2831.025
	3	2830.190	13	2830.962
	4	2831.030	14	2830.952
	5	2830.975	15	2832.572
	6	2830.965	16	2831.132
	7	2831.015	17	2830.999
	8	2830.995	18	2830.999
	9	2831.035	19	2830.989
	10	2830.995	20	2830.629

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 92:** Gráfico comparativo de elevación de vereda con gps diferencial.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

Se obtuvo las coordenadas de un mismo punto fijo constante tomadas de un poste de concreto existente, dichos datos se muestran la tabla 25.

**Tabla 26:** Datos obtenidos de coordenadas de poste – gps diferencial.

Descripción	Medida	Valor medido	Valor medido
		Este (m)	Norte (m)
Poste	1	217489.970	8959123.300
	2	217490.085	8959123.439
	3	217490.094	8959123.038
	4	217490.238	8959122.084
	5	217490.043	8959122.988

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

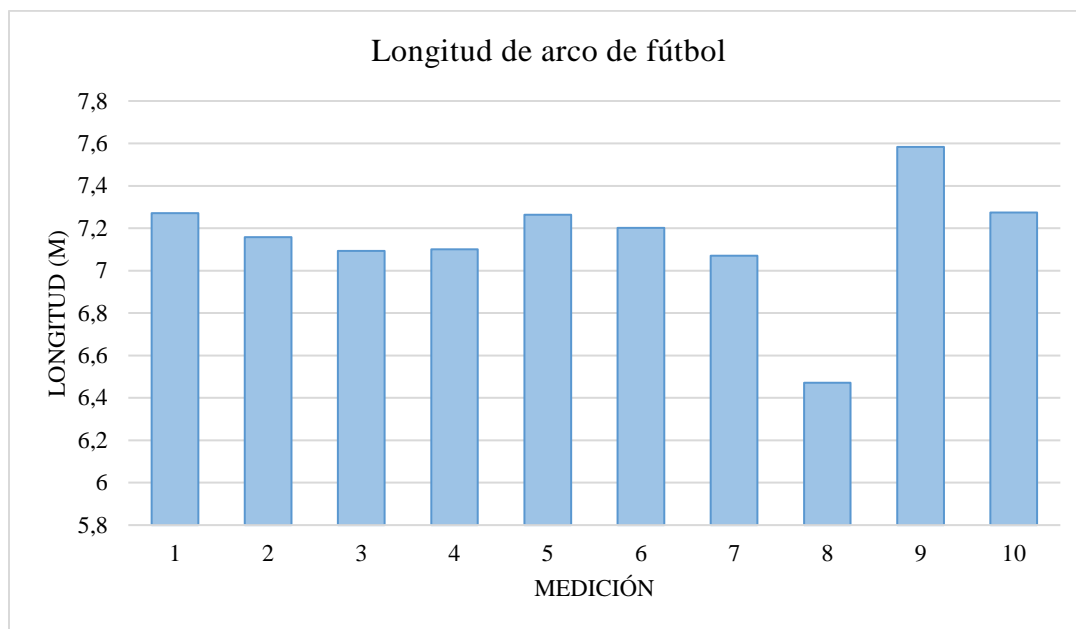
Se obtuvo las longitudes entre los postes de los arcos de fútbol, dichos datos se muestran la tabla 26.

**Tabla 27:** Datos obtenidos de longitud de arco de fútbol – gps diferencial.

Descripción	Medida	Longitud	Medida	Longitud
		(m)		(m)
Arco	1	7.271	6	7.201
	2	7.158	7	7.071
	3	7.093	8	6.471
	4	7.100	9	7.583
	5	7.263	10	7.274

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 93:** Gráfico comparativo de longitud de arco de fútbol con gps diferencial.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

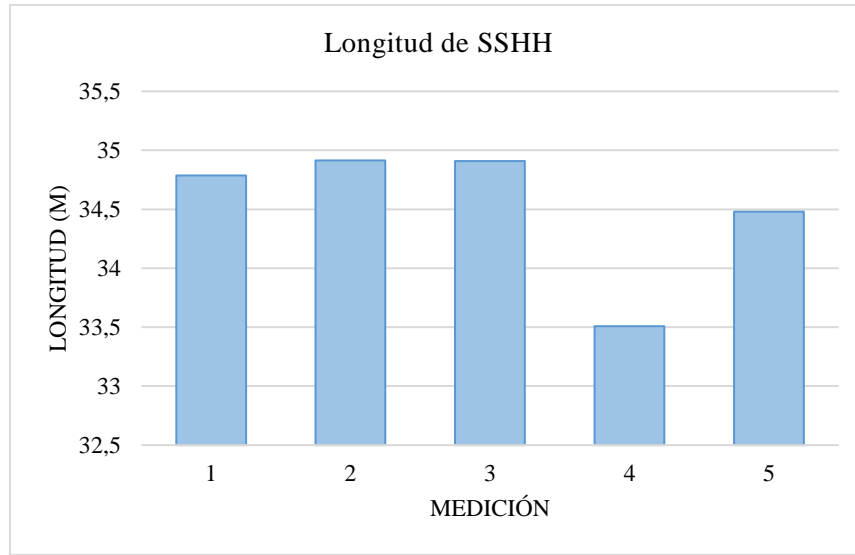
Se obtuvo las longitudes del perímetro de la estructura del baño, dichos datos se muestran en la tabla 27.

**Tabla 28:** Datos obtenidos de longitud perimetral de los SSHH – gps diferencial.

Descripción	Medida	Longitud (m)
SSH	1	34.786
	2	34.914
	3	34.909
	4	33.507
	5	34.481

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 94:** Gráfico comparativo de longitud de SSHH con gps diferencial.



*Fuente.* Elaboración propia, 2022.

Se obtuvo las coordenadas de la puerta de ingreso del sector oriente, tal y como se muestran en la tabla 28.

**Tabla 29:** Datos obtenidos de coordenadas de puerta de oriente – gps diferencial.

Descripción	Medida	Valor medido	Valor medido
		Este (m)	Norte (m)
Puerta oriente	1	217478.340	8959200.920
	2	217478.435	8959198.949
	3	217477.774	8959198.418
	4	217477.258	8959199.634
	5	217477.673	8959198.988

*Fuente.* Elaborado por el tesista, 2022.

Se obtuvo las coordenadas de la puerta de ingreso del sector occidente, tal y como se muestran en la tabla 29.

**Tabla 30:** Datos obtenidos de coordenadas de puerta de occidente – gps diferencial.

Descripción	Medida	Valor medido	
		Este (m)	Norte (m)
Puerta occidente	1	217560.340	8959236.560
	2	217560.345	8959236.619
	3	217559.824	8959236.438
	4	217559.798	8959236.364
	5	217559.953	8959236.358

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

Se obtuvo las coordenadas de la caseta, tal y como se muestran en la tabla 30.

**Tabla 31:** Datos obtenidos de coordenadas de la caseta – gps diferencial.

Descripción	Medida	Valor medido	
		Este (m)	Norte (m)
Caseta	1	217505.330	8959137.890
	2	217505.305	8959138.099
	3	217505.234	8959137.908
	4	217505.168	8959138.054
	5	217505.413	8959138.028

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

Se obtuvo las coordenadas de los servicios higiénicos, tal y como se muestran en la tabla 31.



**Tabla 32:** Datos obtenidos de coordenadas de los SSHH – gps diferencial.

Descripción	Medida	Valor medido	
		Este (m)	Norte (m)
SSHH	1	217590.810	8959167.160
	2	217590.085	8959166.709
	3	217590.274	8959166.608
	4	217590.728	8959166.604
	5	217590.033	8959166.908

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

### 3.9. Análisis de datos.

#### 3.9.1. Discrepancia de la medida topográfica:

##### a) Elevación del tanque

Ubicación: tanque de agua

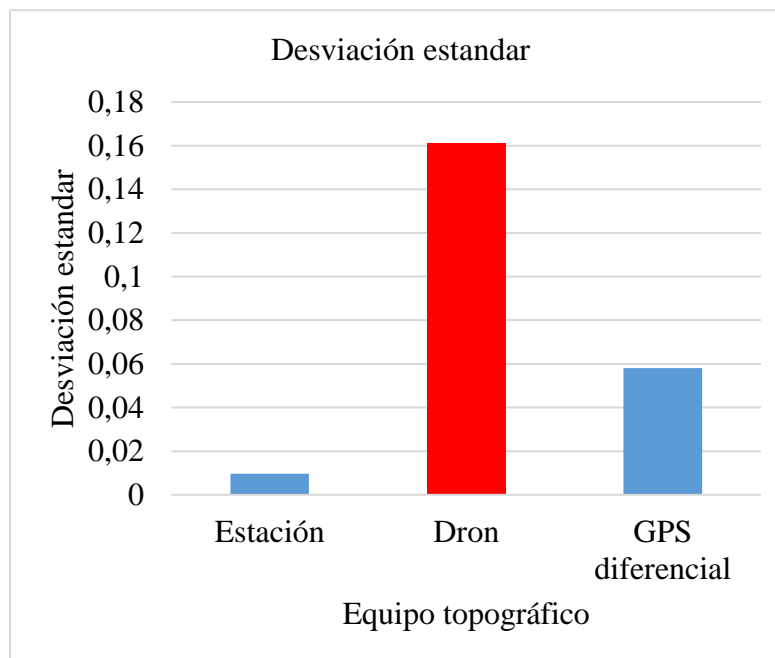
Número de datos: N = 20, por equipo.

**Tabla 33:** Discrepancia de las medidas de la elevación del tanque.

Variable	Media	Desv. Est.	Mediana	Moda	N para moda
<b>Estación</b>	2841.5	0.00963	2841.5	2841.49	2
<b>Dron</b>	2826.9	0.1612	2826.9	-	0
<b>GPS diferencial</b>	2831.3	0.0581	2831.27	2831.27	3

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 95:** Gráfico comparativo de la desviación estándar de la elevación del tanque.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

**b) Elevación de la vereda**

Ubicación: vereda

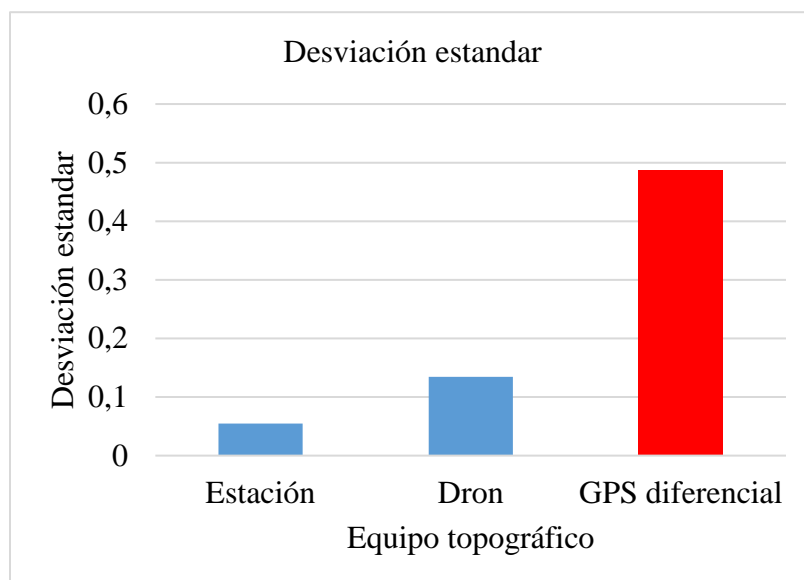
Número de datos: N = 20, por equipo.

**Tabla 34:** Discrepancia de las medidas de la elevación de la vereda.

Variable	Media	Desv. Est.	Mediana	Moda	N para moda
<b>Estación</b>	2841.2	0.0546	2841.2	2841.26	2
<b>Dron</b>	2826.8	0.1347	2826.8	2826.75	2
<b>GPS diferencial</b>	2830.9	0.4874	2830.9	2830.99	2

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 96:** Gráfico comparativo de la desviación estándar de la elevación de la vereda.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

**c) Coordenadas de poste**

Ubicación: poste

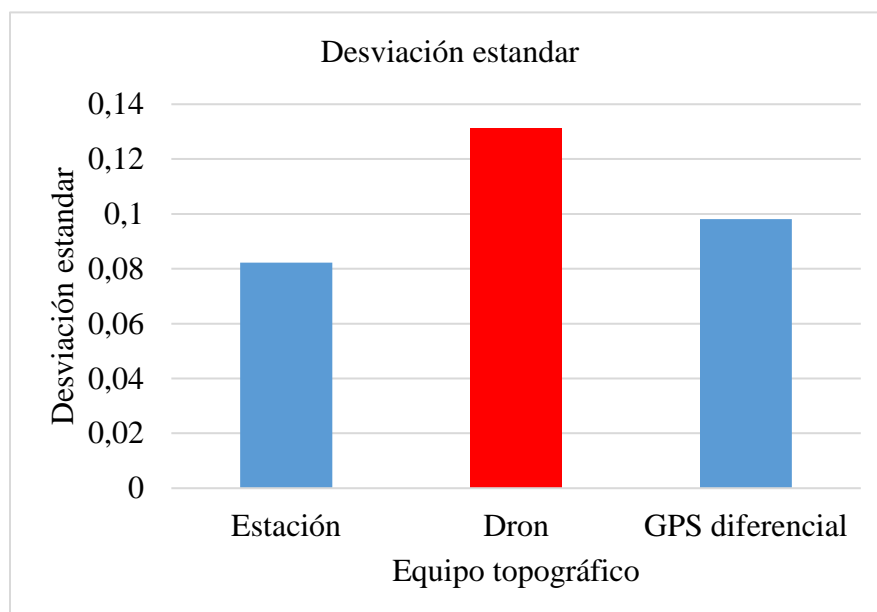
Número de datos: N = 5, por equipo.

**Tabla 35:** Discrepancia de las medidas de las coordenadas de poste – coordenada este.

Variable	Media	Desv. Est.	Mediana	Moda	N para moda
<b>Estación</b>	217495.150	0.0823	217495.130	-	0
<b>Dron</b>	217492.237	0.13122	217492.173	-	0
<b>GPS diferencial</b>	217490.086	0.09807	217490.085	-	0

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 97:** Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de poste – coordenada este.



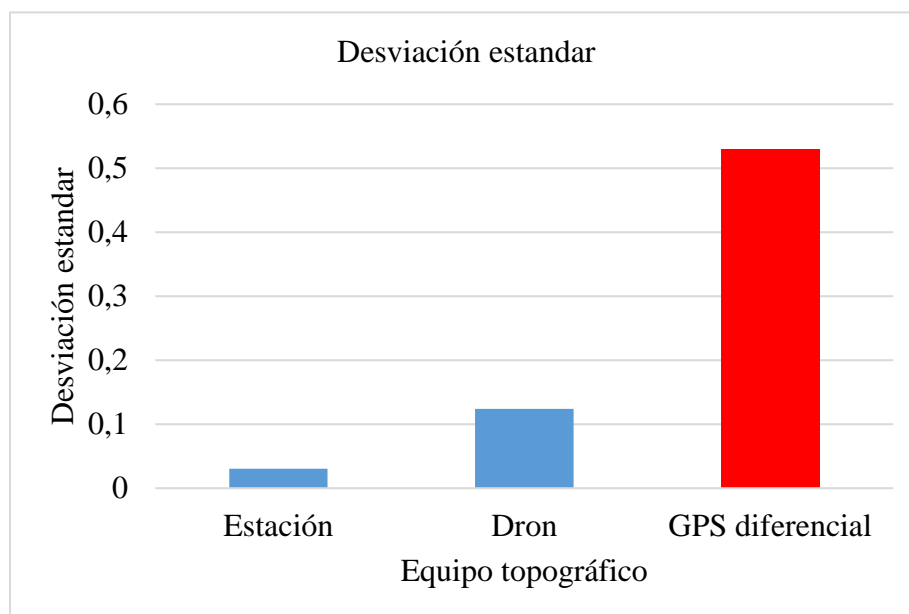
Fuente. Elaboración propia, 2022.

**Tabla 36:** Discrepancia de las coordenadas de poste – coordenada norte.

Variable	Media	Desv. Est.	Mediana	Moda	N para moda
<b>Estación</b>	8959124.930	0.0302	8959124.95	-	0
<b>Dron</b>	8959124.417	0.12372	8959124.413	895124.316	2
<b>GPS diferencial</b>	8959122.970	0.52887	8959123.038	-	0

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 98:** Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de poste – coordenada norte.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

**d) Longitud de arco de fútbol**

Ubicación: arco de fútbol

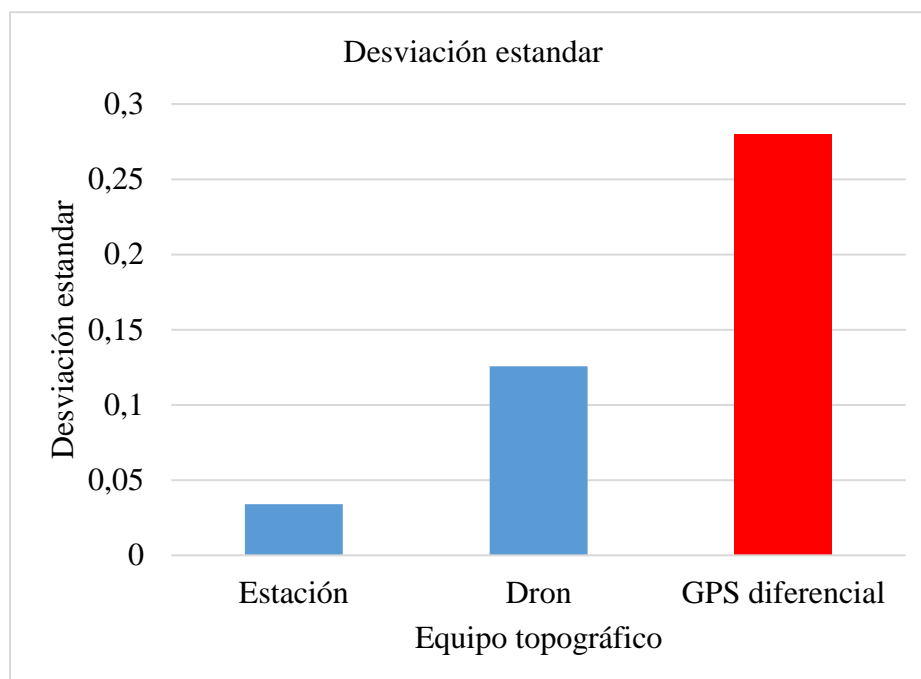
Número de datos: N = 10, por equipo.

**Tabla 37:** Discrepancia de las medidas de la longitud del arco de fútbol.

Variable	Media	Desv. Est.	Mediana	Moda	N para moda
<b>Estación</b>	7.24	0.0341	7.2400	-	0
<b>Dron</b>	7.38	0.1257	7.3500	7.256	2
<b>GPS diferencial</b>	7.15	0.2801	7.1795	-	0

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 99:** Gráfico comparativo de la desviación estándar de la longitud del arco de fútbol.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

**e) Longitud de los servicios higiénicos**

Ubicación: servicios higiénicos

Número de datos: N = 5, por equipo.

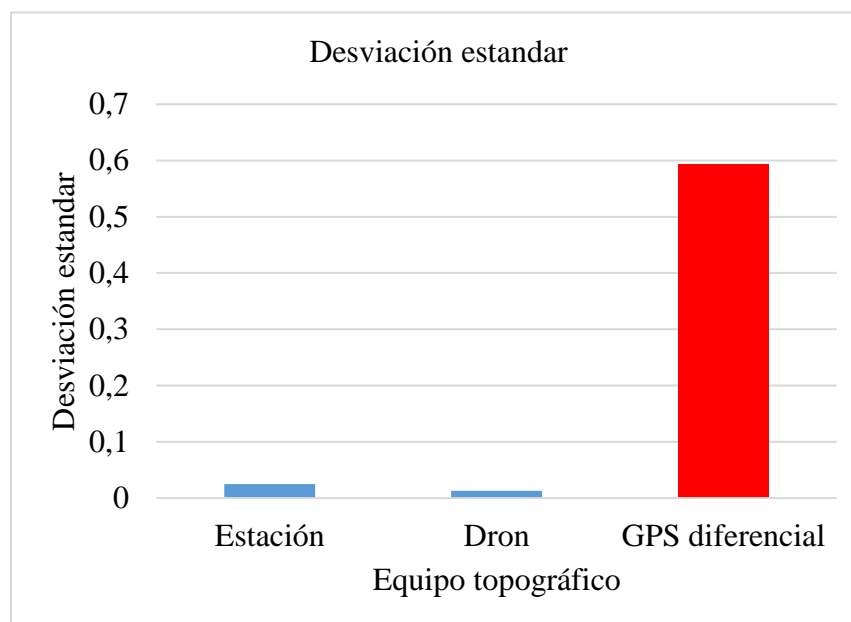
**Tabla 38:** Discrepancia de las medidas de la longitud de los servicios higiénicos.

Variable	Media	Desv. Est.	Mediana	Moda	N para moda
<b>Estación</b>	26.734	0.0247	26.732	-	0
<b>Dron</b>	25.356	0.0130	25.361	25.366	2
<b>GPS diferencial</b>	34.519	0.593	34.786	-	0

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.



**Figura 100:** Gráfico comparativo de la desviación estándar de la longitud de los servicios higiénicos.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

**f) Coordinadas de puerta oriente**

Ubicación: puerta de oriente

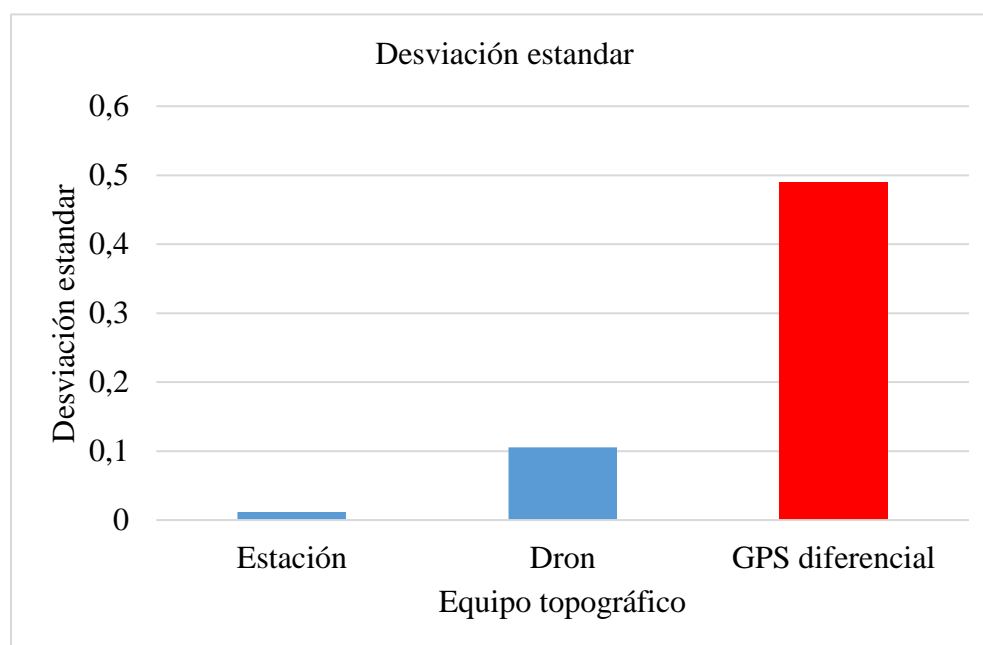
Número de datos: N = 5, por equipo.

