



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y
AGRIMENSURA



**GRADO DE PRECISIÓN DEL GPSD GNSS CON TECNOLOGÍA
IMU RTK EN UN LEVANTAMIENTO CATASTRAL URBANO EN
EL DISTRITO DE CABANILLA, 2022.**

TESIS

PRESENTADA POR:

SHIRLEY CONDORI CUYO

ELIDAD MIRANDA SABANAYA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO TOPÓGRAFO AGRIMENSOR**

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

**GRADO DE PRECISIÓN DEL GPSD GNSS
CON TECNOLOGÍA IMU RTK EN UN LEV
ANTAMIENTO CATASTRAL URBANO EN
EL**

AUTOR

**SHIRLEY CONDORI CUYO, ELIDAD MIRA
NDA SABANAYA**

RECUENTO DE PALABRAS

41998 Words

RECUENTO DE CARACTERES

204817 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

190 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.1MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 16, 2024 9:56 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 16, 2024 9:59 AM GMT-5

● **17% de similitud general**

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

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 11 palabras)
- Material citado

Dr. Luis Alberto Mamani Huanca
Sub Director de Investigación

EPITA
M. Sc. Luis Alberto Mamani Huanca
SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
EPITA - FCA

Dr. Jorge Luis Aróstegui V.
Director de tesis

Resumen



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, fuente de toda sabiduría y fortaleza, que en cada paso de mi trayecto académico ha estado conmigo acompañándome en cada momento, asimismo por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis queridos padres, Rafael Miranda Mamani y Ceferina Sabanaya Puma, ya que sin su apoyo constante y sabios consejos no habría sido posible lograrlo. Esta tesis no solo es un testimonio de mi arduo trabajo, sino también un homenaje a ustedes, quienes me han proporcionado las bases sólidas para alcanzar mis metas académicas. Con todo mi cariño y gratitud, dedico esta tesis a ustedes, con la esperanza de que este logro les llene de orgullo tanto como lo hace conmigo.

También dedico este trabajo a mis queridos hermanos, por su apoyo constante y aliento inquebrantable. Siempre han estado a mi lado en cada paso del camino, celebrando mis triunfos y les agradezco de todo corazón por ser la razón por estar siempre para mí.

Elidad Miranda Sabanaya.



DEDICATORIA

A Dios, quien me ha bendecido con la vida, la salud y me ha dado la fuerza para enfrentar cada una de las adversidades del transcurso de la vida.

A mi madre Martina Cuyo Cuyo, por el amor inquebrantable, apoyo incondicional, sacrificios innumerables y coraje han sido la fuente de mi inspiración, fortaleza y perseverancia a lo largo de este arduo viaje académico. Tu constante aliento y fe en mí me han impulsado a alcanzar mis metas.

A mi hermana, tías, tío y abuela por sus alientos, consejos y motivación constante.

Shirley Condori Cuyo.



AGRADECIMIENTOS

A nuestra alma mater Universidad Nacional del Altiplano - Puno, Facultad de Ciencias Agrarias especialmente a nuestra Escuela Profesional Ingeniería Topográfica y Agrimensura por brindarnos la oportunidad de recorrer los pasillos universitarios en nuestra búsqueda de conocimiento para nuestro desarrollo profesional.

A nuestros docentes por brindarnos su dedicación y paciencia al impartir sus conocimientos y guiarnos en la búsqueda del aprendizaje. Sus enseñanzas han sido la base fundamental de nuestro crecimiento intelectual y personal.

A nuestro asesor Dr. Jorge Luis Aroste Villa por su apoyo, orientación y dedicación a lo largo de la realización de la tesis.

Al distinguido jurado compuesto por el Ing.M.SC. Ángel Abraham Franco Pineda, Ing. William Fredy Condori Canahua Ing. Alfredo Ponce Flores por el veredicto sapiente y justiciero.

A nuestros familiares y amigos por brindarnos el apoyo moral durante la ejecución de nuestro proyecto.