**Tabla 39:** Discrepancia de las medidas de las coordenadas de puerta oriente – coordenada este.

Variable	Media	Desv. Est.	Mediana	Moda	N para moda
<b>Estación</b>	217475.170	0.0118	217475.170	-	0
<b>Dron</b>	217480.056	0.10529	217480.101	-	0
<b>GPS diferencial</b>	217477.896	0.48972	217477.774	-	0

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 101:** Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de puerta oriente – coordenada este.



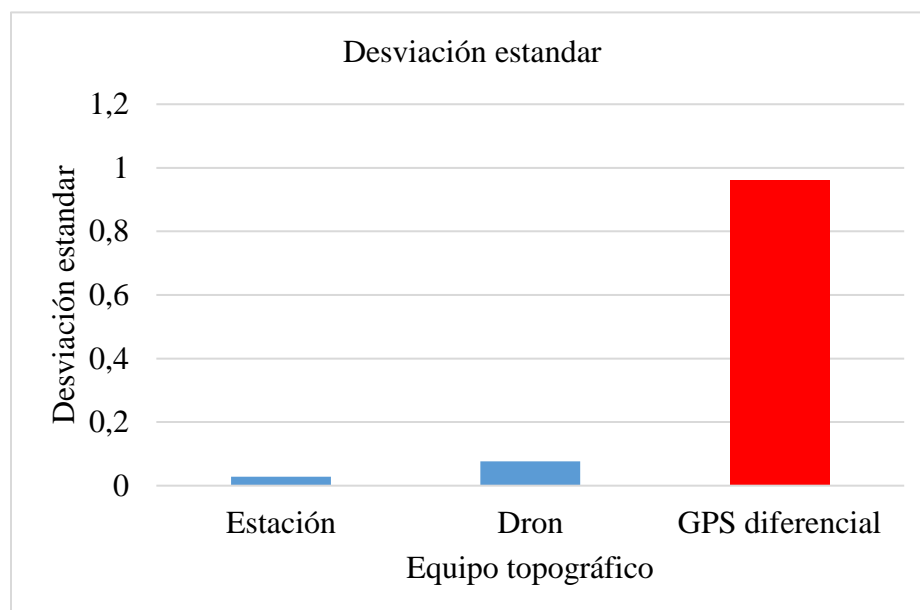
Fuente. Elaboración propia, 2022.

**Tabla 40:** Discrepancia de las medidas de las coordenadas de puerta oriente – coordenada norte.

Variable	Media	Desv. Est.	Mediana	Moda	N para moda
<b>Estación</b>	8959204.750	0.0281	8959204.760	-	0
<b>Dron</b>	8959200.985	0.07676	8959200.993	-	0
<b>GPS diferencial</b>	8959199.382	0.96190	8959198.988	-	0

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 102:** Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de puerta oriente – coordenada norte.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

**g) Coordenadas de puerta occidente**

Ubicación: puerta de occidente

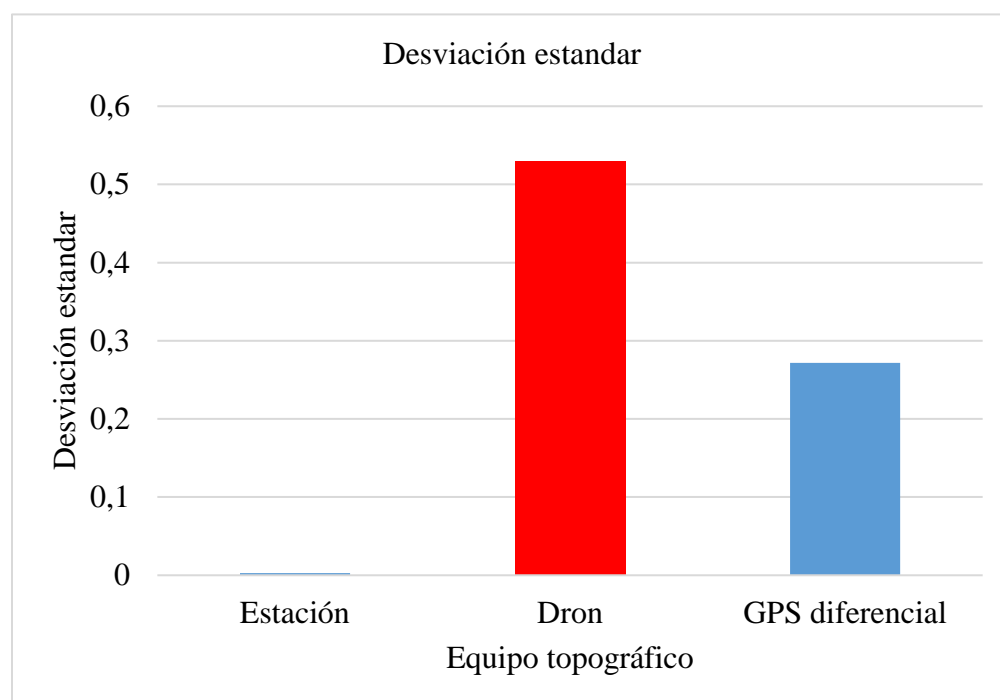
Número de datos: N = 5, por equipo.

**Tabla 41:** Discrepancia de las medidas de las coordenadas de puerta occidente – coordenada este.

Variable	Media	Desv. Est.	Mediana	Moda	N para moda
<b>Estación</b>	217555.010	0.00270	217555.010	-	0
<b>Dron</b>	217561.900	0.52960	217562.256	217562.302	0
<b>GPS diferencial</b>	217560.052	0.27161	217559.953	-	0

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 103:** Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de puerta occidente – coordenada este.



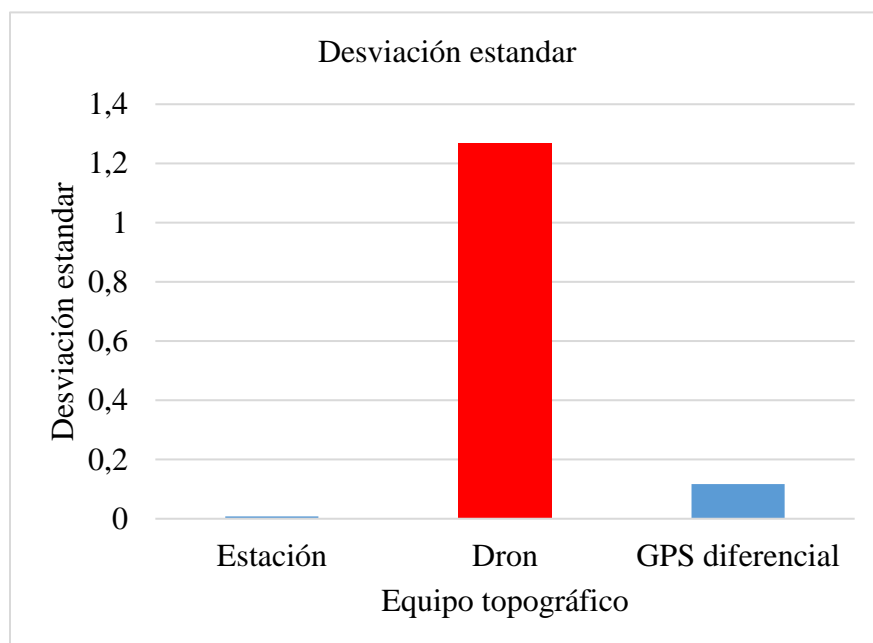
Fuente. Elaboración propia, 2022.

**Tabla 42:** Discrepancia de las medidas de las coordenadas de puerta occidente – coordenada norte.

Variable	Media	Desv. Est.	Mediana	Moda	N para moda
<b>Estación</b>	8959247.130	0.00808	8959247.130	-	0
<b>Dron</b>	8959238.604	1.26809	8959237.690	-	0
<b>GPS diferencial</b>	8959236.468	0.11735	8959236.438	-	0

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 104:** Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de puerta occidente – coordenada norte.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

#### h) Coordenadas de la caseta

Ubicación: caseta

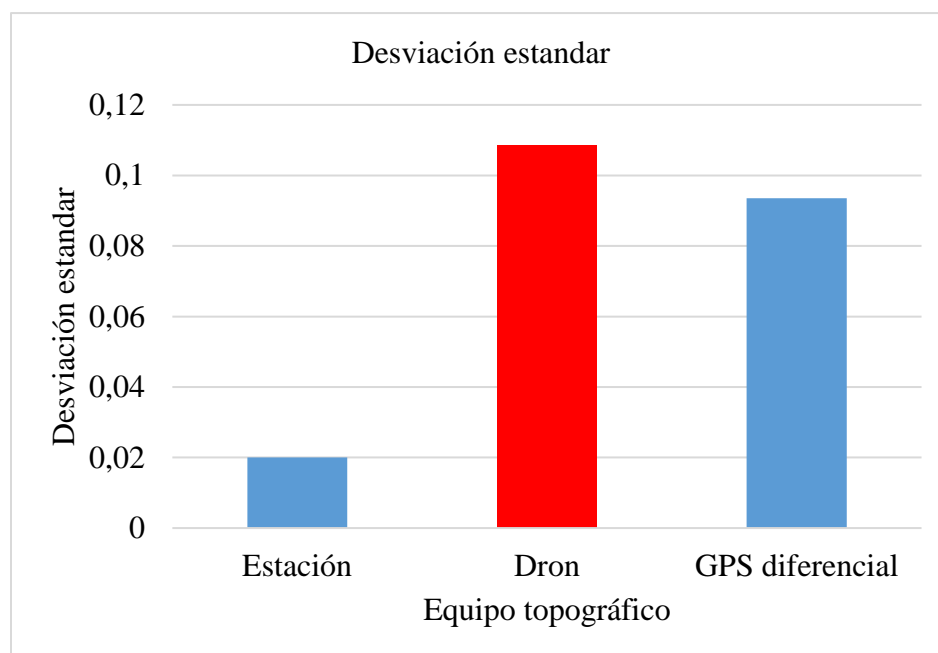
Número de datos: N = 5, por equipo.

**Tabla 43:** Discrepancia de las medidas de las coordenadas de la caseta – coordenada este.

Variable	Media	Desv. Est.	Mediana	Moda	N para moda
<b>Estación</b>	217512.570	0.0200	217512.570	-	0
<b>Dron</b>	217507.601	0.10841	217507.583	-	3
<b>GPS diferencial</b>	217505.290	0.09351	217505.305	-	0

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 105:** Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de la caseta – coordenada este.



Fuente. Elaboración propia, 2022.

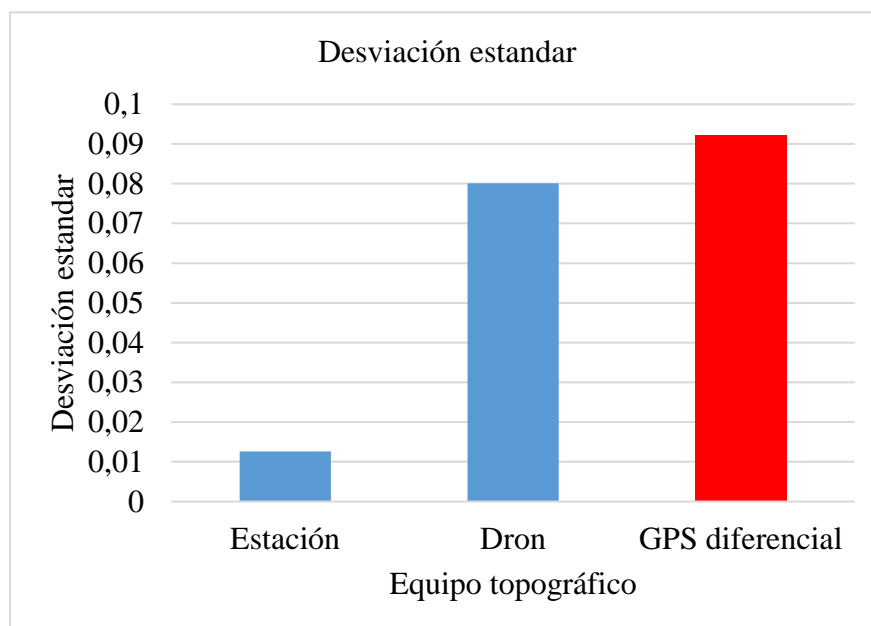
**Tabla 44:** Discrepancia de las medidas de las coordenadas de la caseta – coordenada norte.

Variable	Media	Desv. Est.	Mediana	Moda	N para moda
<b>Estación</b>	8959142.44	0.0126	8959142.45	-	0
<b>Dron</b>	8959139.228	0.08013	8959139.245	-	0
<b>GPS diferencial</b>	8959137.996	0.09216	8959138.028	-	0

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.



**Figura 106:** Gráfico comparativo de la desviación estándar de las coordenadas de la caseta – coordenada norte.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**i) Coordenadas de los servicios higiénicos**

Ubicación: servicios higiénicos

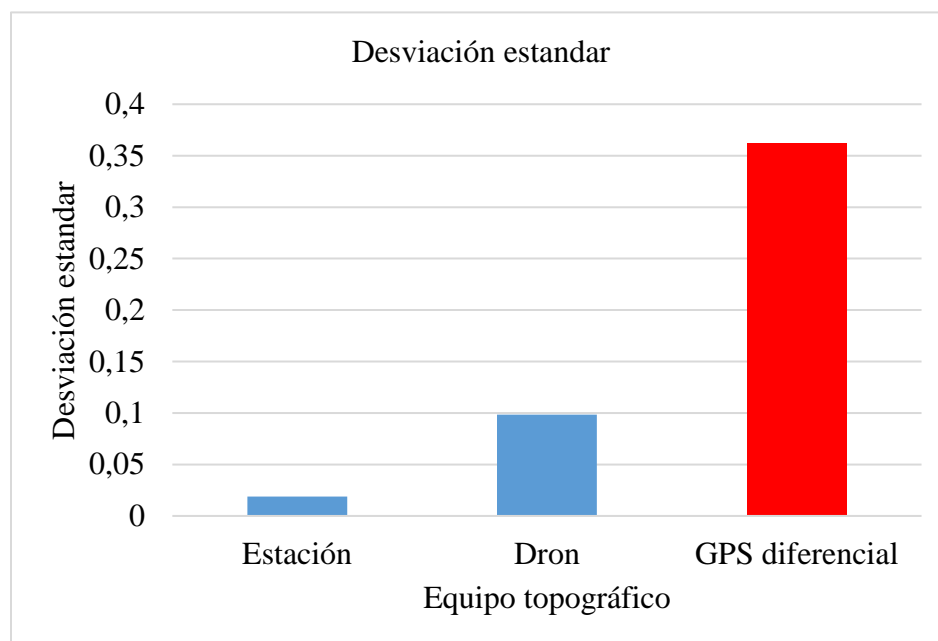
Número de datos: N = 5, por equipo.

**Tabla 45:** Discrepancia de las medidas de las coordenadas de los servicios higiénicos – coordenada este.

Variable	Media	Desv. Est.	Mediana	Moda	N para moda
<b>Estación</b>	217593.06	0.0189	217593.06	-	0
<b>Dron</b>	217592.640	0.09840	217592.604	-	0
<b>GPS diferencial</b>	217590.386	0.36211	217590.274	-	0

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 107:** Gráfico comparativo de la desviación estándar de los servicios higiénicos – coordenada este.



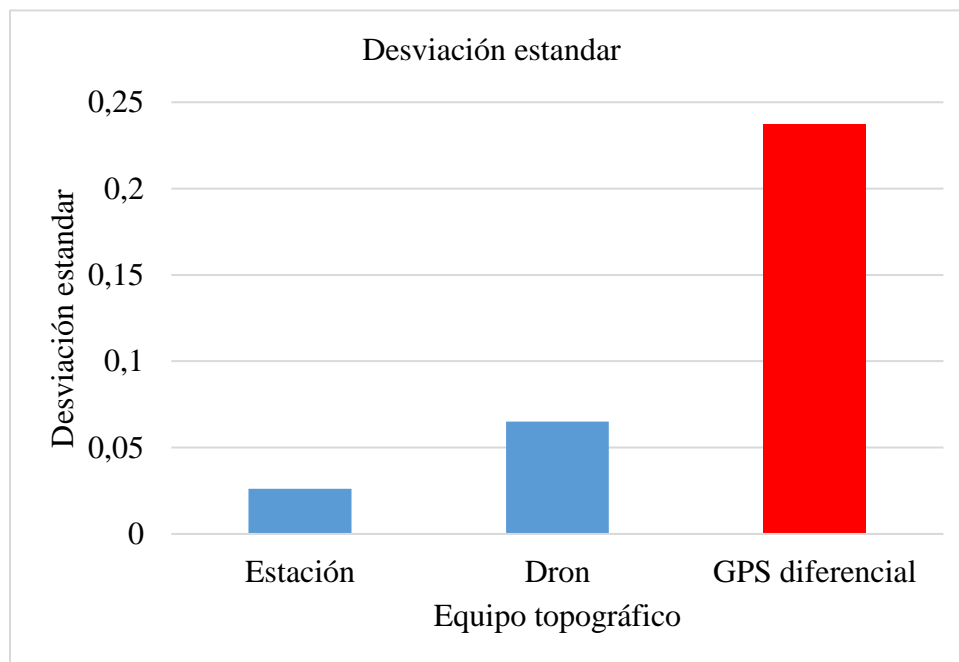
Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Tabla 46:** Discrepancia de las medidas de las coordenadas de los servicios higiénicos – coordenada norte.

Variable	Media	Desv. Est.	Mediana	Moda	N para moda
<b>Estación</b>	8959174.010	0.0262	8959174.020	-	0
<b>Dron</b>	8959167.879	0.06503	8959167.902	-	0
<b>GPS diferencial</b>	8959166.798	0.23707	8959166.709	-	0

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 108:** Gráfico comparativo de la desviación estándar de los servicios higiénicos – coordenada norte.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

### 3.9.2. Porcentaje de error:

Donde:

- $\sum V^2$ : Suma del cuadro de variación de las medidas.

$$\sum V^2 = \sum_{i=1}^N (X - \bar{X})^2$$

- $E_c$ : Error medio cuadrático.

$$E_c = \pm \sqrt{\frac{V^2}{n-1}}$$

- $E_p$ : Error probable.

$$E_p = \pm \frac{2}{3} E_c$$

- $E_{máx}$ : Error máximo.

$$E_{máx} = \pm 4E_p$$

- Ep: Error de precisión.

$$P = \frac{1}{\bar{X}/Ec}$$

- N-1: número de muestra menos uno.

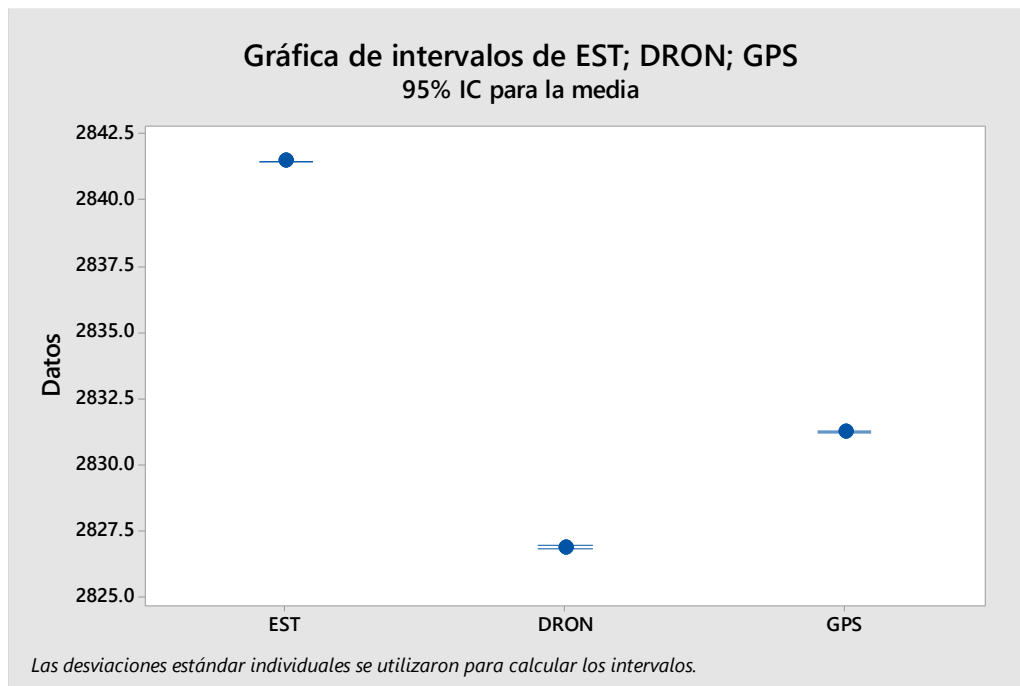
a) *Elevación del tanque*

**Tabla 47:** *Porcentaje de error de las medidas de la elevación del tanque.*

Variable	Media	$\sum V^2$	n-1	Ec (m)	Ep (m)	Emáx (m)	P
<b>Estación</b>	2841.494	0.002	19	± 0.01	± 0.01	± 0.03	1 / 295134
<b>Dron</b>	2826.878	0.493	19	± 0.16	± 0.11	± 0.43	1 / 17541
<b>GPS diferencial</b>	2831.263	0.064	19	± 0.06	± 0.04	± 0.15	1 / 48716

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 109:** *Gráfico comparativo de la dispersión de la elevación del tanque.*



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

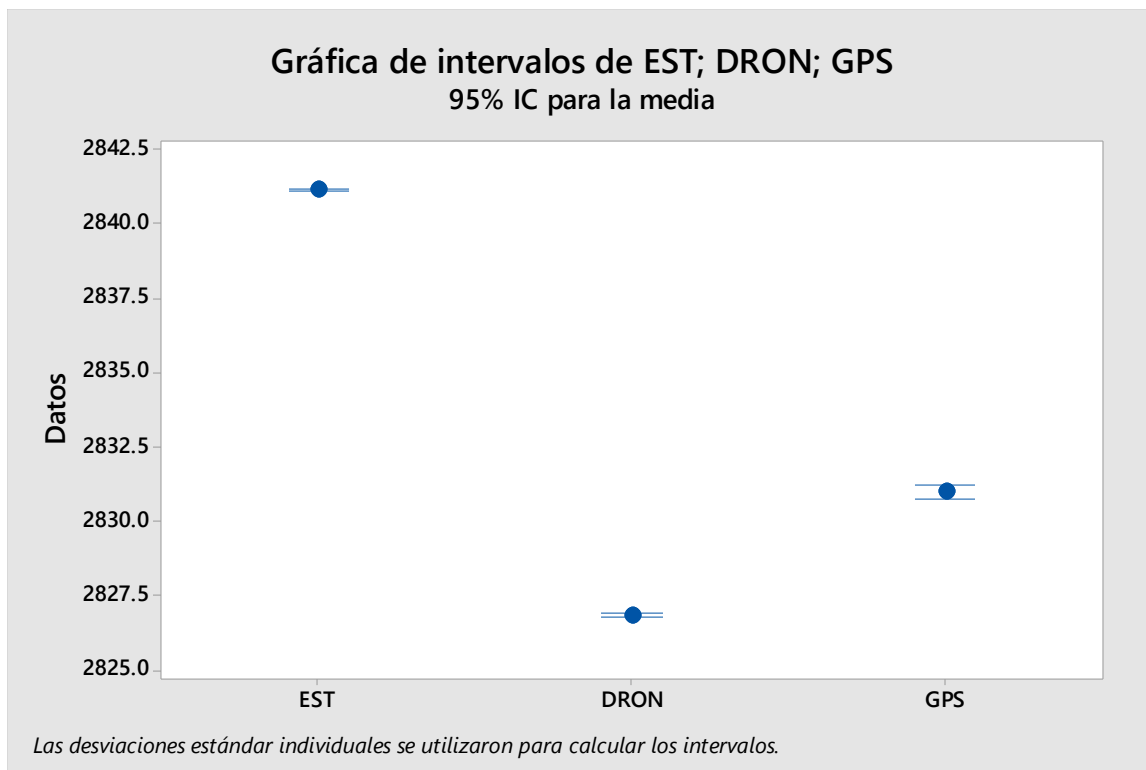
b) *Elevación de la vereda*

**Tabla 48:** *Porcentaje de error de las medidas de la elevación de la vereda.*

Variable	Media	$\sum V^2$	n-1	Ec (m)	Ep (m)	Emáx (m)	P
<b>Estación</b>	2841.188	0.057	19	± 0.05	± 0.04	± 0.15	1 / 51995
<b>Dron</b>	2826.831	0.345	19	± 0.13	± 0.09	± 0.36	1 / 20986
<b>GPS diferencial</b>	2830.962	4.514	19	± 0.49	± 0.32	± 1.30	1 / 5808

Fuente. *Elaborado por el tesista, 2022.*

**Figura 110:** *Gráfico comparativo de la dispersión de la elevación de la vereda.*



Fuente. *Elaborado por el tesista, 2022.*

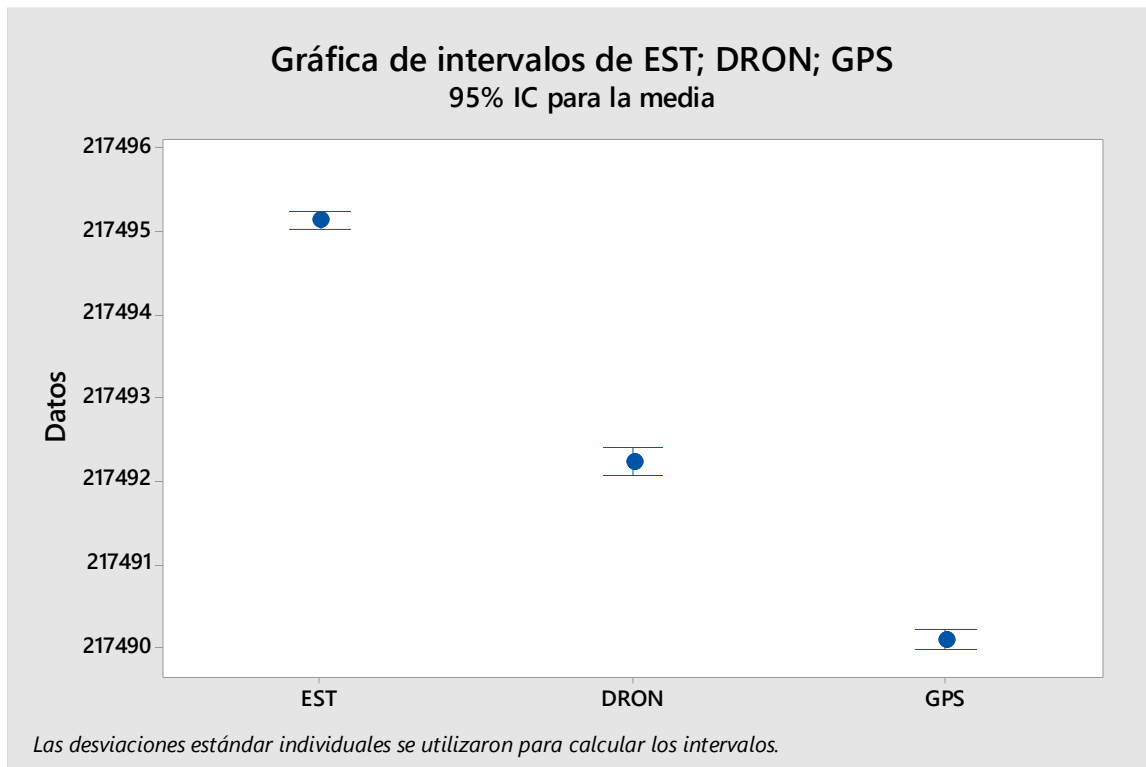
c) *Coordenadas de poste*

**Tabla 49:** *Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas del poste – este.*

Variable	Media	$\sum V^2$	n-1	Ec (m)	Ep (m)	Emáx (m)	P
<b>Estación</b>	217495.146	0.027	4	± 0.08	± 0.05	± 0.22	1 / 2642436
<b>Dron</b>	217492.237	0.069	4	± 0.13	± 0.09	± 0.35	1 / 1657414
<b>GPS diferencial</b>	217490.086	0.038	4	± 0.10	± 0.07	± 0.26	1 / 2217613

*Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.*

**Figura 111:** *Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas del poste – este.*



*Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.*

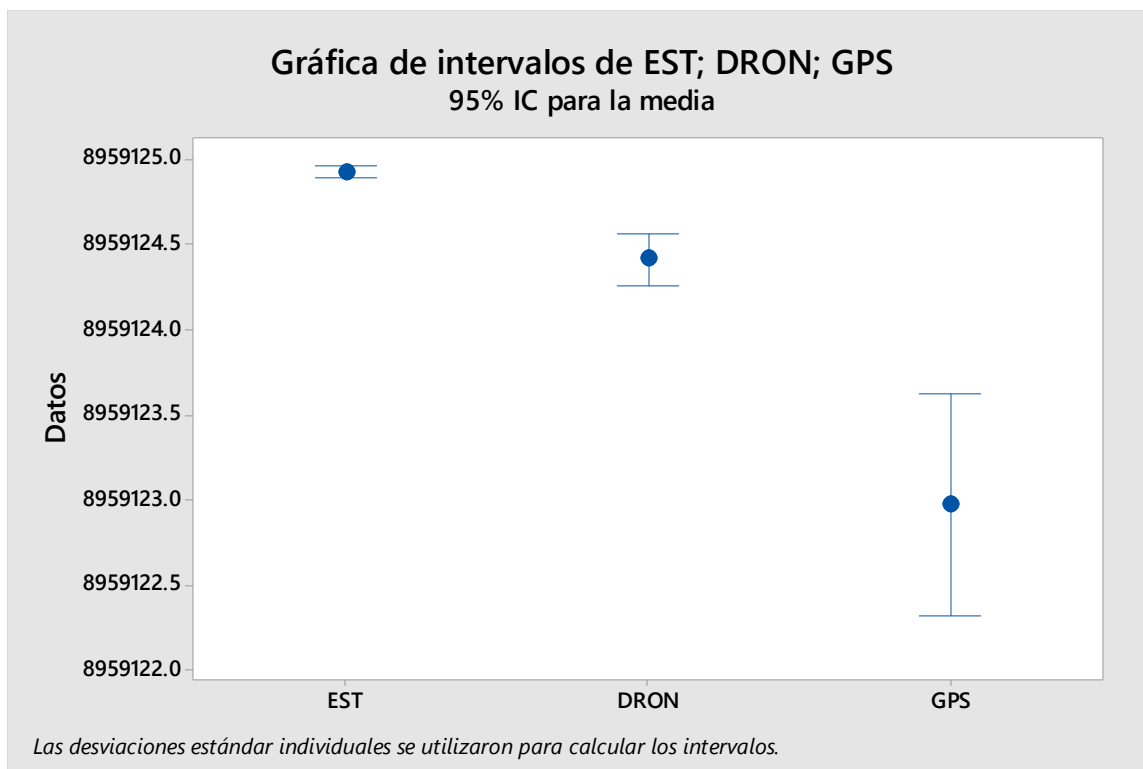


**Tabla 50:** Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas del poste – norte.

Variable	Media	$\sum V^2$	n-1	Ec (m)	Ep (m)	Emáx (m)	P
<b>Estación</b>	8959124.929	0.004	4	$\pm 0.03$	$\pm 0.02$	$\pm 0.08$	1 / 296390161
<b>Dron</b>	8959124.417	0.061	4	$\pm 0.12$	$\pm 0.08$	$\pm 0.33$	1 / 72415321
<b>GPS diferencial</b>	8959122.970	1.119	4	$\pm 0.53$	$\pm 0.35$	$\pm 1.41$	1 / 16940192

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 112:** Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas del poste – norte.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

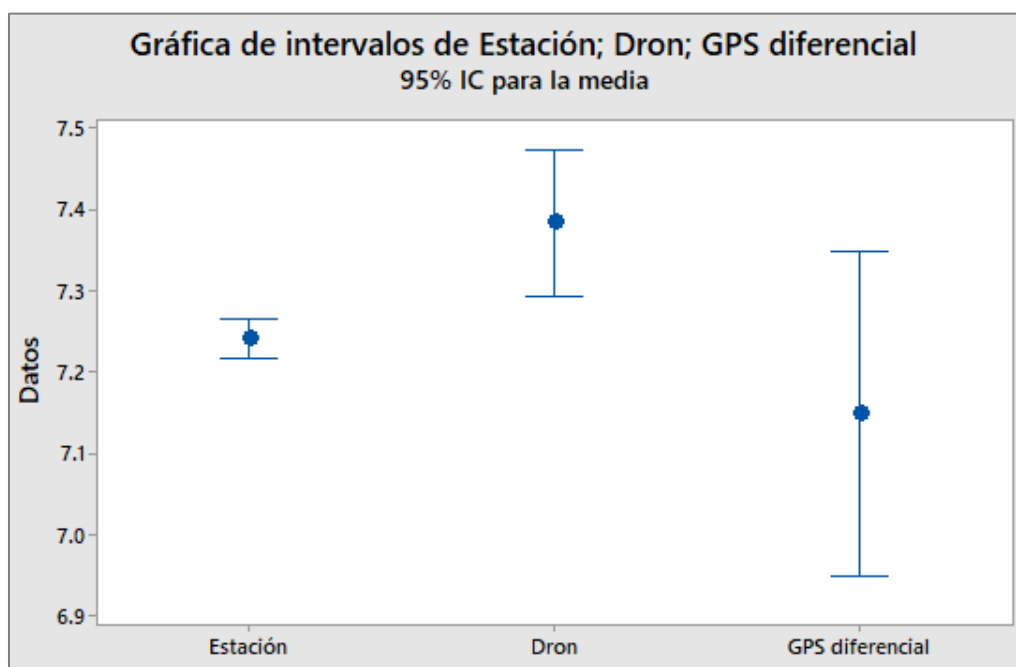
d) *Longitud de arco de fútbol*

**Tabla 51:** *Porcentaje de error de las medidas de la longitud de arco de fútbol.*

Variable	Media	$\sum V^2$	n-1	Ec (m)	Ep (m)	Emáx (m)	P
<b>Estación</b>	7.241	0.010	9	± 0.03	± 0.02	± 0.09	1 / 213
<b>Dron</b>	7.381	0.142	9	± 0.13	± 0.08	± 0.34	1 / 59
<b>GPS diferencial</b>	7.138	0.707	9	± 0.28	± 0.19	± 0.75	1 / 25

*Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.*

**Figura 113:** *Gráfico comparativo de la dispersión de la longitud de arco de fútbol.*



*Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.*

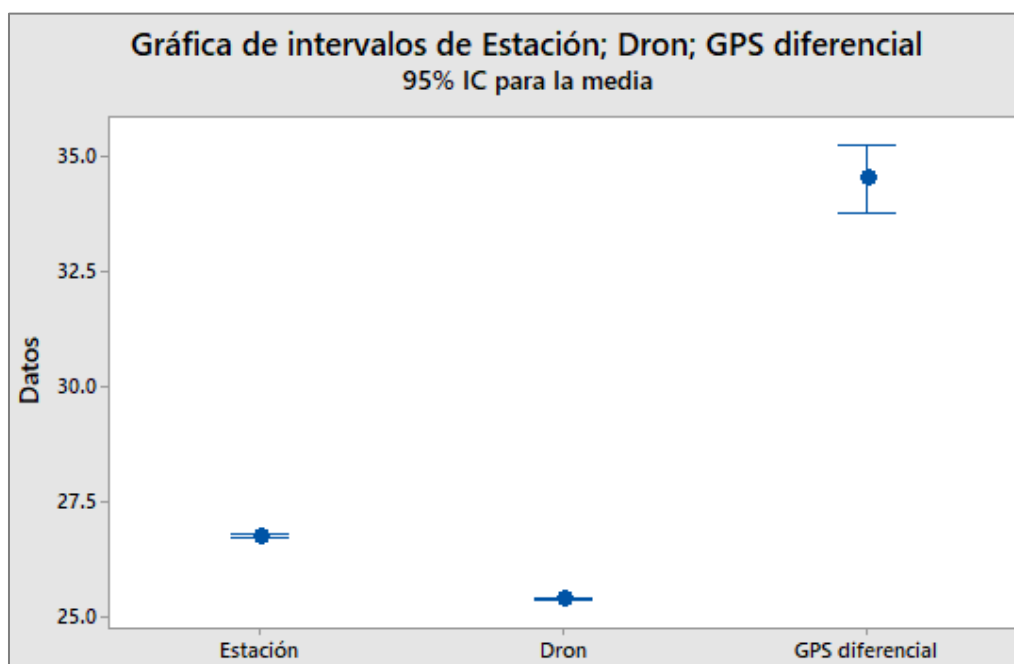
e) *Longitud de los servicios higiénicos*

**Tabla 52:** *Porcentaje de error de las medidas de la longitud de los servicios higiénicos.*

Variable	Media	$\sum V^2$	n-1	Ec (m)	Ep (m)	Emáx (m)	P
<b>Estación</b>	26.734	0.002	4	± 0.02	± 0.02	± 0.07	1 / 1082
<b>Dron</b>	25.356	0.001	4	± 0.01	± 0.01	± 0.03	1 / 1954
<b>GPS diferencial</b>	34.511	1.405	4	± 0.59	± 0.40	± 1.58	1 / 58

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 114:** *Gráfico comparativo de la dispersión de la longitud de los servicios higiénicos.*



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

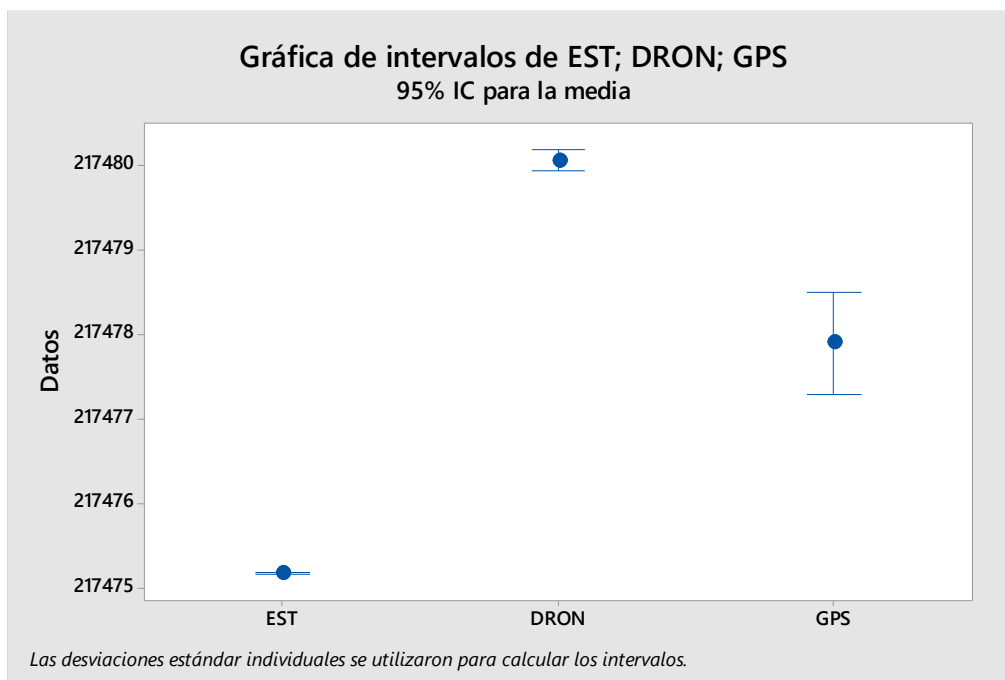
f) *Coordenadas de puerta oriente*

**Tabla 53:** *Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de la puerta de oriente – este.*

Variable	Media	$\sum V^2$	n-1	Ec (m)	Ep (m)	Emáx (m)	P
<b>Estación</b>	217475.170	0.001	4	± 0.01	± 0.01	± 0.03	1 / 18360345
<b>Dron</b>	217480.056	0.044	4	± 0.11	± 0.07	± 0.28	1 / 2065598
<b>GPS diferencial</b>	217477.896	0.959	4	± 0.49	± 0.33	± 1.31	1 / 444084

*Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.*

**Figura 115:** *Gráfico comparativo de la dispersión de la puerta de oriente – este.*



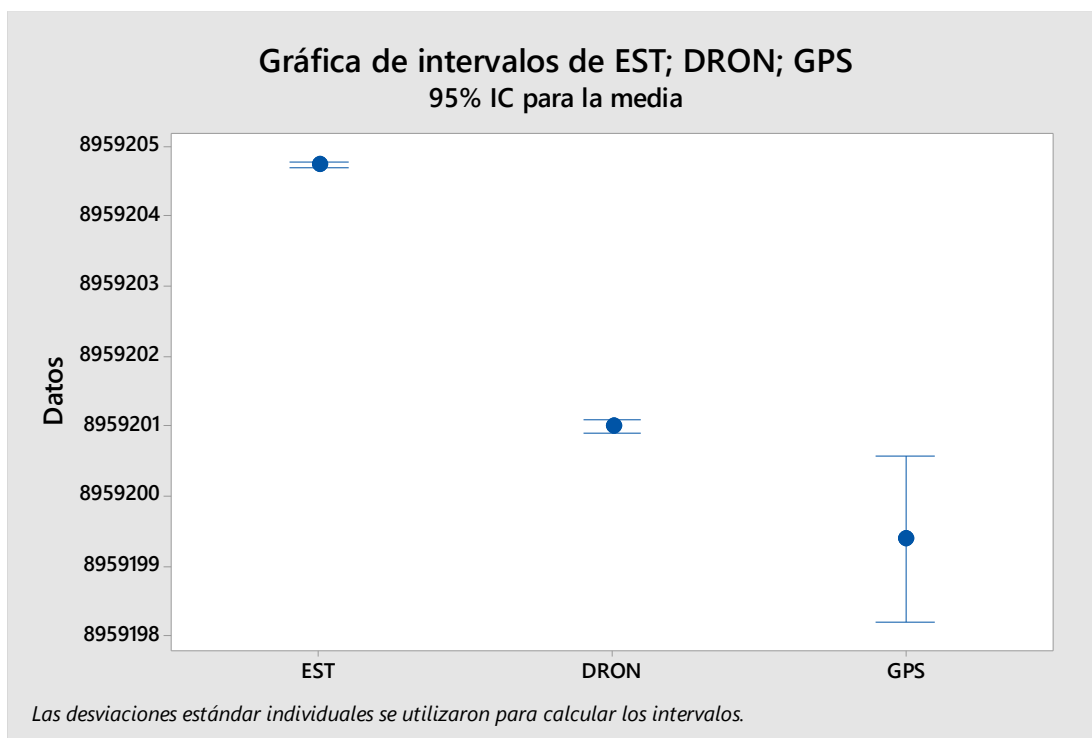
*Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.*

**Tabla 54:** Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de la puerta de oriente – norte.

Variable	Media	$\sum V^2$	n-1	Ec (m)	Ep (m)	Emáx (m)	P
<b>Estación</b>	8959204.747	0.003	4	± 0.03	± 0.02	± 0.07	1 / 318693701
<b>Dron</b>	8959200.985	0.024	4	± 0.08	± 0.05	± 0.20	1 / 116715049
<b>GPS diferencial</b>	8959199.382	3.701	4	± 0.96	± 0.64	± 2.57	1 / 9314113

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 116:** Gráfico comparativo de la dispersión de la puerta de oriente – norte.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

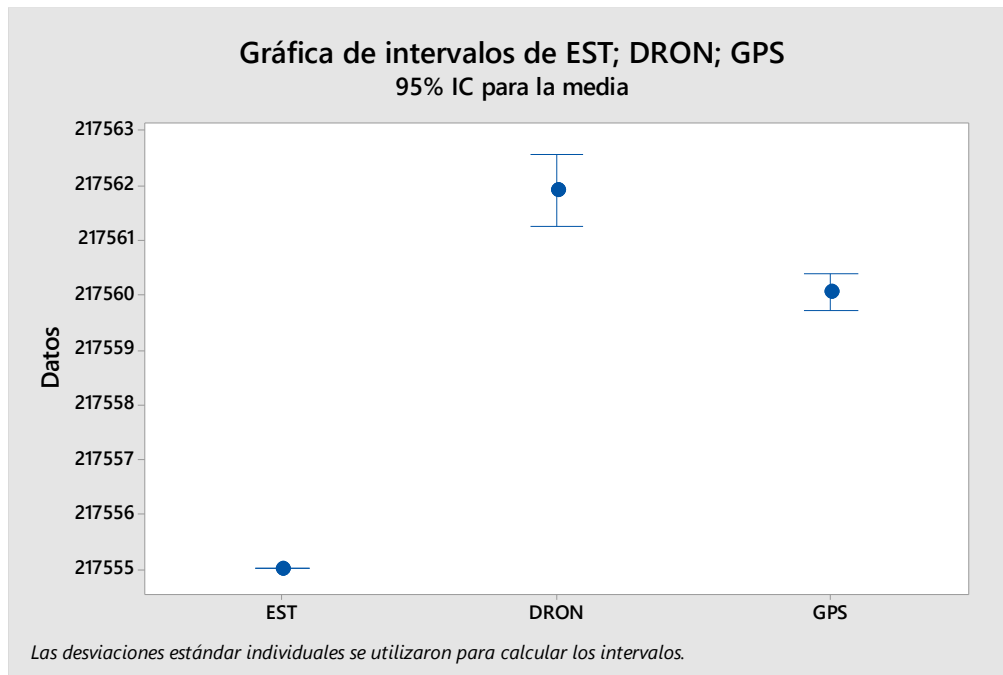
*g) Coordenadas de puerta occidente*

**Tabla 55:** Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de la puerta de occidente – este.

Variable	Media	$\sum V^2$	n-1	Ec (m)	Ep (m)	Emáx (m)	P
<b>Estación</b>	217555.007	0.000	4	± 0.00	± 0.00	± 0.01	1 / 80520721
<b>Dron</b>	217561.900	1.122	4	± 0.53	± 0.35	± 1.41	1 / 410806
<b>GPS diferencial</b>	217560.052	0.295	4	± 0.27	± 0.18	± 0.72	1 / 800993

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 117:** Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas de la puerta de occidente – este.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