Elidad Miranda Sabanaya

Shirley Condori Cuyo



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
INDICE DE FIGURAS	
INDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	17
ABSTRACT.....	18
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	21
1.2.1. Problema general.....	21
1.2.2. Problema específico	21
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
1.4. HIPÓTESIS	23
1.4.1. Hipótesis general.....	23
1.4.2. Hipótesis específicos.....	23
1.5. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	25
1.5.1. Objetivo general.....	25
1.5.2. Objetivos específicos.....	25

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA



2.1. MARCO TEÓRICO	26
2.1.1. Catastro.....	26
2.1.1.1. Situación del catastro en el Perú.....	26
2.1.1.2. Dos siglos sin ti: la falta de un verdadero catastro en el Perú y sus consecuencias	27
2.1.2. Geomática.....	28
2.1.3. Topografía	29
2.1.4. Levantamiento topográfico	31
2.1.4.1. Métodos utilizados para un levantamiento catastral	31
2.1.4.2. Etapas de un levantamiento topográfico.....	35
2.1.4.3. Reconocimiento de terreno y plan de trabajo	36
2.1.4.4. Trabajo de campo	36
2.1.4.5. Trabajo de gabinete	37
2.1.5. Estación total	37
2.1.6. Procedimientos topográficos	38
2.1.6.1. Poligonal.....	39
2.1.6.2. Poligonal abierta.....	39
2.1.6.3. Poligonal establecida por radiaciones desde una estación.....	41
2.1.6.4. Calculo y compensación de poligonales.....	41
2.2. CARTOGRAFIA	43
2.2.1. Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM).....	44
2.2.2. Coordenadas	45
2.2.2.1. Coordenadas geográficas.....	45
2.2.2.2. Coordenadas UTM	45
2.2.2.3. Coordenadas topográficas.....	46



2.2.3.	Métodos topográficos planímetros triangulares	46
2.2.4.	GPS Diferencial.....	47
2.2.4.1.	GPS Diferencial-modo estático	47
2.2.4.2.	GPS Diferencial-modo RTK	50
2.2.4.3.	Diferentes técnicas de medición GNSS en tiempo real RTK..	51
2.2.4.4.	RTK por radio UHF.....	52
2.2.4.5.	RTK por NTRIP (internet)	53
2.2.5.	IMU	54
2.2.6.	Sistema WGS84	55
2.2.7.	Tolerancias catastrales-registrales.....	56
2.3.	ANTECEDENTES	58
2.3.1.	Antecedentes internacionales	58
2.3.2.	Antecedentes nacionales	62
2.3.3.	Antecedentes locales	64
CAPÍTULO III		
MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1.	ZONA DE ESTUDIO.....	67
3.1.1.	Descripción del área de estudio.....	67
3.2.	UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	67
3.2.1.	Ubicación política	67
3.2.2.	Ubicación Geográfica WGS84 (centroide del área del trabajo).....	68
3.2.3.	Ubicación UTM WGS84 (centroide del área del trabajo).....	68
3.2.4.	Vía de Acceso al Lugar de Investigación.....	68
3.3.	EQUIPOS.....	69
3.3.1.	Instrumentos	69



3.4. MATERIALES	70
3.5. SOFTWARE.....	70
3.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	71
3.6.1. Diseño de investigación	71
3.6.2. Tipo de investigación	71
3.6.3. Nivel de investigación.....	71
3.6.4. Población y muestra	72
3.6.5. Variable	72
3.7. METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....	72
3.7.1. Reconocimiento de campo	72
3.7.2. Monumentación del pilar de concreto tipo orden “C”	73
3.7.3. Georreferenciación.....	74
3.7.4. Post procesamiento.....	76
3.7.5. Levantamiento topográfico con GPS diferencial modo IMU - RTK.....	79
3.7.6. Levantamiento topográfico con GPS diferencial modo RTK.....	91
3.7.7. Levantamiento topográfico con estación total	101
3.7.7.1. Poligonal cerrada	101
3.7.7.2. Levantamiento topográfico de lotes y manzanas con estación total.....	107

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN113

4.1. RESULTADOS DE CALCULO DE ÁREAS LOTES Y MANZANAS OBTENIDAS DE 3 MÉTODOS DE MEDICIÓN	113
4.2. DIFERENCIA DE AREAS LOTES Y MANZANAS.....	116
4.3. DIFERENCIA DE PERIMETROS LOTES Y MANZANAS.....	118



4.4.	ANALISIS ESTADISTICOS	122
4.4.1.	Prueba de hipótesis para el primer objetivo	122
4.4.1.1.	Hipótesis	122
4.4.1.2.	Prueba de normalidad	123
4.4.1.3.	Prueba de homogeneidad áreas lotes	126
4.4.1.4.	Prueba no paramétrica Wilcoxon de dif. de lotes	128
4.4.1.5.	Grado de precisión del RTK-IMU vs estación total de diferencia áreas en lotes	129
4.4.2.	Área de manzanas.....	130
4.4.2.1.	Prueba de normalidad dif. Área manzanas	130
4.4.2.2.	Prueba de homogeneidad de dif. de manzanas	131
4.4.2.3.	Prueba no paramétrica Wilcoxon de dif. de manzanas.....	133
4.4.2.4.	Grado de precisión del RTK-IMU vs estación en manzanas.	134
4.4.3.	Prueba de hipótesis para el segundo objetivo.....	135
4.4.3.1.	Hipótesis	135
4.4.3.2.	Prueba de normalidad de dif. de perímetros de lotes.....	135
4.4.3.3.	Prueba de homogeneidad de dif. de perímetros de lotes	137
4.4.3.4.	Prueba no paramétrica Wilcoxon de dif. de perímetros de lotes 138	
4.4.3.5.	Grado de precisión del RTK-IMU vs estación total de diferencia de perímetros de lotes.....	139
4.4.4.	Perímetro de las manzanas	140
4.4.4.1.	Prueba de normalidad para perímetros de manzanas.....	141
4.4.4.2.	Prueba de homogeneidad para perímetros de manzanas	141