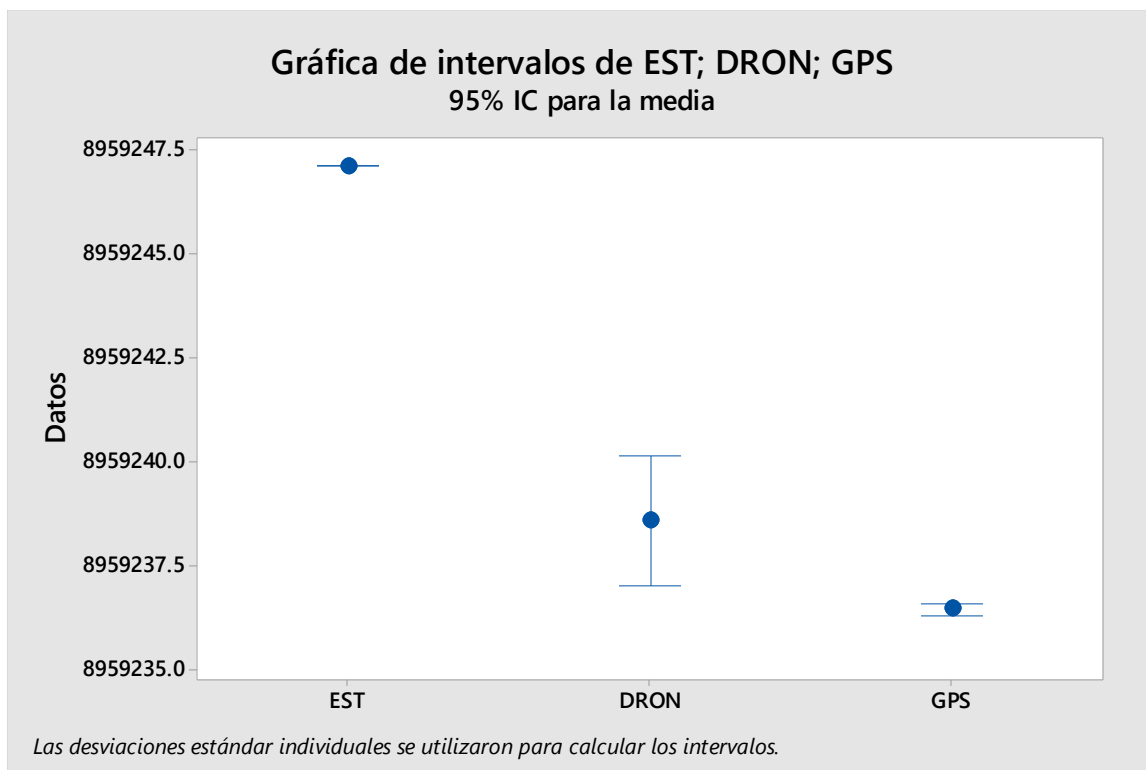


**Tabla 56:** Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de la puerta de occidente – norte.

Variable	Media	$\sum V^2$	n-1	Ec (m)	Ep (m)	Emáx (m)	P
<b>Estación</b>	8959247.135	0.000	4	± 0.01	± 0.01	± 0.02	1 / 1108702271
<b>Dron</b>	8959238.604	6.432	4	± 1.27	± 0.85	± 3.38	1 / 7065133
<b>GPS diferencial</b>	8959236.468	0.055	4	± 0.12	± 0.08	± 0.31	1 / 76348565

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 118:** Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas de la puerta de occidente – norte.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

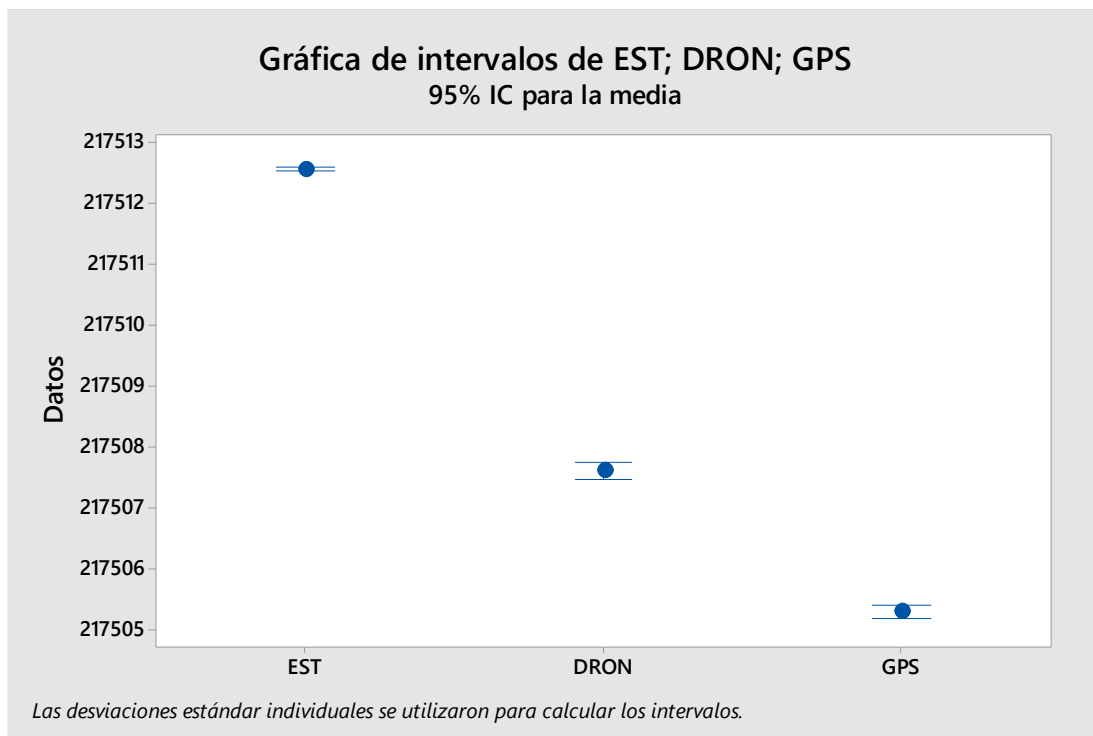
*h) Coordenadas de la caseta*

**Tabla 57:** Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de la caseta – este.

Variable	Media	$\sum V^2$	n-1	Ec (m)	Ep (m)	Emáx (m)	P
<b>Estación</b>	217512.567	0.002	4	± 0.02	± 0.01	± 0.05	1 / 10882432
<b>Dron</b>	217507.601	0.047	4	± 0.11	± 0.07	± 0.29	1 / 2006379
<b>GPS diferencial</b>	217505.290	0.035	4	± 0.09	± 0.06	± 0.25	1 / 2326093

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 119:** Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas de la caseta – este.



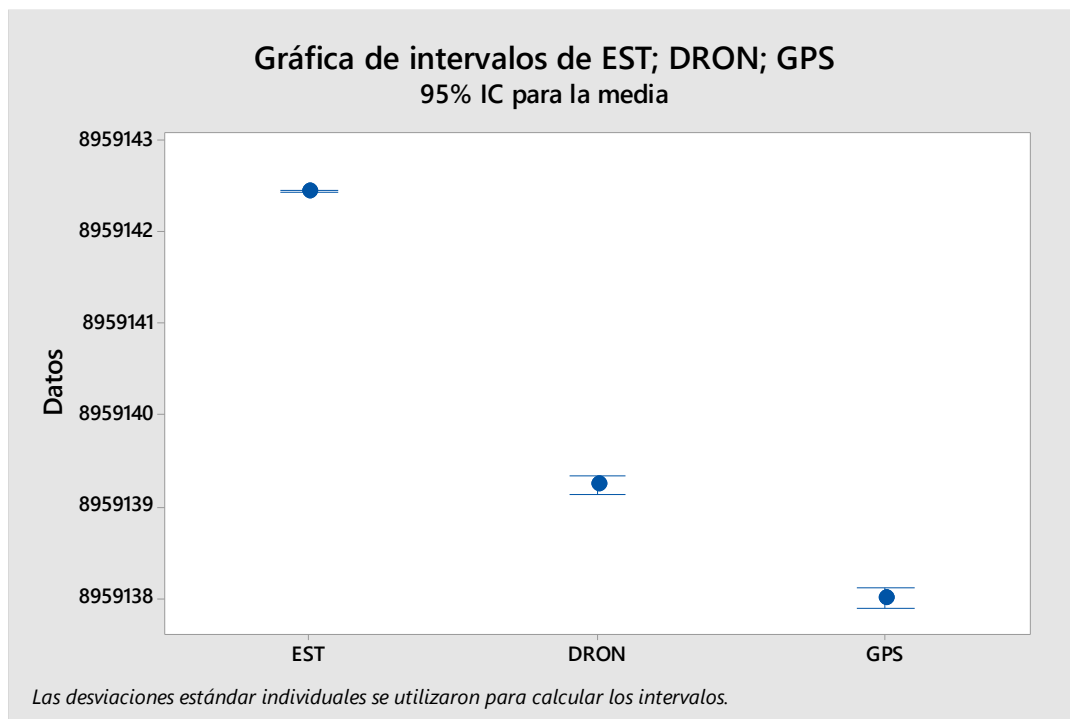
Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Tabla 58:** Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de la caseta – norte.

Variable	Media	$\sum V^2$	n-1	Ec (m)	Ep (m)	Emáx (m)	P
<b>Estación</b>	8959142.443	0.001	4	± 0.01	± 0.01	± 0.03	1 / 710059792
<b>Dron</b>	8959139.228	0.026	4	± 0.08	± 0.05	± 0.21	1 / 111808571
<b>GPS diferencial</b>	8959137.996	0.034	4	± 0.09	± 0.06	± 0.25	1 / 97208667

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 120:** Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas de la caseta – norte.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

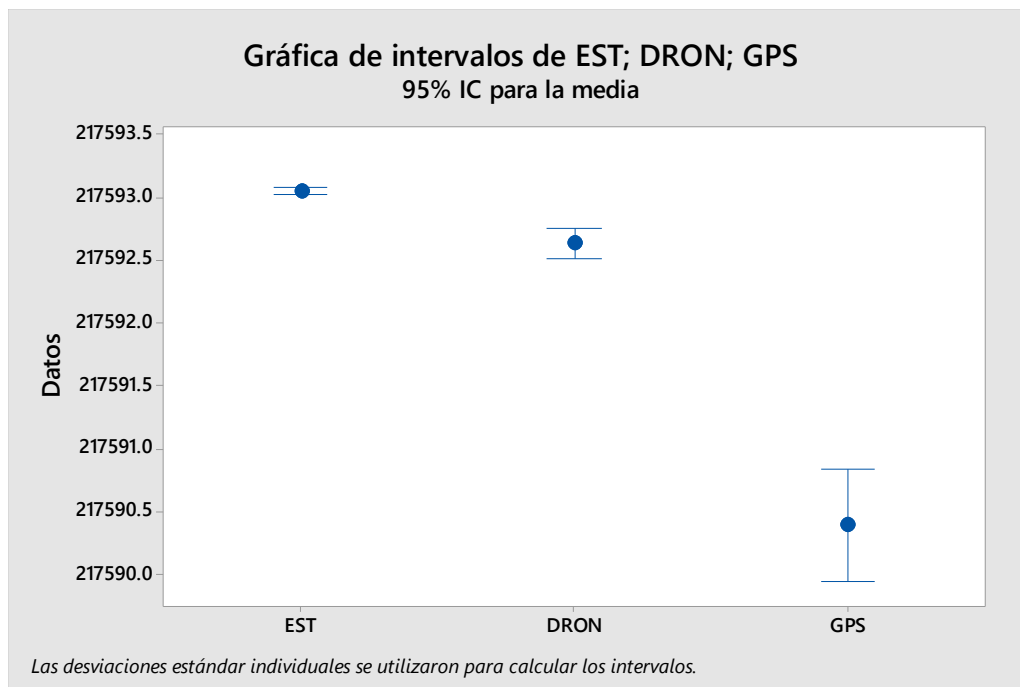
i) *Coordenadas de los servicios higiénicos*

**Tabla 59:** *Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de los SSHH – este.*

Variable	Media	$\sum V^2$	n-1	Ec (m)	Ep (m)	Emáx (m)	P
<b>Estación</b>	217593.057	0.001	4	± 0.02	± 0.01	± 0.05	1 / 11495335
<b>Dron</b>	217592.640	0.039	4	± 0.10	± 0.07	± 0.26	1 / 2211280
<b>GPS diferencial</b>	217590.386	0.524	4	± 0.36	± 0.24	± 0.97	1 / 600896

*Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.*

**Figura 121:** *Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas de los SSHH – este.*



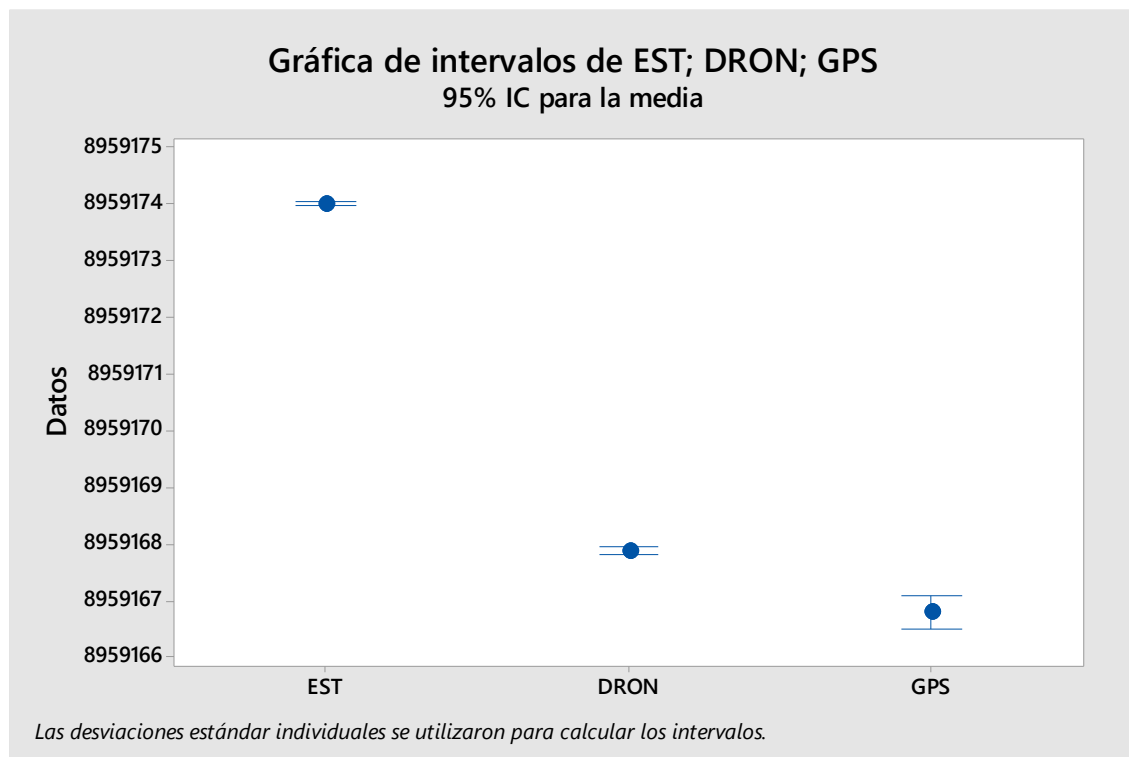
*Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.*

**Tabla 60:** Porcentaje de error de las medidas de las coordenadas de los SSHH – norte.

Variable	Media	$\sum V^2$	n-1	Ec (m)	Ep (m)	Emáx (m)	P
<b>Estación</b>	8959174.009	0.003	4	± 0.03	± 0.02	± 0.07	1 / 341639802
<b>Dron</b>	8959167.879	0.017	4	± 0.07	± 0.04	± 0.17	1 / 137764895
<b>GPS diferencial</b>	8959166.798	0.225	4	± 0.24	± 0.16	± 0.63	1 / 37791897

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 122:** Gráfico comparativo de la dispersión de las coordenadas de los SSHH – norte.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

### 3.9.3. Análisis de la magnitud de la confiabilidad del resultado

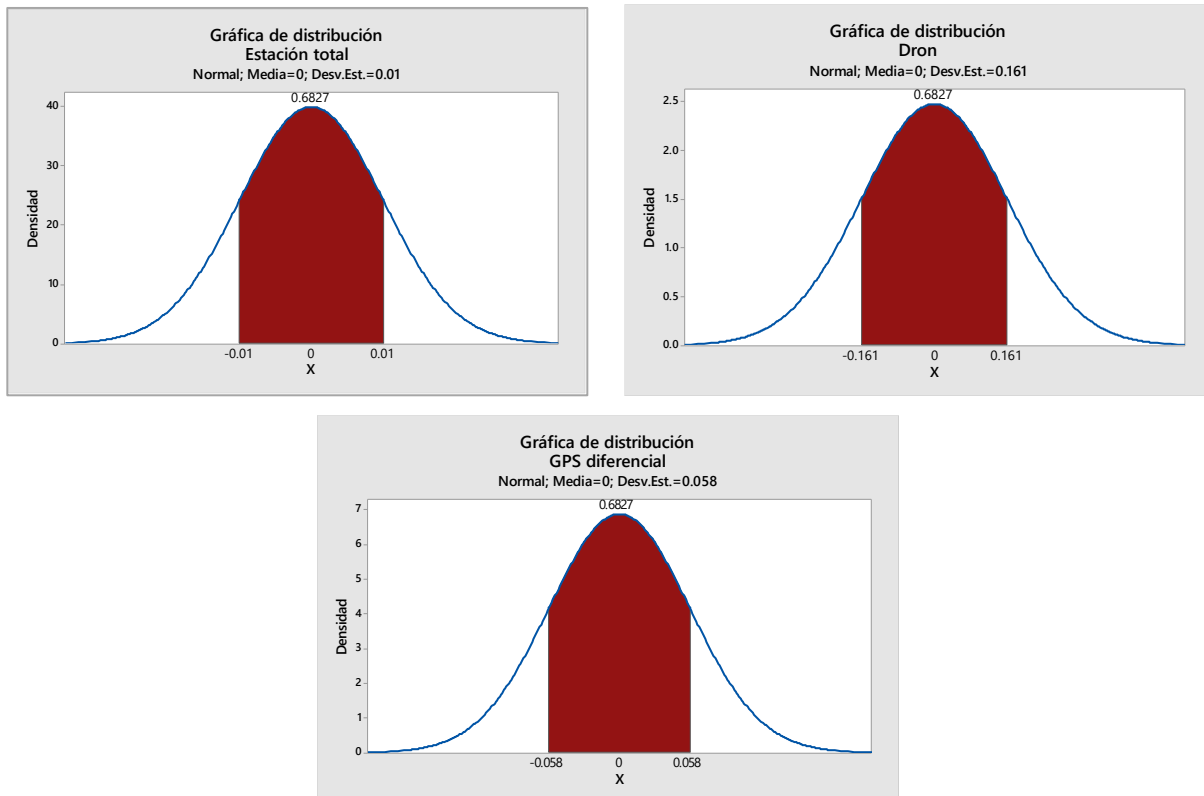
#### a) Elevación del tanque

**Tabla 61:** Confiabilidad del resultado de las medidas de la elevación del tanque.

Variable	Media	Ep (m)	$\sigma$	Magnitud de confiabilidad
Estación	2841.494	$\pm 0.006$	$\pm 0.010$	1.00
Dron	2826.878	$\pm 0.107$	$\pm 0.161$	0.25
GPS diferencial	2831.263	$\pm 0.039$	$\pm 0.058$	0.85

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 123:** Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de la elevación del tanque.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.



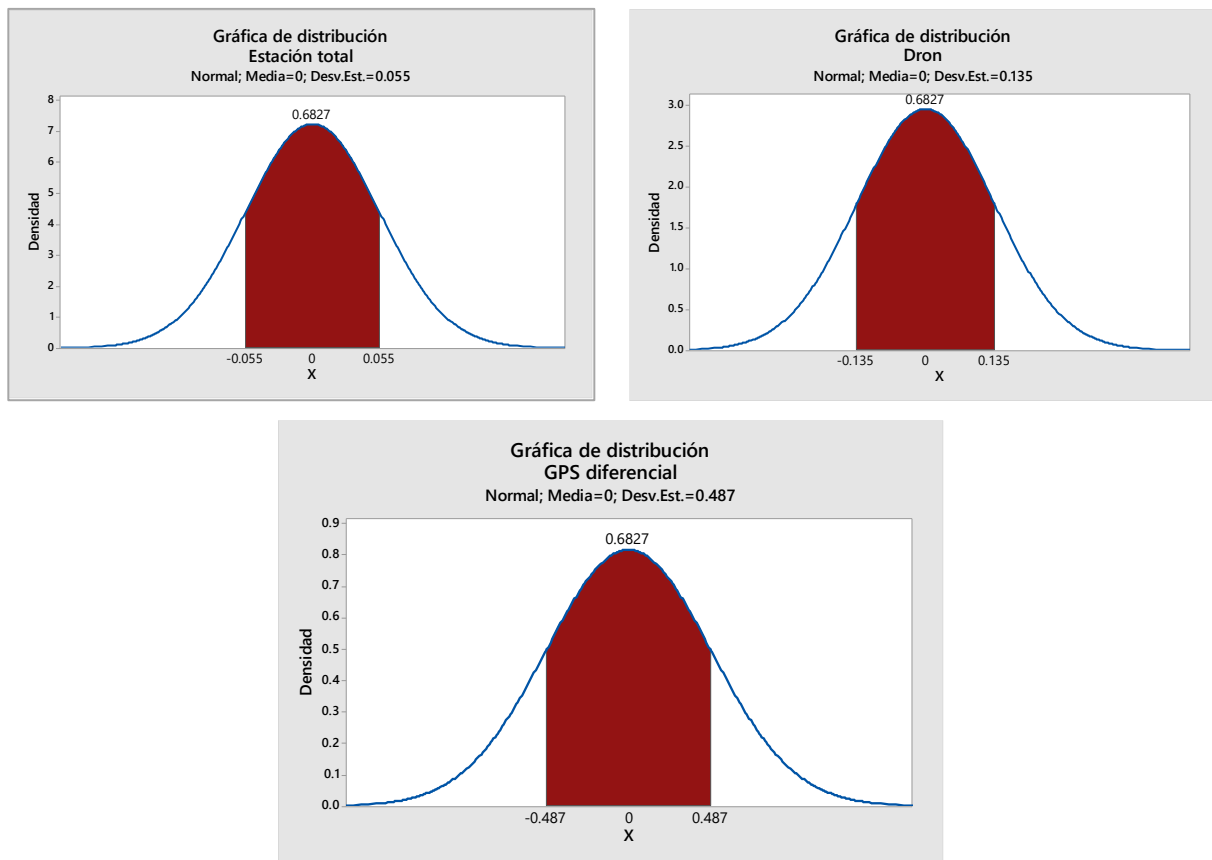
b) Elevación de la vereda

**Tabla 62:** Confiabilidad del resultado de las medidas de la elevación de la vereda.

Variable	Media	Ep (m)	$\sigma$	Magnitud de confiabilidad
<b>Estación</b>	2841.188	$\pm 0.036$	$\pm 0.055$	0.60
<b>Dron</b>	2826.831	$\pm 0.090$	$\pm 0.135$	0.35
<b>GPS diferencial</b>	2830.962	$\pm 0.325$	$\pm 0.487$	0.45

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 124:** Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de la elevación de la vereda.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

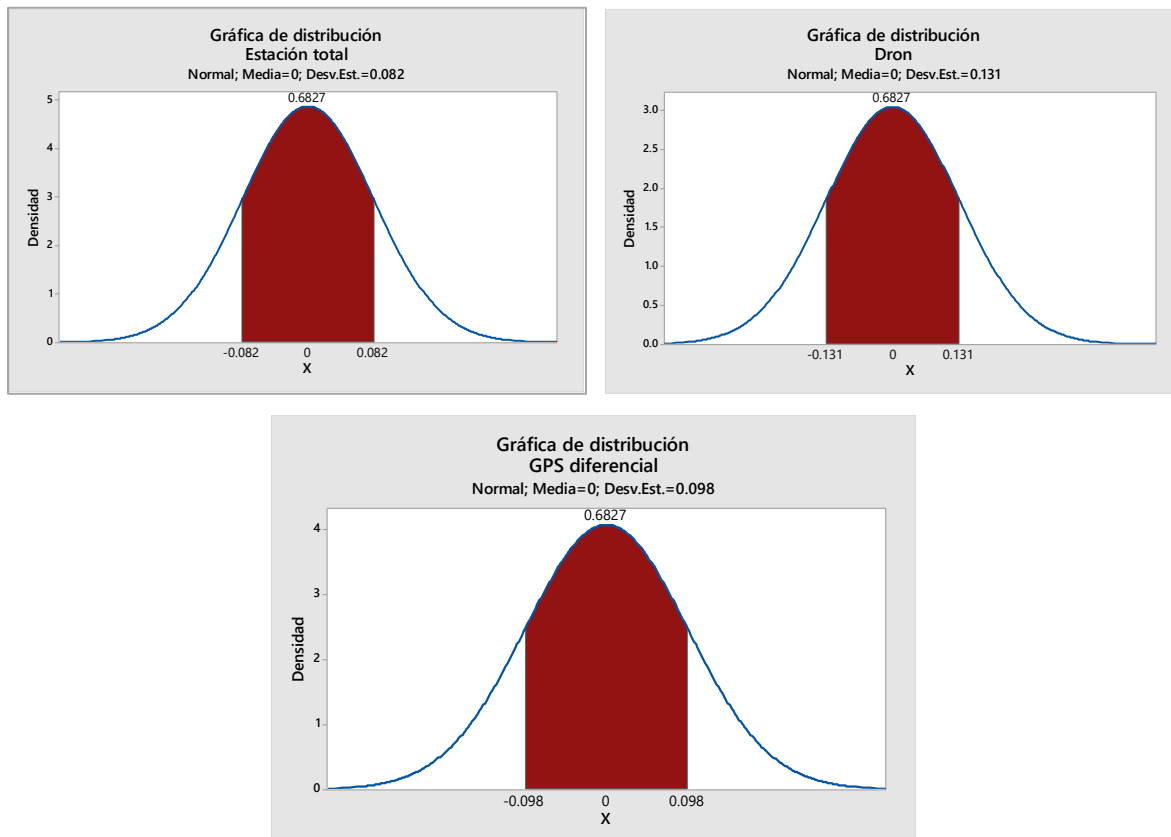
c) *Coordenadas de poste*

**Tabla 63:** *Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas del poste - este.*

Variable	Media	Ep (m)	$\sigma$	Magnitud de confiabilidad
<b>Estación</b>	217495.146	$\pm 0.055$	$\pm 0.082$	0.60
<b>Dron</b>	217492.237	$\pm 0.087$	$\pm 0.131$	0.10
<b>GPS diferencial</b>	217490.086	$\pm 0.065$	$\pm 0.098$	0.60

Fuente. *Elaborado por el tesista, 2022.*

**Figura 125:** *Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas del poste - este.*



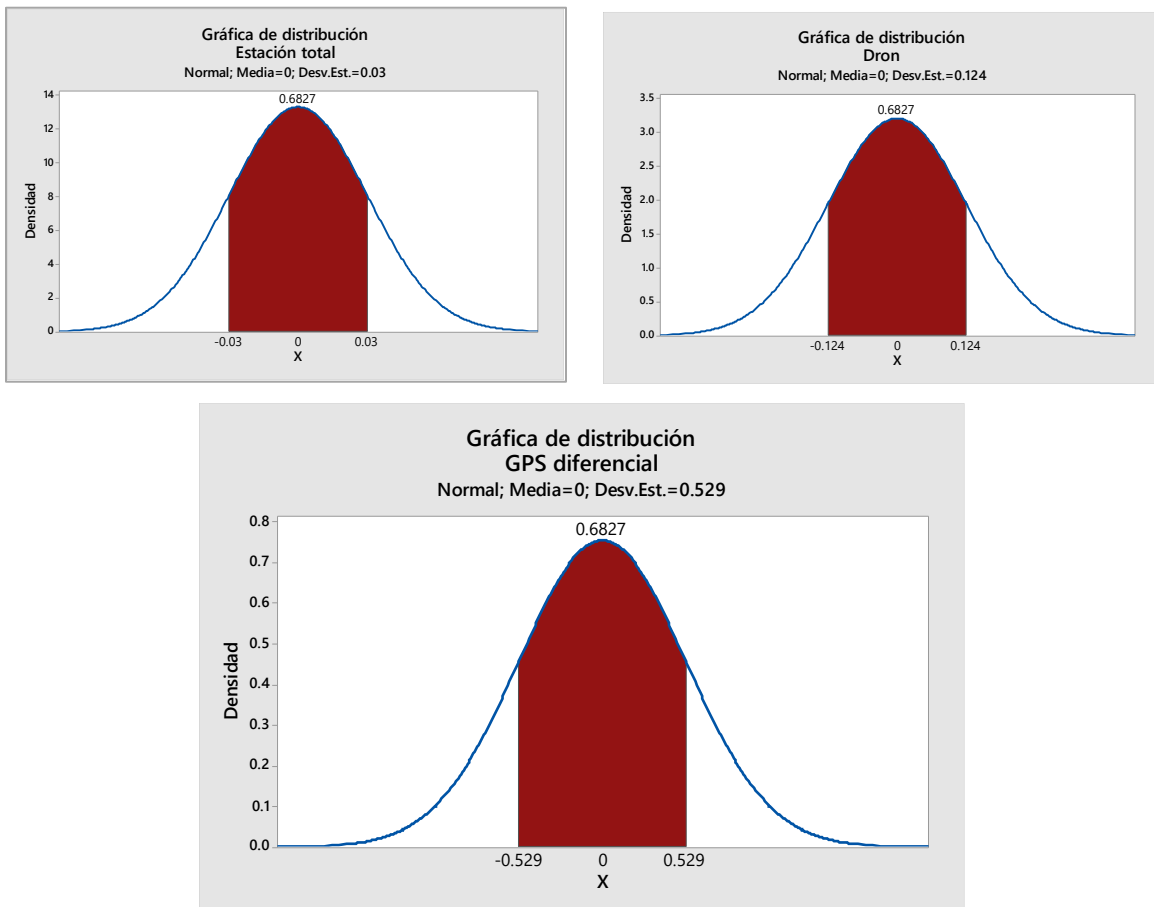
Fuente. *Elaborado por el tesista, 2022.*

**Tabla 64:** Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas del poste - norte.

Variable	Media	Ep (m)	$\sigma$	Magnitud de confiabilidad
<b>Estación</b>	8959124.929	$\pm 0.020$	$\pm 0.030$	1.00
<b>Dron</b>	8959124.417	$\pm 0.082$	$\pm 0.124$	0.40
<b>GPS diferencial</b>	8959122.970	$\pm 0.353$	$\pm 0.529$	0.20

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 126:** Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas del poste - norte.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

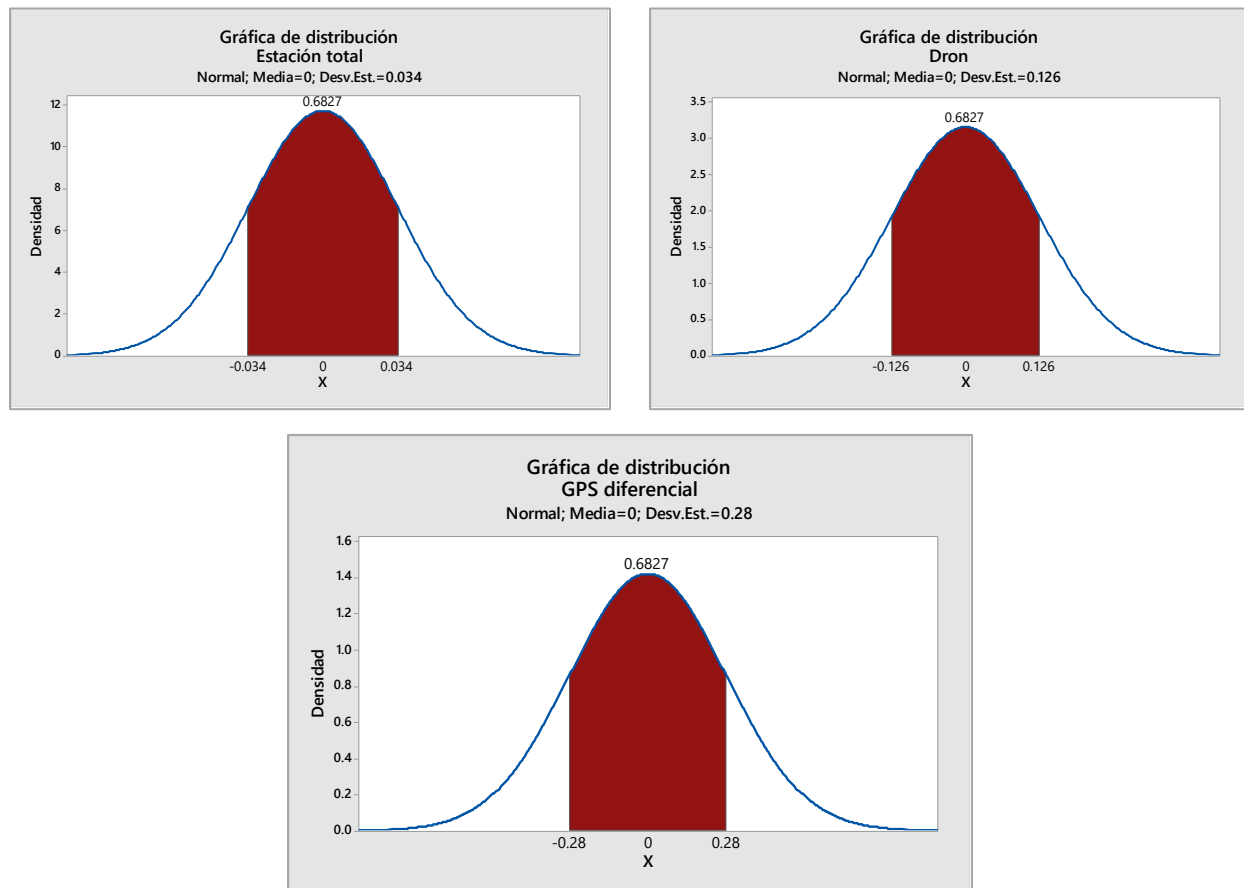
d) Longitud de arco de fútbol

**Tabla 65:** Confiabilidad del resultado de las medidas de la longitud de arco.

Variable	Media	Ep (m)	$\sigma$	Magnitud de confiabilidad
<b>Estación</b>	7.241	$\pm 0.023$	$\pm 0.034$	1.00
<b>Dron</b>	7.381	$\pm 0.084$	$\pm 0.126$	0.80
<b>GPS diferencial</b>	7.138	$\pm 0.187$	$\pm 0.280$	0.30

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 127:** Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de la longitud de arco.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

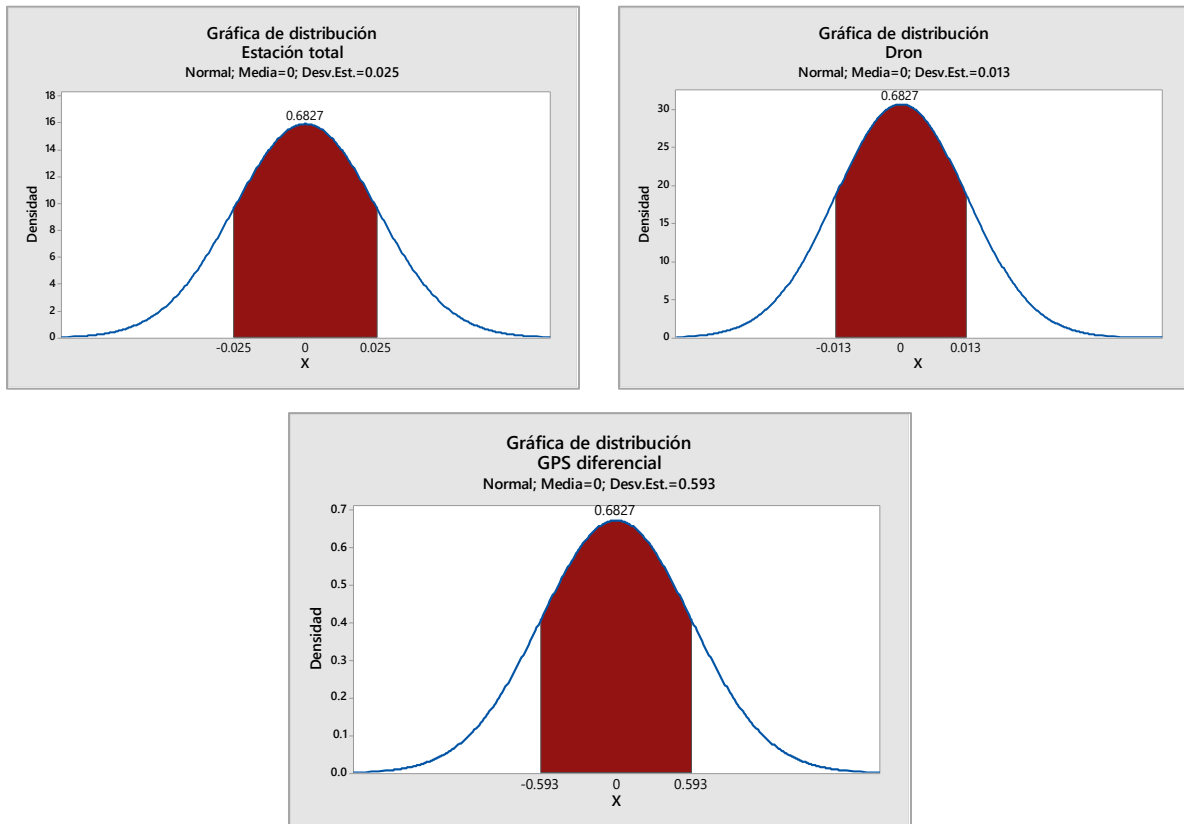
e) *Longitud de los servicios higiénicos*

**Tabla 66:** *Confiabilidad del resultado de las medidas de la longitud de servicios higiénicos.*

Variable	Media	Ep (m)	$\sigma$	Magnitud de confiabilidad
<b>Estación</b>	26.734	$\pm 0.016$	$\pm 0.025$	1.00
<b>Dron</b>	25.356	$\pm 0.009$	$\pm 0.013$	1.00
<b>GPS diferencial</b>	34.511	$\pm 0.395$	$\pm 0.593$	0.20

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 128:** *Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de la longitud de servicios higiénicos.*



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

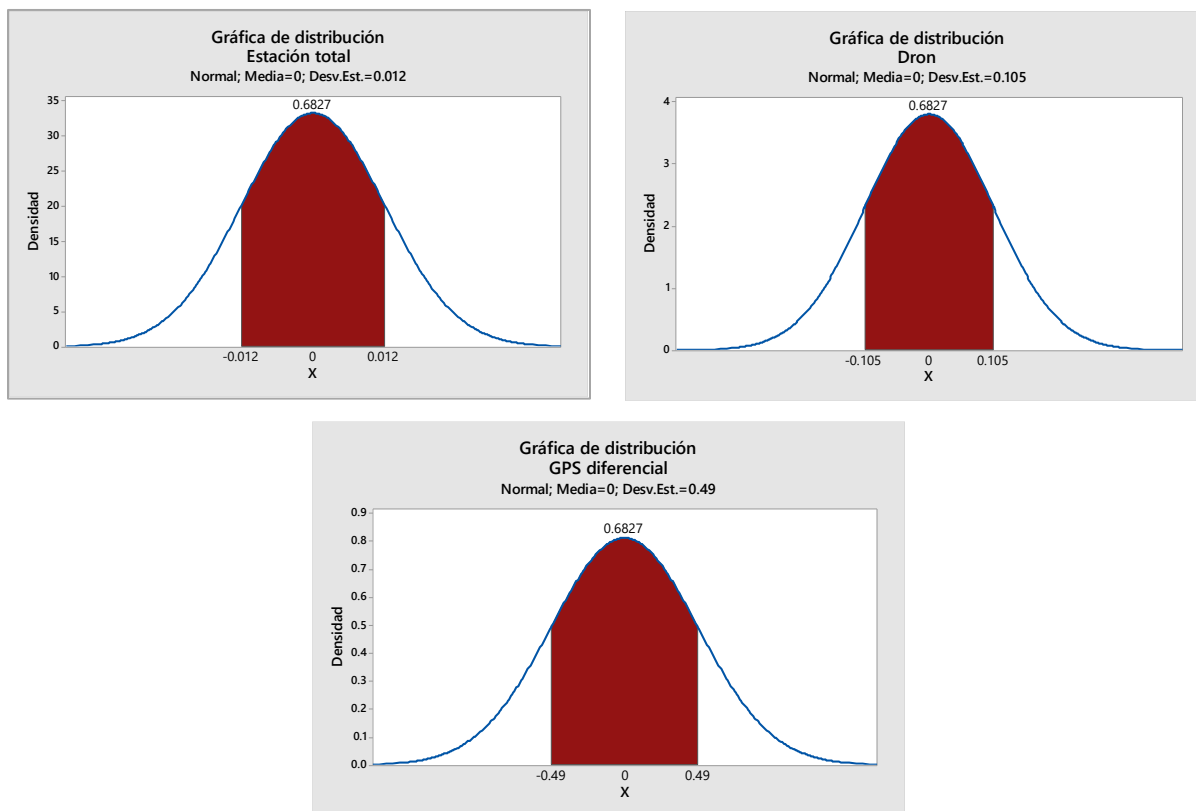
f) *Coordenadas de puerta oriente*

**Tabla 67:** *Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de la puerta oriente – este.*

Variable	Media	Ep (m)	$\sigma$	Magnitud de confiabilidad
<b>Estación</b>	217475.170	$\pm 0.008$	$\pm 0.012$	1.00
<b>Dron</b>	217480.056	$\pm 0.070$	$\pm 0.105$	0.40
<b>GPS diferencial</b>	217477.896	$\pm 0.326$	$\pm 0.490$	0.10

Fuente. *Elaborado por el tesista, 2022.*

**Figura 129:** *Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas de la puerta oriente - este.*



Fuente. *Elaborado por el tesista, 2022.*

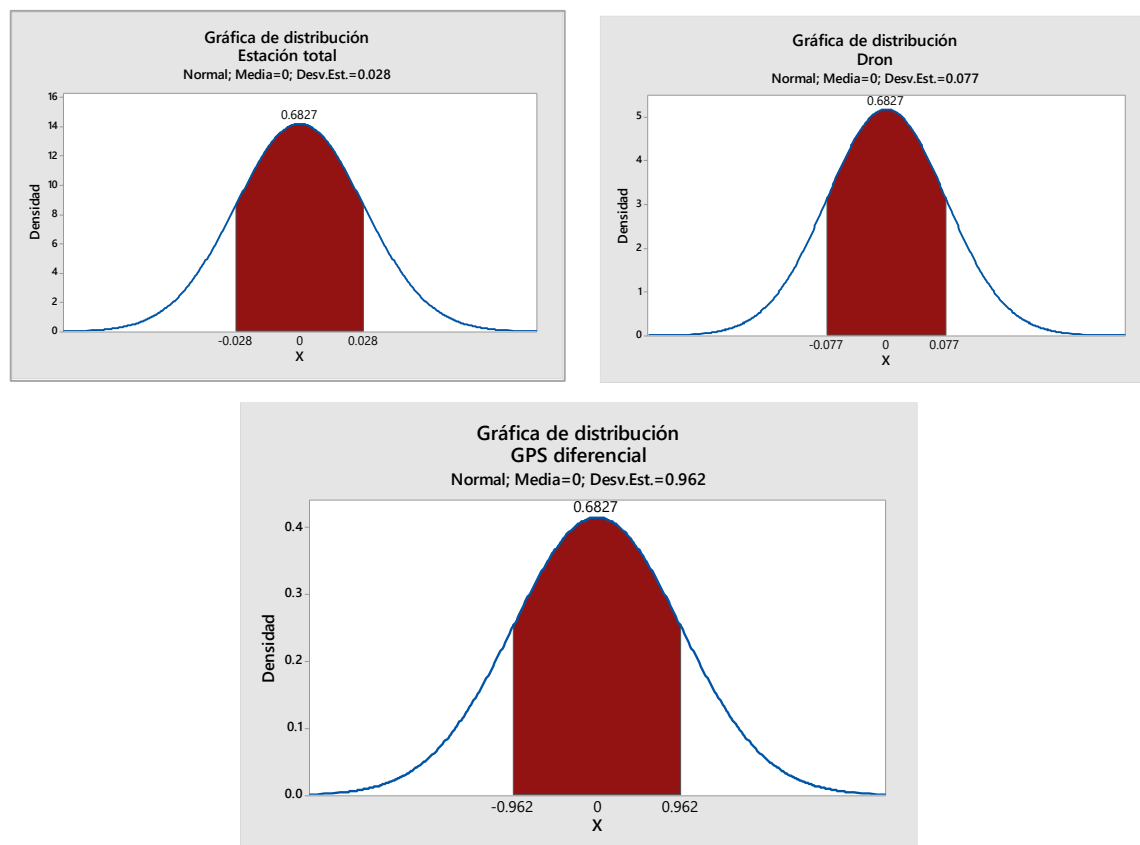


**Tabla 68:** Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de la puerta oriente – norte.

Variable	Media	Ep (m)	$\sigma$	Magnitud de confiabilidad
<b>Estación</b>	8959204.747	$\pm 0.019$	$\pm 0.028$	1.00
<b>Dron</b>	8959200.985	$\pm 0.051$	$\pm 0.077$	0.40
<b>GPS diferencial</b>	8959199.382	$\pm 0.641$	$\pm 0.962$	0.10

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 130:** Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas de la puerta oriente - norte.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

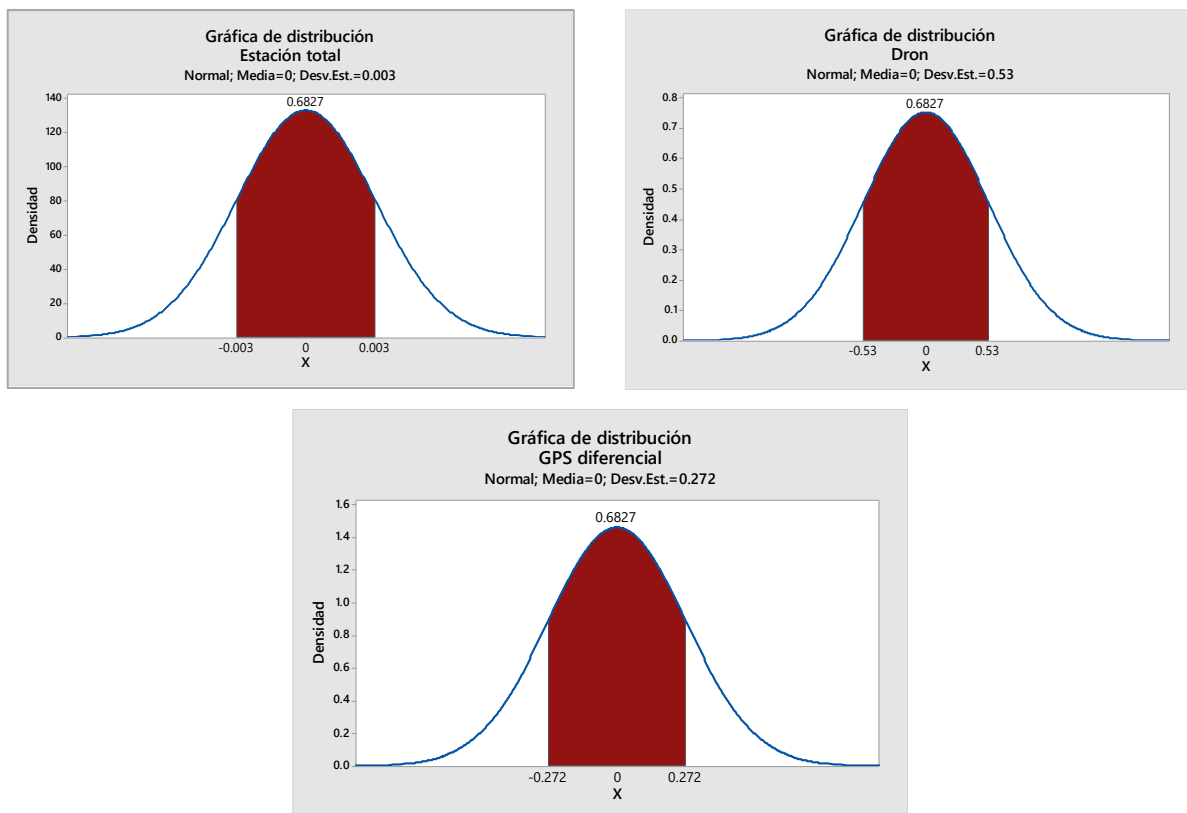
*g) Coordenadas de puerta occidente*

**Tabla 69:** Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de la puerta occidente – este.

Variable	Media	Ep (m)	$\sigma$	Magnitud de confiabilidad
<b>Estación</b>	217555.007	$\pm 0.002$	$\pm 0.003$	1.00
<b>Dron</b>	217561.900	$\pm 0.353$	$\pm 0.530$	0.10
<b>GPS diferencial</b>	217560.052	$\pm 0.181$	$\pm 0.272$	0.10

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 131:** Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas de la puerta occidente - este.