4.4.4.3. Prueba no paramétrica Wilcoxon para perímetros de manzanas	143
4.4.4.4. Grado de precisión de los perímetros de manzanas con RTK- IMU vs estación total	144
4.4.5. Prueba de hipótesis para el tercer objetivo.....	145
4.4.6. Prueba de hipótesis para el cuarto objetivo.....	147
4.5. CALCULO DE TOLERANCIAS CATASTRALES REGISTRALES.....	150
4.6. DISCUSIÓN	155
4.6.1. Ámbito nacional	155
4.6.2. Ámbito local.....	157
V. CONCLUSIONES.....	158
VI. RECOMENDACIONES	160
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	161
ANEXOS.....	164

ÁREA: Topografía, Geodesia, Cartografía Y Catastro.

TEMA: GRADO DE PRECISIÓN DEL GPSD GNSS CON TECNOLOGÍA
IMU RTK EN UN LEVANTAMIENTO CATASTRAL URBANO EN
EL DISTRITO DE CABANILLA, 2022.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 19/01/2024



INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Topografía dentro de la geomática.....	28
Figura 2 Diferencia entre la topografía y geodesia.	30
Figura 3 Estación Total	38
Figura 4 Método de medición RTK.	51
Figura 5 Esquema básico de posicionamiento GNSS.	52
Figura 6 Área de estudio.	67
Figura 7 Vías de acceso.....	69
Figura 8 Placa de bronce.	73
Figura 9 Monumento de concreto, Tipo orden "C".....	73
Figura 10 Inicio de lectura y recolección de datos.....	74
Figura 11 Diario de observación.	75
Figura 12 Línea base de procesamiento.	76
Figura 13 Certificado del punto geodésico PUN07142.....	78
Figura 14 Instalación y configuración en punto base.....	79
Figura 15 Levantamiento modo IMU RTK de vértice de manzana.	80
Figura 16 Levantamiento modo IMU RTK de vértices lotes.	80
Figura 17 Levantamiento modo RTK de vértices lotes.....	91
Figura 18 Ubicación de la poligonal topográfica.	102
Figura 19 Comprobación de distancias con estación total.	107
Figura 20 Levantamiento de vértices lotes y manzanas.	108
Figura 21 Diferencia en porcentaje de tiempos del levantamiento catastral.....	147
Figura 22 Diferencia en porcentaje del costo de ejecución del levantamiento catastral.	150



INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Parámetros del IGN para georreferenciación de puntos. 49
Tabla 2	Los rangos de tolerancias catastrales-registrales. 56
Tabla 3	Vías de acceso de Puno al área de investigación. 68
Tabla 4	Resultado de coordenadas ajustadas. 77
Tabla 5	Coordenadas UTM obtenidas con GPS I90 IMU RTK y conversión a Topográficas. 81
Tabla 6	Coordenadas RTK UTM y topográficas 92
Tabla 7	Planilla de datos obtenidos en campo. 104
Tabla 8	Ajuste de poligonal cerrada..... 106
Tabla 9	Resultados del ajuste de la poligonal topográfico..... 106
Tabla 10	Coordenadas del levantamiento topográfico con estación total..... 108
Tabla 11	Resultados de Áreas obtenidos por los 3 métodos de medición. 113
Tabla 12	Resultados de áreas de manzanas obtenidos por los 3 métodos de medición. 115
Tabla 13	Diferencia de áreas de lotes respecto al método de medición RTK (V)... 116
Tabla 14	Diferencia de áreas de manzanas respecto al método de medición RTK (V). 117
Tabla 15	Diferencia de perímetros de lotes respecto al método de medición RTK (V) 118
Tabla 16	Diferencia de perímetros de manzanas respecto al método de medición RTK (V)..... 121
Tabla 17	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para dif. de lotes..... 124
Tabla 18	Test de Kolmogorov-Smirnov sobre bondad de ajuste..... 124