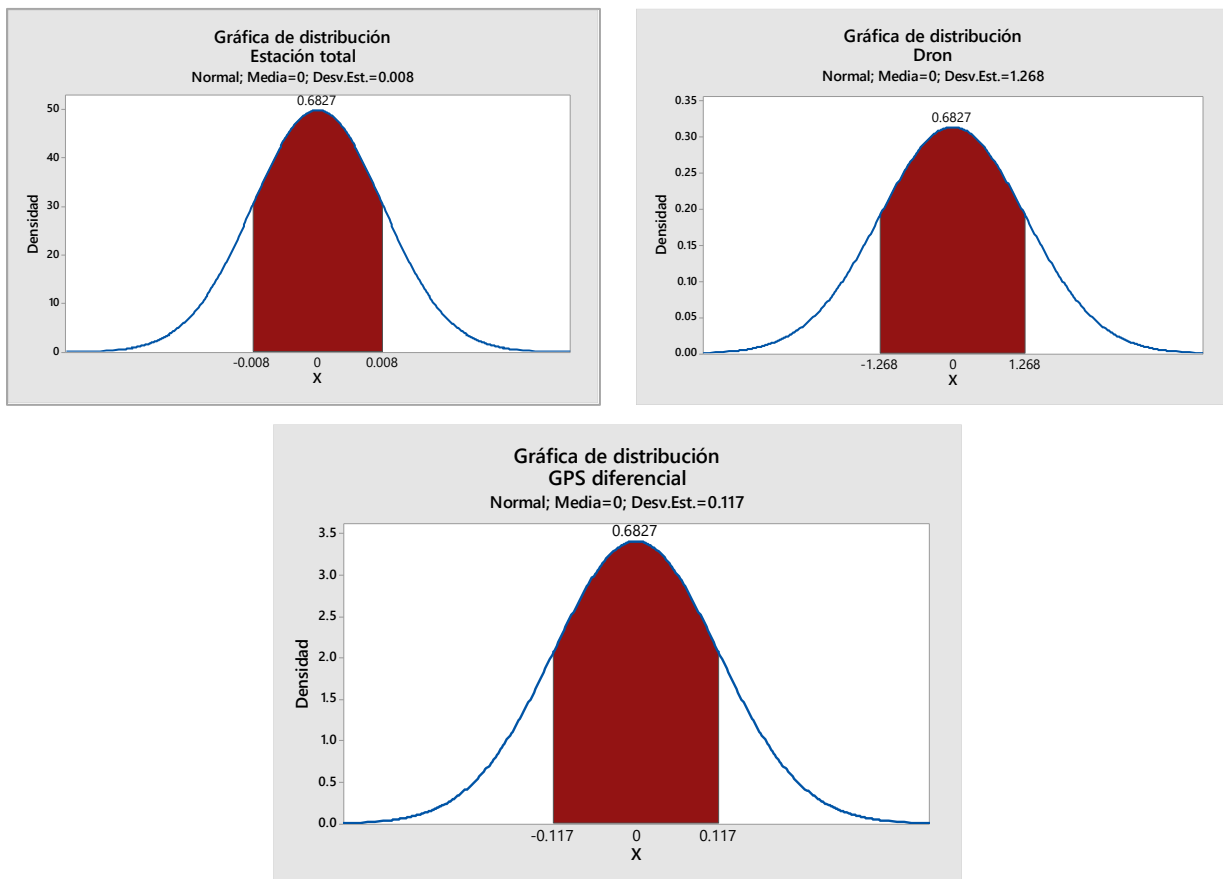
Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Tabla 70:** Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de la puerta occidente – norte.

Variable	Media	Ep (m)	$\sigma$	Magnitud de confiabilidad
<b>Estación</b>	8959247.135	$\pm 0.005$	$\pm 0.008$	1.00
<b>Dron</b>	8959238.604	$\pm 0.845$	$\pm 1.268$	0.10
<b>GPS diferencial</b>	8959236.468	$\pm 0.078$	$\pm 0.117$	0.20

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 132:** Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas de la puerta occidente - norte.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

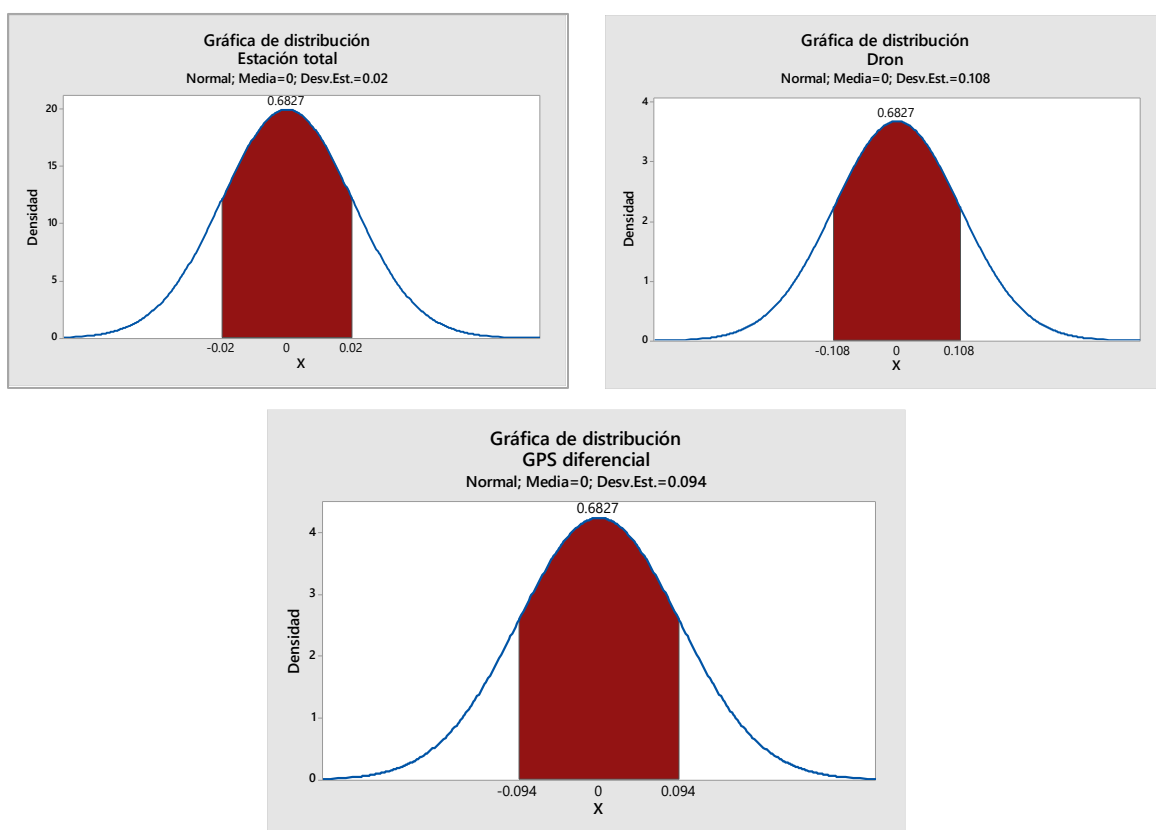
*h) Coordenadas de la caseta*

**Tabla 71:** Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de la caseta – este.

Variable	Media	Ep (m)	$\sigma$	Magnitud de confiabilidad
<b>Estación</b>	217512.567	$\pm 0.013$	$\pm 0.020$	1.00
<b>Dron</b>	217507.601	$\pm 0.072$	$\pm 0.108$	0.20
<b>GPS diferencial</b>	217505.290	$\pm 0.062$	$\pm 0.094$	0.40

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 133:** Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas de la caseta - este.



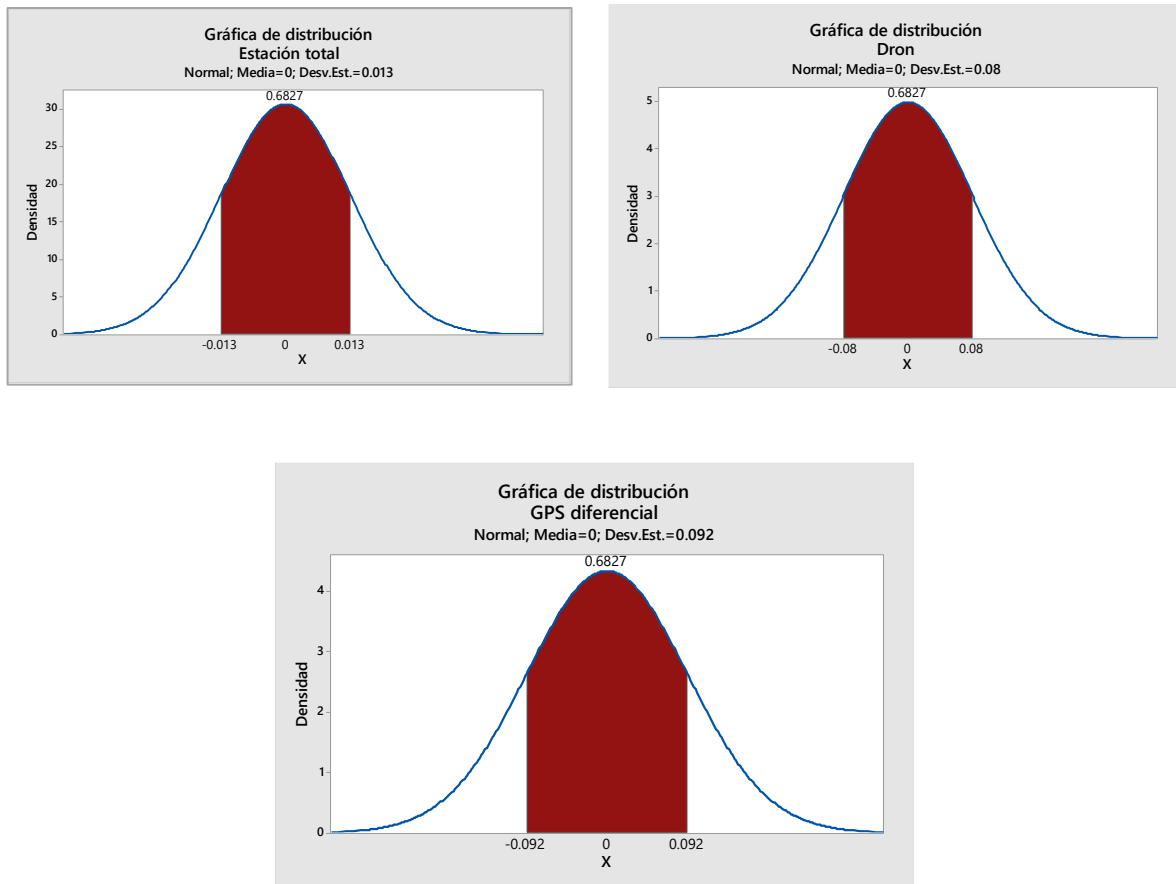
Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Tabla 72:** Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de la caseta – norte.

Variable	Media	Ep (m)	$\sigma$	Magnitud de confiabilidad
<b>Estación</b>	8959142.443	$\pm 0.008$	$\pm 0.013$	1.00
<b>Dron</b>	8959139.228	$\pm 0.053$	$\pm 0.080$	0.40
<b>GPS diferencial</b>	8959137.996	$\pm 0.061$	$\pm 0.092$	0.20

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 134:** Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de las coordenadas de la caseta - norte.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

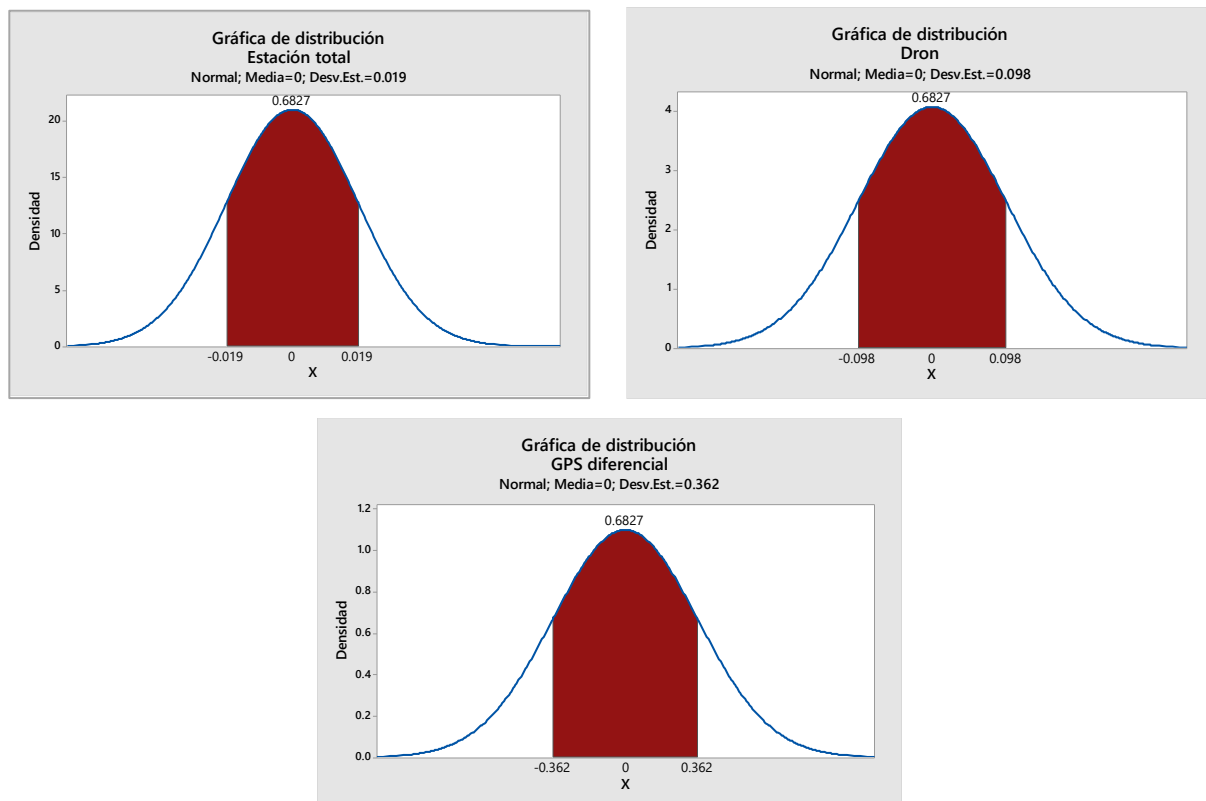
i) *Coordenadas de los servicios higiénicos*

**Tabla 73:** *Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de los servicios higiénicos – este.*

Variable	Media	Ep (m)	$\sigma$	Magnitud de confiabilidad
<b>Estación</b>	217593.057	$\pm 0.013$	$\pm 0.019$	1.00
<b>Dron</b>	217592.640	$\pm 0.066$	$\pm 0.098$	0.20
<b>GPS diferencial</b>	217590.386	$\pm 0.241$	$\pm 0.362$	0.10

Fuente. *Elaborado por el tesista, 2022.*

**Figura 135:** *Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de los servicios higiénicos - este.*



Fuente. *Elaborado por el tesista, 2022.*

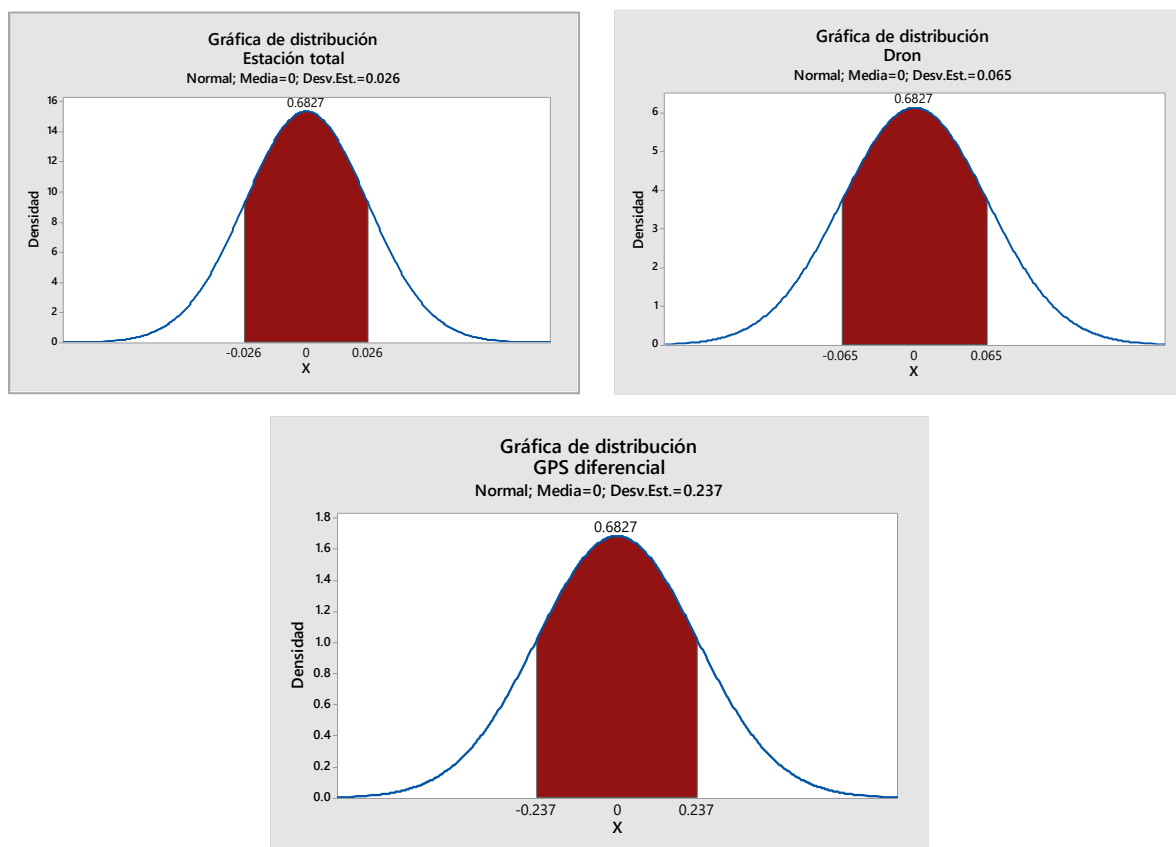


**Tabla 74:** Confiabilidad del resultado de las medidas de las coordenadas de los servicios higiénicos – norte.

Variable	Media	Ep (m)	$\sigma$	Magnitud de confiabilidad
<b>Estación</b>	8959174.009	$\pm 0.017$	$\pm 0.026$	1.00
<b>Dron</b>	8959167.879	$\pm 0.043$	$\pm 0.065$	0.40
<b>GPS diferencial</b>	8959166.798	$\pm 0.158$	$\pm 0.237$	0.10

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 136:** Gráfico comparativo de la confiabilidad de las medidas de los servicios higiénicos - norte.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

## CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resumen de los análisis de la confiabilidad topográfica.

A continuación, se muestra el resumen de los resultados consolidados de los análisis de la confiabilidad topográfica de la estación total, dron y gps diferencial.

#### 4.1.1. Confiabilidad topográfica en medidas de elevación:

<b>Estación total:</b>	<b>Dron:</b>	<b>GPS diferencial:</b>
Alta a muy alta	Baja	Moderada a muy alta

#### 4.1.2. Confiabilidad topográfica en medidas de coordenadas:

<b>Estación total:</b>	<b>Dron:</b>	<b>GPS diferencial:</b>
Alta a muy alta	Muy baja a baja	Muy baja a moderada

#### 4.1.3. Confiabilidad topográfica en medidas de longitudes:

<b>Estación total:</b>	<b>Dron:</b>	<b>GPS diferencial:</b>
Muy alta	Muy alta	Muy baja a baja

## 4.2. Resumen de los porcentajes de error de la precisión topográfica.

A continuación, se muestra el resumen de los resultados consolidados de los análisis de las de los porcentajes de error tomados por la estación total, dron y gps diferencial.

### 4.2.1. Porcentaje de error de la precisión topográfica en medidas de elevación:

#### Error medio cuadrático (m)

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
$\pm 0.05$	$\pm 0.16$	$\pm 0.49$

#### Error probable (m)

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
$\pm 0.04$	$\pm 0.11$	$\pm 0.32$

#### Error máximo (m)

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
$\pm 0.15$	$\pm 0.43$	$\pm 1.30$

#### Error de precisión

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
1 / 295134	1 / 20986	1 / 48716

### 4.2.2. Porcentaje de error de la precisión topográfica en medidas de coordenadas:

#### Error medio cuadrático (m)

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
$\pm 0.08$	$\pm 1.27$	$\pm 0.96$

#### Error probable (m)

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
$\pm 0.05$	$\pm 0.85$	$\pm 0.64$

### **Error máximo (m)**

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
$\pm 0.22$	$\pm 3.38$	$\pm 2.57$

### **Error de precisión**

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
1 / 2642436	1 / 410806	1 / 444084

## **4.2.3. Porcentaje de error de la precisión topográfica en medidas de longitud:**

### **Error medio cuadrático (m)**

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
$\pm 0.03$	$\pm 0.13$	$\pm 0.59$

### **Error probable (m)**

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
$\pm 0.02$	$\pm 0.08$	$\pm 0.40$

### **Error máximo (m)**

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
$\pm 0.09$	$\pm 0.34$	$\pm 1.58$

### **Error de precisión**

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
1 / 213	1 / 59	1 / 25

### 4.3. Resumen de la desviación estándar de la precisión topográfica.

A continuación, se muestra el resumen de los resultados consolidados de los análisis de las de la desviación estándar de la precisión topográfica tomado por la estación total, dron y gps diferencial.

#### 4.3.1. Desviación estándar de la precisión topográfica en medidas de elevación:

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
$\pm 0.05$	$\pm 0.16$	$\pm 0.49$

#### 4.3.2. Desviación estándar de la precisión topográfica en medidas de coordenadas:

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
$\pm 0.08$	$\pm 1.27$	$\pm 0.96$

#### 4.3.3. Desviación estándar de la precisión topográfica en medidas de longitud:

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
$\pm 0.03$	$\pm 0.13$	$\pm 0.59$

### 4.4. Resumen del rango de la magnitud de la precisión topográfica.

A continuación, se muestra el resumen de los resultados consolidados de los análisis de las del rango de la magnitud de la precisión topográfica tomado por la estación total, dron y gps diferencial.

#### 4.4.1. Rango de la magnitud de la precisión topográfica en medidas de elevación:

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
0.60 – 1.00	0.25 – 0.35	0.45 – 0.85

#### 4.4.2. Rango de la magnitud de la precisión topográfica en medidas de coordenadas:

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
0.60 – 1.00	0.10 – 0.40	0.10 – 0.60

#### 4.4.3. Rango de la magnitud de la precisión topográfica en medidas de longitud:

Estación total:	Dron:	GPS diferencial:
1.00	0.80 – 1.00	0.20 – 0.30

## 4.5. Contrastación de la hipótesis

### 4.5.1. Contrastación de la hipótesis general

El levantamiento topográfico con estación total logra ser el equipo más confiable debido a que tiene mayor precisión topográfica según los datos obtenidos en el estadio Huachenca del distrito de Jangas – 2021.

Partiendo de las pruebas estadísticas realizadas para contrastar las hipótesis específicas se puede contrastar lo siguiente:

- A partir de la contrastación de la hipótesis específica I, se puede afirmar que: Los datos obtenidos del levantamiento topográfico con estación total poseen un menor error medio cuadrático, error probable, error máximo y error de precisión con un nivel de confianza de 95%, en comparación con los otros equipos.
- A partir de la contrastación de la hipótesis específica II, se puede afirmar que: Los datos obtenidos del levantamiento topográfico con estación total poseen un menor grado de dispersión y menor porcentaje de la desviación estándar con un nivel de confianza de 95%, en comparación de los otros equipos.
- A partir de la contrastación de la hipótesis específica III, se puede afirmar que: Los datos obtenidos del levantamiento topográfico con estación total poseen un mayor rango de magnitud de sus resultados en comparación de los otros equipos.

A partir de ello, se puede contrastar la hipótesis general:

El levantamiento topográfico con estación total logra poseer un mayor grado de confiabilidad entre sus resultados obtenidos en el estadio Huachenca en la ciudad de Jangas – Huaraz – 2021. Es decir, posee un menor porcentaje de error, menor dispersión entre sus datos y mayor grado de confiabilidad, logrando resultados coherentes, concisos y valederos.



## 4.5.2. Contrastación de la hipótesis específica

### a) *Hipótesis específica 01:*

#### **Teoría estadística:**

Según Reyes e Ibarra (2002) en la topografía como en muchas áreas de la ciencia y la ingeniería, las cantidades que se miden directamente en el campo, así como las que se usan para calcular otras cantidades están afectadas de errores. En el último caso, las cantidades se expresan como una función matemática de las medidas de campo. Si las medidas de campo tienen errores, es inevitable que las cantidades calculadas también los contengan. La evaluación de los errores en las cantidades calculadas como una función de los errores en las medidas se llama propagación de los errores. (p. 51).

Además, según Mendoza (2010) el valor más probable es aquel valor que se acerca más al verdadero valor pero que no lo es, y que continuamente se considera a la media como el valor más probable de varias mediciones. (p. 35)

En tal sentido y en amparó a las teorías estadísticas antes mencionadas es necesario calcular la propagación de los errores en las medidas topográficas tomadas a fin de determinar la precisión topográfica de cada equipo.

#### **Verificación estadística:**

El porcentaje de error de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico con estación total es menor en comparación con el dron y gps diferencial.

A partir de los análisis de ítem 3.9.2 porcentaje de error se verifica que:

- Según la tabla 47 y la tabla 48 y sus gráficos 109 y gráfico 110 respectivamente, se calculó los porcentajes de errores para las medidas topográficas de la elevación en la cual se puede observar que la estación total tiene un error de la media cuadrática de  $E_c = \pm 0.05$ , con el equipo topográfico de dron se obtiene  $E_c = \pm 0.16$  y con el

equipo topográfico de gps diferencial se obtuvo el  $E_c = \pm 0.49$ . Encontrándose que la estación total es el equipo con menor error en sus medidas obtenidas.

- Además, según la tabla 51 y la tabla 52 y sus gráficos 113 y gráfico 114 respectivamente, se calculó los porcentajes de errores para las medidas topográficas de las longitudes en la cual se puede observar que la estación total tiene un error de la media cuadrática de  $E_c = \pm 0.03$ , con el equipo topográfico de dron se obtiene  $E_c = \pm 0.13$  y con el equipo topográfico de gps diferencial se obtuvo el  $E_c = \pm 0.59$ . Encontrándose que la estación total es el equipo con menor error en sus medidas obtenidas.
- Del mismo modo, según las tablas del 49 al 50 y del 53 al 60 y sus gráficos 111 al 112 y del 115 al 122 respectivamente, se calculó los porcentajes de errores para las medidas topográficas de las coordenadas en la cual se puede observar que la estación total tiene un error de la media cuadrática de  $E_c = \pm 0.08$ , con el equipo topográfico de dron se obtiene  $E_c = \pm 1.27$  y con el equipo topográfico de gps diferencial se obtuvo el  $E_c = \pm 0.96$ . Encontrándose que la estación total es el equipo con menor error en sus medidas obtenidas.

En tal sentido, se concluye que existe evidencia estadística para afirmar que la estación total es el equipo topográfico con menor porcentaje de error y por ende mayor precisión topográfica.

**b) Hipótesis específica 02:**

**Teoría estadística:**

Según Reyes e Ibarra (2002) en la topografía bajo la suposición que la distribución normal es el modelo de probabilidad para el componente de error aleatorio de una medida topográfica, define a la dispersión como un indicador de la precisión de las medidas, siendo una tendencia pequeña el indicio de alta precisión y una tendencia grande el indicio de una baja precisión. (p. 40 – 41)

En tal sentido y en amparó a la teoría estadística antes mencionadas es necesario calcular el grado de dispersión las medidas topográficas tomadas a fin de determinar la precisión topográfica de cada equipo.

### Verificación estadística:

El grado de dispersión de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico con la estación total es menor en comparación con el gps diferencial y con el dron.

A partir de los análisis de ítem 3.9.1 discrepancia de la medida topográfica se tiene que:

- Según las tablas del 33 al 44 y los gráficos del 95 al 106 respectivamente, se conoce la desviación estándar de las medidas topográficas obtenidas con estación total, dron y gps diferencial, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 75:** *Desviación estándar de las medidas topográficas.*

Equipo	Desviación estándar		
	Elevación	Coordenadas N y E	Longitud
Estación total	± 0.05	± 0.08	± 0.03
Dron	± 0.16	± 1.27	± 0.13
GPS diferencial	± 0.49	± 0.96	± 0.59

*Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.*

Como se puede observar de la tabla anterior que la estación total tiene una desviación estándar máxima de  $\pm 0.08$ , con el equipo topográfico del dron se obtiene una desviación estándar máxima de  $\pm 1.27$  y con el equipo topográfico de gps diferencial se obtuvo una desviación estándar máxima de  $\pm 0.96$ . Encontrándose que la estación total es el equipo con menor desviación estándar en sus medidas obtenidas.

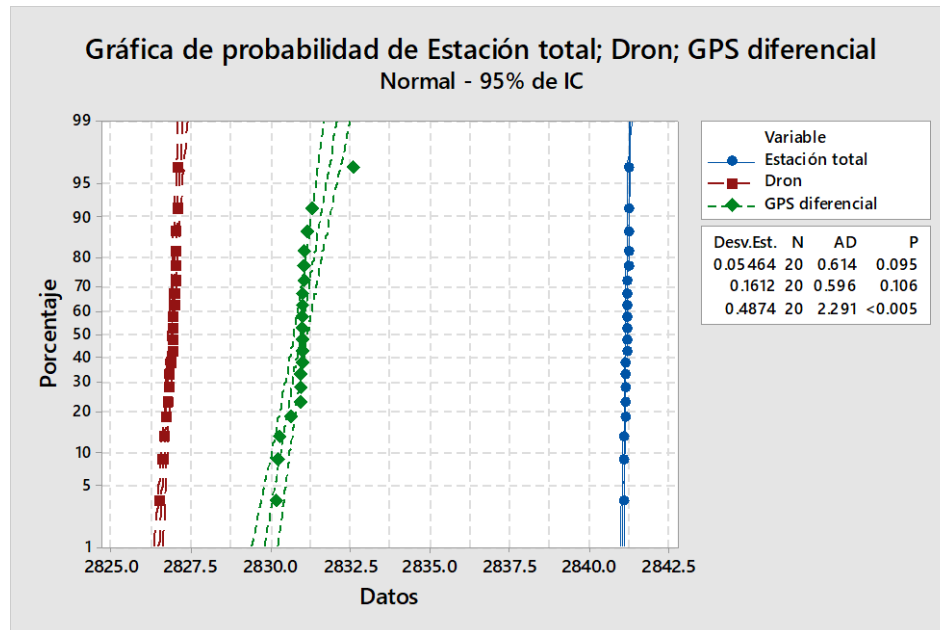
- Además, haciendo el análisis estadístico de la prueba de normalidad de las medidas con la finalidad de determinar el grado de dispersión se tiene que:
  - **Hipótesis estadística:**

$H_0: \mu = \mu_0$

$H_1: \mu \neq \mu_0$
  - **Nivel de significación:**

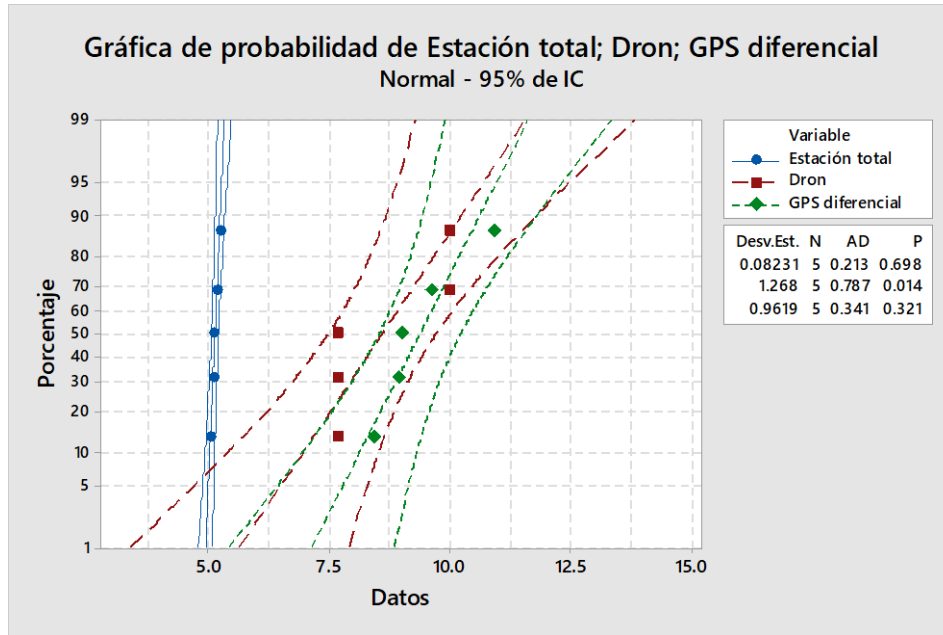
$\alpha = 0.05$

**Figura 137:** Gráfico de probabilidad de normalidad de muestras de elevación.



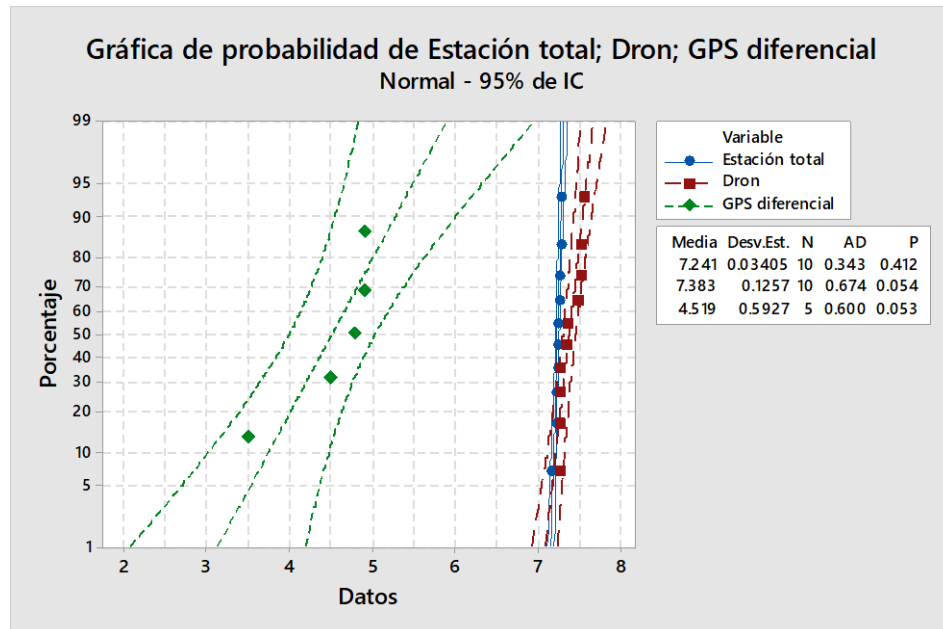
Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 138:** Gráfico de probabilidad de normalidad de muestras de coordenadas.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

**Figura 139:** Gráfico de probabilidad de normalidad de muestras de longitudes.



Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

- **Decisión:**

Del mismo modo, según la tabla del 78 y las gráficas 137, 138 y 139 se calculó el grado de normalidad de las medidas topográficas en las cuales se puede observar que la estación total tiene un mayor grado de normalidad, es decir, que las medidas obtenidas con estación total son menos dispersas.

**c) Hipótesis específica 03:**

**Teoría estadística:**

Según Ruiz (2002) para que los resultados de un instrumento puedan ser interpretables; es decir, para que tengan significado y valor heurísticos, es necesario que los mismos sean confiables. No es posible determinar la relación entre dos o más variables si los instrumentos utilizados para medirlas son poco confiables. Este tipo de instrumentos, a menudo, inducen al investigador a interpretaciones erradas de sus resultados.

La confiabilidad, aun cuando no es la característica más importante de un instrumento de medición, requiere se le preste toda la atención que sea necesaria. Ciertamente, una alta confiabilidad, por si sola, no garantiza “buenos” resultados científicos. Pero, no puede haber “buenos” resultados científicos sin instrumentos confiables. En síntesis, la confiabilidad es una condición necesaria, pero no suficiente para obtener resultados de investigación que sean científicamente valiosos y socialmente útiles. (p. 13)

En tal sentido y en amparó a la teoría estadística antes mencionada es necesario obtener el valor de la magnitud de confiabilidad las medidas topográficas de cada equipo a fin de determinar la precisión topográfica de cada equipo.

**Verificación estadística:**

La magnitud de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico con la estación total es mayor en comparación con el gps diferencial y con el dron.

A partir de los análisis de ítem 3.9.3 análisis de confiabilidad del resultado se tiene que:

- Según las tablas del 61 al 74 y los gráficos del 123 al 136 respectivamente, se obtuvo los valores de magnitud de confiabilidad de las medidas topográficas obtenidas con estación total, dron y gps diferencial, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 76:** *Magnitud de confiabilidad de las medidas topográficas en elevación.*

Variable	Rango	Magnitud de confiabilidad
<b>Estación</b>	0.60 - 1.00	Alta a muy alta
<b>Dron</b>	0.25 - 0.35	Baja
<b>GPS diferencial</b>	0.45 - 0.85	Moderada a muy alta

*Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.*

**Tabla 77:** *Magnitud de confiabilidad de las medidas topográficas en coordenadas.*

Variable	Rango	Magnitud de confiabilidad
<b>Estación</b>	0.60 - 1.00	Alta a muy alta
<b>Dron</b>	0.10 - 0.40	Muy baja a baja
<b>GPS diferencial</b>	0.10 - 0.60	Muy baja a moderada

*Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.*



**Tabla 78:** Magnitud de confiabilidad de las medidas topográficas en longitud.

Variable	Rango	Magnitud de confiabilidad
Estación	1.00	Muy alta
Dron	0.8 - 1.00	Muy alta
GPS diferencial	0.20 - 0.30	Muy baja a baja

Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.

En tal sentido, se concluye que existe evidencia estadística para afirmar que la estación total es el equipo topográfico con mayor rango y magnitud entre sus datos y por ende mayor precisión topográfica.

#### 4.6. Discusión del resultado

Jiménez, Magaña y Soriano (2019), “Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de drones y gps como métodos indirectos”.

En este estudio los investigadores concluyen que la estación total es el equipo más versátil en comparación con el dron y el gps diferencial en modo RTK, de la misma manera, concluye que la desviación del levantamiento de coordenadas entre la estación total respecto a las obtenidas con GPS en técnica RTK presentan desviaciones que varían en un rango de 1.00 a 3.50 cm; así también el comparativo entre estación total y dron presentan desviaciones que varían en un rango de 1.00 a 5.00 cm según los investigadores, así mismo, concluye que la estación total conlleva más fuentes de errores.

En comparación con la presente investigación se realizó la medición de un mismo punto en las mismas condiciones y en varias ocasiones, llegando a obtener como el equipo más preciso y más confiable a la estación total, y en comparación con la investigación citada se puede observar que existe mayor similitud entre los levantamientos del gps y el dron, y existiendo mayor dispersión de medidas con el levantamiento con el dron.

Ordoñez y Condori (2022), “Análisis de la precisión de un levantamiento topográfico utilizando fotogrametría con RPAs y su relación a la densidad de puntos de control terrestre”.

En este estudio los investigadores concluyen que el vuelo más óptimo es a una altura de 100m correspondientes desde la altura de inicio del vuelo y además de ello concluyó que los porcentajes adecuados de traslape de las fotografías obtenidas con dron para generar resultados más precisos son los de 70% longitudinal y 80% transversal.

En comparación con la presente investigación, a pesar de ser investigaciones diferentes se logra usar como punto de análisis la altura de vuelo y los porcentajes de traslapes adecuados para obtener resultados más precisos con el dron, en tal sentido en relación con la investigación citada se puede determinar que a menor altura y a mayor traslape se obtiene mayor precisión en el levantamiento topográfico con dron, por tal motivo, y según las condiciones geográficas del terreno de estudio se optó por hacer un vuelo bajo y con traslape de 70% longitudinal y 70% transversal.

Cabada (2019), “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”

En este estudio el investigador toma a los puntos geodésicos elaborados con gps diferencial como puntos de control exactos para comparar la precisión del levantamiento topográfico con estación total y dron, en dicha investigación concluyó que levantamiento topográfico con dron es más preciso que la estación total puesto que los puntos de control determinan mejor exactitud, igualmente, determinó que el levantamiento topográfico con dron tiene un menor costo, habiéndose obtenido una disminución de 8.59%, lo cual es mínimo, pero relacionándolo al tamaño del proyecto puede ser significativa.

En comparación con la presente investigación se define como precisión al grado de concordancia de medidas repetidas, así mismo, se hizo la medición de varios puntos de manera repetida en las mismas condiciones y con el mismo equipo encontrándose que el equipo más preciso fue la estación total demostrando que existe menor dispersión entre sus propias medidas. Del mismo modo, en comparación con la investigación citada el área de estudio de la presente investigación contempla áreas abiertas, desniveles, áreas techadas y longitudes

teniendo mayor espacio de análisis, en comparación con la investigación citada en la cual los puntos de análisis fueron en espacios abiertos.

Es preciso mencionar que, durante la investigación de Cabada (2019) tanto los levantamientos con estación total y dron contaron con varios puntos geodésicos de referencia, y en la presente investigación a fin de determinar el grado de precisión y la confiabilidad del equipo topográfico no se consideró ningún punto geodésico.

Leiva y Niño de Guzmán, “Evaluación comparativa de la precisión en levantamientos topográficos efectuados mediante vehículo aéreo no tripulado (UAV) a 50 metros de altura y el método tradicional en la carretera Abra Ccorao - Ccorao”

En la presente investigación citada, el investigador tuvo como objetivo evaluar comparativamente la precisión en levantamientos topográficos realizados con equipo aéreo no tripulado (UAV) a 50 metros de altura de vuelo con el método tradicional en carretera Abra Ccorao – Ccorao. En dicha investigación concluyó que la precisión es mayor al realizar un levantamiento topográfico con equipo UAV(Dron) y con un nivel de detalle más minucioso por la gran cantidad de puntos que genera la ortofoto, de igual forma los valores que obtuvo los indicadores de desempeño son mayores haciendo que sea más preciso en la representación de un plano topográfico, analizando también la exactitud de los valores pudo indicar que un levantamiento topográfico con Equipo UAV es más exacto puesto que se encuentra mucho más cercano al valor real (datos obtenidos del levantamiento con gps diferencial) ; en tal sentido concluyo que la diferencia entre los resultados obtenidos entre el dron y la estación total son estadísticamente mínimos por lo tanto ambos métodos son óptimos para un levantamiento topográfico designado para proyecto de carreteras.

En comparación con la presente investigación, se puede concluir de igual manera que el dron logra resultados precisos siempre y cuando existan puntos geodésicos de respaldo, de la misma manera al igual que la tesis citada se demuestra que la estación es óptima.

Finalmente se puede observar que en muchos de los casos se concluye que el dron es más preciso siempre que se tenga puntos geodésicos de georreferenciación, sin embargo, considero que esta investigación aporta algunos aspectos importantes que deben ser tomados en las próximas investigaciones y durante los levantamientos topográficos elaborados. El simple

hecho de realizar un levantamiento topográfico con dron o gps diferencial sin puntos de control ocasionaran gran error de precisión de sus medidas, sin embargo, el uso de estación total proporciona mayor precisión y menor error de sus medidas. Consecuentemente, esto ayudará a disminuir los errores de diseño, variación de presupuesto y plazos en obra cometidos por los errores en levantamientos topográficos.