Tabla 19	ANOVA para DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V.....	126
Tabla 20	Prueba de Levene diferencia de áreas de lotes.....	127
Tabla 21	ANOVA para DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V.....	127
Tabla 22	Resumen Estadístico diferencia de áreas de lotes.....	129
Tabla 23	Prueba de Normalidad de W de Shapiro-Wilk.....	131
Tabla 24	ANOVA para DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V.....	131
Tabla 25	Prueba de Levene.....	132
Tabla 26	Resumen estadístico diferencia de áreas de manzanas.	134
Tabla 27	Prueba de Kolmogorov - Smirnov para DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V	136
Tabla 28	ANOVA para DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V de perímetros de lotes.....	137
Tabla 29	Prueba de Levene diferencia de perímetros de lotes.....	137
Tabla 30	Resumen estadístico de perímetros de lotes.....	139
Tabla 31	Prueba de Normalidad de W de Shapiro-Wilk.....	141
Tabla 32	ANOVA para DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V perímetros manzanas.....	142
Tabla 33	Prueba de Levene.....	142
Tabla 34	Resumen Estadístico de perímetros de manzanas.....	144
Tabla 35	Tiempos de ejecución del levantamiento catastral urbano con estación total y RTK IMU.....	146
Tabla 36	Costos de ejecución del levantamiento catastral urbano con sistema RTK IMU.....	148
Tabla 37	Costos de ejecución del levantamiento catastral urbano con Estación Total.	149



Tabla 38	Rangos de tolerancia catastral urbano.....	151
Tabla 39	Análisis de diferencias respecto a las tolerancias catastrales registrales. ..	151



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

GNSS:	Global Navigation Satellite System (Sistema Global de Navegación por Satélite).
GPS:	Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global).
IMU:	Inertial Measurement Unit (Unidad de Medición Inercial).
RTK:	Real Time Kinematic (Navegación Cinética Satelital en Tiempo Real).
UTM:	Universal Transverse Mercator (Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator).
WGS84:	World Geodetic System (Sistema Geodésico Mundial) 1984.
IGN:	Instituto Geográfico Nacional.
DS:	Desviación estándar.
MEMS:	Microelectromechanical Systems (Sistemas Microelectrónicos).
BGR:	Base Grafica Referencial.
NTRIP:	Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (transporte en red de datos en formato RTCM vía protocolo de Internet).



RESUMEN

Actualmente los proyectos de ingeniería y topografía, para lograr una excelente precisión y reducir errores, se vienen aplicando equipos topográficos de alta tecnología como GPSD, Drones, escáneres, etc., uno de ellos es la tecnología IMU – RTK, la cual presenta una metodología de levantamiento con el equipo inclinado, la presente investigación tiene como objetivo general realizar el análisis comparativo del grado de precisión de un levantamiento con GPSD GNSS con tecnología IMU y el método convencional con Estación total y objetivos específicos determinar la diferencia de áreas de manzanas y predios mediante un levantamiento catastral con GPSD GNSS con tecnología IMU – RTK y Estación total, así como también el perímetro de manzanas y predios con GPSD GNSS con tecnología IMU – RTK y Estación total, comparando también el tiempo y costo de ejecución, para ello se utilizó la siguiente metodología de investigación, con un nivel de investigación correlacional, con un enfoque cuantitativo y un diseño experimental, llegando a las conclusión que el levantamiento con GPSD GNSS con tecnología IMU tiene mejor precisión que el realizado con la estación total, de acuerdo a la desviación estándar calculada, y las conclusiones específicas el levantamiento de áreas de lotes y manzanas son estadísticamente iguales, al igual en levantamiento catastral en perímetros si tiene diferencia, siendo más preciso el GPS Diferencial con tecnología IMU – RTK, estadísticamente y mediante Desviación estándar los cuales son 0.00411 y 0.03465 para el GPSD GNSS RTK – IMU y estación total respectivamente, demostrando la precisión del GPSD GNSS con tecnología RTK – IMU, se determinó que el tiempo de ejecución disminuye en un 31% al usar GPSD GNSS RTK – IMU, asimismo, el costo de ejecución disminuyo en 35% al usar GPSD GNSS RTK – IMU.

Palabras Clave: Estación Total, Levantamiento Catastral, Precisión, RTK IMU.