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

1. El levantamiento topográfico con estación total logra cumplir con el mayor grado de confiabilidad de alta a muy alta tanto en datos tomados en elevación, en coordenadas y en longitud siendo aceptables su uso para levantamientos topográficos con precisión, Sin embargo, el levantamiento topográfico de longitudes y ares con dron logra cumplir un grado de confiabilidad muy alta siempre que la longitud y área de análisis sean visibles.
2. El porcentaje de error de la precisión topográfica con estación total logra obtener resultados de  $\pm 0.05$  m en datos de elevación, de  $\pm 0.08$  m en datos de coordenadas y de  $\pm 0.03$  m en datos de longitud, satisfaciendo de esta manera el menor porcentaje de error admisible en un levantamiento topográfico en comparación con el dron que obtuvo errores de entre  $\pm 0.13$  m y  $\pm 1.27$  m y el gps diferencial que obtuvo errores de entre  $\pm 0.49$  hasta  $\pm 0.96$ . Es preciso señalar que el dron obtuvo menores porcentajes de error en la medición de distancias planas sin ninguna interferencia visual, de la misma manera, el dron y el gps diferencial al ser dos equipos topográficos satelitales obtuvieron los mayores porcentajes de error en puntos con interferencias como techos, árboles y otros.

3. El grado de dispersión de la precisión topográfica con estación total logra obtener resultados promedios de  $\pm 0.053$ , satisfaciendo de esta manera el menor grado de dispersión admisible en un levantamiento topográfico en comparación con el dron que obtuvo un promedio de dispersión de  $\pm 0.52$  y el gps diferencial que obtuvo un promedio de dispersión de  $\pm 0.68$ . Es preciso señalar que el dron y el gps diferencial al ser dos equipos topográficos satelitales obtuvieron mayores dispersiones entre sus medidas.
4. La magnitud de la precisión topográfica con estación total en datos tomados de un punto en elevación, en coordenadas y en longitud poseen una magnitud de entre 0.60 a 1.00 en sus mediciones, satisfaciendo así el mayor grado de magnitud admisible en un levantamiento topográfico en comparación con el dron que obtuvo una magnitud de 0.10 a 0.40 en datos tomados en elevación y en coordenadas y de 1.00 en datos tomados en longitudes, de la misma manera el gps diferencial obtuvo una magnitud de 0.45 a 0.85 en datos tomados en elevación, de 0.10 a 0.60 en datos tomados en coordenadas y de 0.20 a 0.30 en datos tomados en longitud. De la misma manera es preciso indicar que el dron obtuvo mayor grado de magnitud en la medición de distancias planas sin ninguna interferencia visual, de la misma manera, el dron y el gps diferencial al ser dos equipos topográficos satelitales obtuvieron los mayores porcentajes de error en puntos con interferencias como techos, árboles y otros, los cuales influyeron en sus mediciones.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda a las autoridades y funcionarios locales y regionales priorizar el levantamiento topográfico con estación total a fin de asegurar su confiabilidad y la calidad de la misma.
- Se recomienda en todo levantamiento topográfico el uso de puntos georreferenciados de orden C o mayores, a fin de disminuir el error de precisión y obtener resultados más confiables.
- Se recomienda tomar en cuenta a la hora de realizar los levantamientos topográficos las características geográficas de la zona de estudio, los datos que se quiere recoger y los costos

de operación. Es decir, en zonas con amplia visión y con poco o casi ningún obstáculo que dificulte la visión del terreno se recomienda el uso del dron, así mismo, si se tiene grandes espacios para realizar levantamientos topográficos se recomienda el dron, para zonas casi inaccesibles se recomienda el dron, para levantamiento a detalle se recomienda el uso de estación total.



## CAPITULO VI: REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA Y ANEXOS

### 6.1. Referencia Bibliográfica

Alva Villacorta, O. F. (2007). *Topografía I, apuntes del curso*. Huaraz: UNASAM.

Cabada Quiliche, J. J. (2018). *Evaluación de precisión y costo en un levantamiento topográfico con estación total y aeronave pilotada remotamente (RPA-dron) en el centro poblado Cashapampa – Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.

Corral, Y. (2009). *Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos*. Valencia: Revista Ciencias de la Educación.

Cruz Meléndez, E. (2008). *Estación Total Aplicada al Levantamiento Topográfico de una Comunidad Rural*. México D.F.: Instituto Politécnico Nacional.

Culture, G. A. (08 de junio de 2022). *Arts & Culture*. Obtenido de Arts & Culture: <https://artsandculture.google.com/entity/m0bjjd?hl=es>

De las Heras Molinos, A. E. (2011). *Instrumentos Topográficos de la E.T.S. de Ingenieros de Minas de Madrid*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Dicovski Riobóo, L. M. (2008). *Estadística Aplicada*. Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería.

García Marquez, F. (1981). *Curso básico de Topografía planimetría - afromensura - altimetría*. México: Concepto S.A.

Gómez Gómez, G., & Jimenez Cleves, G. (2008). *Topografía Analítica*. Quindío: Universidad del Quindío.

Heidi, O., & Campo-Arias, A. (2005). *Aproximación al uso del coeficiente alfa*. Bucaramanga: Revista Colombiana de Psiquiatría,.

- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGrawHill.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la Investigación, Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Irvin Jonathan, S. V. (2017). *Determinar el grado de confiabilidad del levantamiento topográfico con dron en la plaza San Luis*. Nuevo Chimbote: Universidad César Vallejo.
- Jimenez Calero, N. M., Magaña Monge, A. O., & Soriano Melgar, E. (2019). *Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de drones y GPS como métodos indirectos*. San Salvador: Universidad de El Salvador.
- Leica. (1999). *Introducción al Sistema GPS (Sistema de Posicionamiento Global)*. Heerbrugg: Geosystems AG.
- Leiva Marin, S. A., & Niño de Guzmán Arpasi, J. J. (2021). *Evaluación comparativa de la precisión en levantamientos topográficos efectuados mediante vehículo aéreo no tripulado (UAV) a 50 metros de altura y el método tradicional en la carretera Abra Ccorao - Ccorao*. Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- Medina, M. Z. (2010). *Apuntes de Topografía*. Acatlán: Facultad de Estudios Superiores Acatlán.
- Monje Alvarez, C. A. (2011). *Metodología de la investigación Cuantitativa y Cualitativa*. Medellín.
- Navarro Hudiel, S. (2008). *Manual de Topografía - Planimetría*.
- Ordóñez Avendaño, J. R., & Condori Mamani, G. N. (2022). *Análisis de la precisión de un levantamiento topográfico utilizando fotogrametría con RPAs y su relación a la densidad de puntos de control terrestre*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Ruiz Bolívar, C. (2002). *Programa Interinstitucional Doctorado en Educación*. Sucre: Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.
- Saavedra Achurra, M. (2017). *Apuntes de Topografía*.
- Salazar P., C., & Del Castillo G., S. (2018). *Fundamentos Básicos de Estadística*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Videla, M. E. (s.f.). *Finalidades de la Topografía*.
- Zamarripa Medina, M. (2010). *Apuntes de Topografía*. Acatlán: UNAM.
- Zamora, M. C. (2009). *Estadística descriptiva e inferencial*. Lima: Moshera E.I.R.L.

## ANEXOS

### 7.1. Matriz De Consistencia

**Tabla 79:** *Matriz de consistencia.*

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p><b>PG=</b> ¿Cuál es el grado de confiabilidad en el levantamiento topográfico entre la estación total, gps diferencial y dron; determinado</p>	<p><b>OG=</b> Determinar la precisión en el levantamiento topográfico entre la estación total, gps diferencial y dron para medir el grado de confiabilidad.</p>	<p><b>HG=</b> El levantamiento topográfico realizado con estación total tiene mayor grado de confiabilidad ya que tiene mayor precisión topográfica, en comparación con el GPS diferencial y dron.</p>	<p>Independiente: <b>Vi1=</b> Precisión topográfica en el levantamiento topográfico.</p>	<p>Discrepancia de la medida topográfica</p> <hr/> <p>Porcentaje de error</p>	<p>Desviación estándar Media Mediana Moda</p> <hr/> <p>Error medio cuadrático Error probable Error máximo Error precisión</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> <b>Según el enfoque:</b> Cuantitativa. <b>Según su orientación:</b> Aplicada.</p>

<p>por la precisión topográfica?</p> <p><b>Pe1</b>= ¿Cuál es el porcentaje de error de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico de la estación total, GPS diferencial y dron?</p> <p><b>Pe2</b>= ¿Cuál es el grado de dispersión de la precisión topográfica obtenida del levantamiento</p>	<p><b>Oe1</b>= Calcular el porcentaje de error de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico de la estación total, GPS diferencial y dron.</p> <p><b>Oe2</b>= Conocer el grado de dispersión de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico de la estación total,</p>	<p><b>He1</b>= a) El porcentaje de error de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico con la estación total es menor en comparación con el gps diferencial y dron.</p> <p><b>He2</b>= El grado de dispersión de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico con la estación total es menor en comparación con el gps diferencial y dron.</p>	<p>Dependiente:</p> <p><b>Vd1</b>= Grado de confiabilidad en el levantamiento topográfico.</p>	<p>Confiabilidad de topográfica</p>	<p>Distribución normal Desviación estándar Varianza Rango Magnitud</p>	<p><b>Según su alcance:</b> Descriptiva.</p> <p><b>Población:</b> Estadio Huachenca</p> <p><b>Muestra:</b> Estadio Huachenca</p> <p><b>Procesamiento de datos:</b> AutoCAD Civil 3D, Excel, ReCap, Agisoft, Trimble Business Center.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------




<p>topográfico de la estación total, gps diferencial y dron?</p> <p><b>Pe3=</b> ¿Cuál es la magnitud de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico de la estación total, GPS diferencial y dron?</p>	<p>GPS diferencial y dron.</p> <p><b>Oe3=</b> Obtener la magnitud de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico de la estación total, GPS diferencial y dron.</p>	<p><b>He3=</b> La magnitud de la precisión topográfica obtenida del levantamiento topográfico con la estación total es alta a muy alta, en comparación con el gps diferencial y dron.</p>				
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	--

*Fuente. Elaborado por el tesista, 2022.*






## 7.2. Certificado de calibración de estación total



**GEOPERU**  
Instrumentos y Servicios de Ingeniería



**Grupo Tadeo**  
TOPOGRAFÍA Y CONSTRUCCIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACION

**DATOS DEL EQUIPO**

Nombre :	ESTACION TOTAL	Precisión Angular :	03"
Marca :	LEICA	Objetivo :	Aumento 30x
Modelo :	TSR 1203	Precisión de distancia :	Modo Estándar 2mm+2 ppm Modo Rápido :53 mm+2 ppm Modo Tracking: 5 mm+2 ppm
Serie :	225296	Rango de enfoque :	1.5 m a infinito
		Rango Prisma :	Prisma 3.000m.- Sin prisma: > 500 m - 3mm + 2ppm
		Rango de Diana o Prisma:	250m

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

Nro. : DTH-071/22  
Fecha : 28/11/2022

**ENTIDAD CERTIFICADORA:** GEOPERU CORPORATION S.A.C

**METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES**

Para controlar y calibrar los ángulos se contrastan con un colimador Original LEICA modelo DNA de serie 11928 de precisión con telescopio de 40x en cuyo retículo enfocado al infinito, el grosor de sus trazos está dentro de 01"; que es patronado periódicamente por una Estación Total TS-11 1" nueva de precisión 01" con el método de lectura Directa-Inversa.

Para controlar y calibrar la constante promedio en las Distancias se hacen las mediciones en una base establecida con una Estación Total Marca LEICA modelo TS-11 1" nueva de precisión en distancia de +/- (1.0m m + 1.5 ppm x D) m.s.e. = línea de la medida.

El control angular se ejecuta en la base soporte metálica fijada en cimiento específico del colimador DNA LEICA a influencias del clima y enfocados los retículos al infinito.

Las distancias son medidas con la Estación total instalada en una base pilar fijada en el suelo, y el prisma estacionado sobre un puesto de control, tomando en consideración la temperatura y la presión atmosférica. Trazabilidad según los patrones del Distanciómetro Leica Disto D1 Serie 2072830683. Certificado LGD-016-2022 (INACAL)

**CALIBRACIÓN DEL COLIMADOR:**

Fecha	Calibración	Válidez del Calibración	Observación
22/12/2021	x	12 meses	% 100 OPERATIVO

MEDICIONES DE PATRON		MEDICIONES ANGULARES		DIF.
ANG. HZ:	00°00'00" / 180°00'00"	00°00'00" / 180°00'00"		00"
ANG. V:	90°00'00" / 270°00'00"	90°00'00" / 270°00'00"		00"

**INCERTIDUMBRE : ANGULARES +/- 03"**

**NORMA APLICADA**


Desviación estándar basada en la norma ISO 17123-3 ISO 17123-4

**CALIBRACIÓN**


Fecha	Prox. Calibración	Calibración	Válidez del Calibración	Observación
28/11/2022	28/05/2023	x	06 meses	% 100 OPERATIVO


**Responsable de Calibración**  
GEOPERU CORPORATION SAC

**Beneficiario**  
VICTOR RAUL ARTEAGA QUITO



Tén. Andy Tena Vega  
Área Técnica  
GEOPERU





### 7.3. Certificado de calibración de dron



**G-4045/20**

## CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

**DATOS DEL EQUIPO**

Nombre :	DRONE	. Rango de video transmisión RC y Video 8km
Marca :	DJI PHANTOM	. Cámara con un sensor 1" CMOS y 20 Megapíxeles
Modelo :	PHANTOM 4 RTK	. 5 sensores de visión direccional de detección y anticolisión
Serie No.	11UDH18R700428	. Batería inteligente: 58mAh / 30min de vuelo.
		. Velocidad max 72km/h.

**METODOLOGIA APLICADA**

Los valores de Resolución de Video C4K/4K 60 fps/2.7K/FHD 1080p/HD 720p Soporte micro SD hasta 128 GB, siendo los procedimientos recomendados en el manual del producto.

GEOPERU CORPORATION S.A.C certifica que el instrumento identificado ha sido revisados, controlados calibrados y 100% operativos, cumpliendo con las especificaciones Técnicas establecidas por el fabricante.

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Fecha	Prox. Calibración	Calibración	Validez del certificado	Observación
06/10/2022	06/10/2023	X	06 meses	% 100 OPERATIVO

Responsable de Calibración	Propietario
GEOPERU CORPORATION S.A.C	MAQUINARIAS U-GUIL S.A



Carlos E. Aguillar S.  
Gerente General  
GEOPERU CORPORATION S.A.C





Of. Principal Lima: Jr. Pablo Bermudez # 214 Of. 405 – Jesús María –Lima 532-2411



## 7.4. Certificado de calibración de GPS diferencial

 IMPORTACIONES, REPRESENTACIONES, VENTAS Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS, EQUIPOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS.		AV. ALBERTO ALEXANDER Nº 2201 - UNICE - LIMA - PERU CENTRAL TELEFONICA: 205-3000 FAX: 472-2252 E-mail: <a href="mailto:garancia@isetek.com.pe">garancia@isetek.com.pe</a> <a href="http://www.isetek.com.pe">http://www.isetek.com.pe</a>
<b>CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD N° 20 – 07244</b>		
CLIENTE:	LAURA BACILIA CADILLO REGALADO	
EQUIPO:	Radio Modem	
MARCA:	Trimble	
MODELO:	TDL450H	
SERIE:	5905506072	
FECHA DE MANTENIMIENTO:	24 - Jul - 2022	
FECHA DE VENCIMIENTO:	24 - Jul - 2023	
<p><b>ISETEK S.A.</b> Certifica que el equipo topográfico arriba descrito cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica y los estándares internacionales establecidos.</p> <p>En las pruebas efectuadas en Tiempo Real los equipos, estos se encuentran dentro de las tolerancias del fabricante.</p>		
CERTIFICADO POR  ING. ENRIQUE CORNEJO GARAY Gerente de Servicio Técnico	SELLO DE GARANTIA 	FECHA DE EMISION  <b>Julio 24, 2022</b>

## 7.5. Certificado del operador de estación total



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**DPTO. DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE TRANSPORTE**  
**CURSO DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA**

---

**CONSTANCIA**

**EL JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADEMICO DE TOPOGRAFIA Y VIAS DE TRANSPORTE DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.**

Da constancia que el señor:

**ARTEAGA QUITO VICTOR RAUL**

Ha asistido al curso de Extensión Universitaria: **TOPOGRAFIA AUTOMATIZADA Y ESTACIÓN TOTAL**, con una duración de 40 horas, desarrollado del 17 de Enero al 28 de Febrero de 2009, habiendo obtenido la nota aprobatoria de Dieciséis ( 16 )

Se expide la presente constancia, para los fines que estime conveniente.

Lima, 10 de Marzo de 2009

  
**ING. RALFO HERRERA ROGAS**  
Jefe del Departamento

  
**ING. JORGE MENDOZA DUEÑAS**  
Profesor del Curso







## 7.7. Certificado del operador de GPS diferencial



**7.8. Carta de aceptación para la elaboración de levantamiento topográfico en el estadio Huachenca – Jangas.**

	<b>MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JANGAS</b>	Código: FO-A-001	
	CONCEJO MUNICIPAL	Versión: 01	
	Alcaldía	Aprobado: 03/03/2021	
	Constancia	Página 1 de 1	

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**CONSTANCIA**

**ING.:**  
**GILMER ROLIM MENDOZA CAUSHI**  
Alcalde de la Municipalidad Distrital de Jangas

**ATENCIÓN : Sr. Miguel Angel Ochoa Cadillo**  
Tesista

**ASUNTO : Autorización para el levantamiento topográfico en el estadio Huachenca de la localidad de Jangas**

**REFERENCIA: SOLICITUD N° 01 - 2022 - MAOC**

**FECHA : Jangas, 09 de noviembre del 2022.**

---

Es grato dirigirme a Usted, para expresarle mi cordial saludo, y a la vez hacerle presente la constancia para la autorización para el levantamiento topográfico en el estadio Huachenca de la localidad de Jangas para la realización de la tesis denominada "**DETERMINAR LA PRECISIÓN EN EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN EL ESTADIO HUACHENCA PARA MEDIR EL GRADO DE CONFIABILIDAD, 2021**" elaborada por el tesista Miguel Angel Ochoa Cadillo desde el 9 de noviembre del 2022 al 20 de diciembre de 2022.

  
  
Me. GILMER ROLIM MENDOZA CAUSHI  
Alcalde


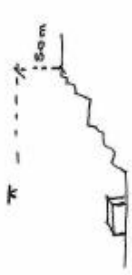

Gilmer Rolin Mendoza Caushi  
Alcalde de la Municipalidad Distrital de Jangas  
Cel. 958-528-184  
Correo: [rolinmendoza@gmail.com](mailto:rolinmendoza@gmail.com)  
Archivo  
GRMCA/A

**PRIORIDAD: X**

---

 Dirección: Pza. de Armas Nro. S/n – Distrito de Jangas – Huaraz – Ancash  
RUC: 20206179776


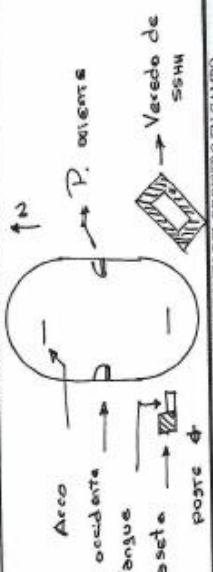
## 7.9. Ficha de plan de vuelo con Dron

	<b>FICHA DE CAMPO PARA LEV. TOPOGRÁFICO CON DRON PANTHOM 4 RTK</b> *DETERMINAR LA PRECISION EN EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN EL ESTADIO HUACHENCA PARA MEDIR EL GRADO DE CONFIABILIDAD, 2021*	FECHA 10/11/2022
UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"	BACH. MIGUEL ANGEL OCHOA CADILLO. DP4RTK-1	UBICACIÓN: Jangos, Huacaz UTM-WGS 1984 datum, Zone 18 South, Meter; Cent. Meridiano 75d W
GRADUANDO: CÓDIGO:	TIPO DE LEVANTAMIENTO MANUAL	OPERADOR Edwin Jha Caso Lessa
SEMI AUTONOMO <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO	
AERONAVE: ESTACION: CONTROL:	MARCA: DJI MODELO: Phantom 4 RTK SERIAL: 9031809248 N° BATERIAS: 4 %BATERIAS: 100% COLOR: Blanco ESTADO: Bueno	LIMITANTE: --- --- ---
AEROPUERTO: AN-ANTA:	VIENTO: 2 Km/h VISIBILIDAD: normal FENÓMENO M: nublado NUBOSIDAD: 15-5 TEMPERATURA: 15-5 P. ATMOSFERICA:	METAR / TAF
ZONA DE VUELO EST. Huachenca ALTURA: 50m OPERACIONES: OS	PRE-VUELO / GABINETE 	VUELO / CAMPO ZONA DE VUELO EST. Huachenca ALTURA: 70m OPERACIONES: OS 
OBSERVACIONES		





### 7.11. Ficha de plan de vuelo con GPS diferencial

	<b>FICHA DE CAMPO PARA LEV. TOPOGRÁFICO CON GPS DIFERENCIAL</b> "DETERMINAR LA PRECISION EN EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN EL ESTADIO HUACHENCA PARA MEDIR EL GRADO DE CONFIABILIDAD, 2021"	FECHA 10/11/2022
UBICACIÓN: Jangas, Huancuz UTM-WGS 1984 datum, Zone 18 South, Meter, Cent. Meridian 75d W		
GRADUANDO: Bach. Miguel Angel, OCHOA CADILLO. CÓDIGO: GPSD-1	TIPO DE LEVANTAMIENTO: <input checked="" type="checkbox"/> CINEMÁTICO <input type="checkbox"/> ESTÁTICO <input type="checkbox"/>	
TIPO DE PUNTO: <input type="checkbox"/> BASE <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> MÓVIL		
EQUIPO MARCA: Trimble MODELO: R8S SERIAL: 590658032 ANTENA: Trimble 590658032	OPERADOR Hubert Aller Huarenga Vega	
GEOMAGNETISMO Kp: 3.00 LECTURA:		
CROQUIS Y FOTOGRAFIA DEL ÁREA DE TRABAJO		
		
OBSERVACIONES DEL REGISTRO EN CAMPO		
CODIGO PST TNA PST CANC Y GHO PLANT AR	DESCRIPCION poste de concreto Tanque de concreto Puertas P.M. cerco metálico Vereda de gano SSMH alientos de estadio (móviles) arco de estadio	OBSERVACION
MEDICIÓN DE ALTURA		
Tripode:		
Inicio: 1.16 Fin: 1.16		
Base:		
Inicio: 1.30 Fin: 1.30		
Tipo de medición: <input checked="" type="checkbox"/> INCLINADA <input type="checkbox"/> VERTICAL		
POSICIÓN INICIAL DE BASE		
Norte: 85411.20 Este: 2135 86.44 Altitud: 2330.341		

### 7.12. Datos de procesamiento con estación total

<https://1drv.ms/u/s!Au7osd2ZOSQd2ImUhT2ozzZpfAX8?e=3NLn2b>



### 7.13. Datos de procesamiento con dron

<https://1drv.ms/u/s!Au7osd2ZOSQd2lp1S29lIye0LHZI?e=urN13u>



### 7.14. Datos de procesamiento con gps diferencial

<https://1drv.ms/u/s!Au7osd2ZOSQd2luBpHa2mBKsmCrf?e=d2BXU8>