ABSTRACT

Currently, engineering and topography projects, to achieve excellent precision and reduce errors, are applying high-tech topographic equipment such as GPSD, Drones, scanners, etc., one of them is IMU – RTK technology, which presents a methodology survey with the inclined equipment, the general objective of this research is to carry out the comparative analysis of the degree of precision of a survey with GPSD GNSS with IMU technology and the conventional method with Total Station and specific objectives to determine the difference in areas of blocks and properties through a cadastral survey with GPSD GNSS with IMU – RTK and Total Station technology, as well as the perimeter of blocks and properties with GPSD GNSS with IMU – RTK and Total Station technology, also comparing the execution time and cost, for this purpose the following research methodology, with a level of correlational research, with a quantitative approach and an experimental design, reaching the conclusion that the survey with GPSD GNSS with IMU technology has better precision than that carried out with the total station, according to the calculated standard deviation, and the specific conclusions the survey of areas of lots and blocks are statistically the same, as in cadastral survey in perimeters if there is a difference, the Differential GPS with IMU – RTK technology being more precise, statistically and through standard deviation which are 0.00411 and 0.03465 for the GPSD GNSS RTK – IMU and total station respectively, demonstrating the precision of the GPSD GNSS with RTK – IMU technology, it was determined that the execution time decreases by 31% when using GPSD GNSS RTK – IMU, likewise, The execution cost decreased by 35% when using GPSD GNSS RTK – IMU.

Keywords: Total Station, Cadastral Survey, Precision, RTK IMU.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el distrito de Cabanilla se verifico la base grafica referencial (BGR) donde se observó que existe una desactualización de su catastro, ya que cuenta con un BGR del año 2005, esto debido al desinterés de las autoridades de turno al no priorizar la actualización del catastro y la poca asignación de recursos económicos y técnicos para su ejecución. Dado que la actualización del catastro requiere de personal con conocimiento específico, capacitado en el área y equipos y herramientas necesarias para una correcta actualización.

En los proyectos de ingeniería llevados a cabo en el territorio peruano, se genera cartografía básica con el propósito de crear registros catastrales urbanos. Para lograr la máxima precisión y reducir errores al mínimo, se aplican métodos y procedimientos topográficos. La recolección de datos se realiza mediante el empleo de instrumentos y equipos topográficos de alta tecnología, además de contar con personal técnico capacitado para llevar a cabo estas tareas. El uso de equipos avanzados es esencial para cumplir eficazmente con los objetivos del trabajo.

Hoy en día, se disponen de herramientas modernas para llevar a cabo los levantamientos topográficos, como estaciones totales, GPSD, DRONES, escáneres y estaciones robóticas, entre otros. No obstante, cada uno de estos equipos tiene características particulares que los hacen adecuados para diferentes propósitos y tipos de trabajo. Un ejemplo de esto se observa en las labores de cartografía catastral en áreas urbanas, donde generalmente se recurre a enfoques convencionales y automatizados,



como el método directo con estación total. Sin embargo, este método resulta costoso y requiere un tiempo considerable, y el uso de otros dispositivos en zonas urbanas es complicado debido a las obstrucciones que representan los edificios y las viviendas.

Además, en la actualidad se viene desarrollando cartografía básica con el proceso fotogramétrico (método indirecto) que, por su naturaleza fotográfica aérea, es más accesible la extracción de la información, sin embargo, al carecer de un rango visual frontal la información es limitada a causa de las obstrucciones visuales o por algunas construcciones como los volados de las casas, árboles, etc., no se pueden obtener los datos catastrales de las calles y viviendas.

Férrico, (2006) menciona que la tecnología Real Time Kinematic (RTK) es una evolución de los equipos GPS que permite obtener un posicionamiento preciso en tiempo real mediante la introducción de un enlace de comunicaciones entre los receptores GPS y la incorporación de software de procesamiento en los mismos equipos. La técnica de posicionamiento RTK se basa en la solución de la portadora de las señales transmitidas por los sistemas globales de navegación por satélites GPS, GLONASS y Galileo, y una estación de referencia proporciona correcciones instantáneas para estaciones móviles, lo que hace que con la precisión obtenido se llega al nivel centimétrico. La tecnología RTK se diferencia de un equipo GPS convencional en que tiene capacidad de replanteo, nos permite alcanzar una distribución homogénea de datos en el relevamiento y controlar maniobras con exactitud.

Con el avance de la tecnología vienen surgiendo equipos de mayor precisión siendo uno de ellos el GPSD GNSS con tecnología sensor IMU-RTK, que presenta una alternativa que se puede utilizar para levantamiento catastral in Situ, por lo que es



necesario investigar la aplicación en un levantamiento catastral, al respecto, se plantean las siguientes interrogantes.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el grado de precisión del GPSD GNSS con tecnología IMU RTK en un levantamiento catastral urbano en el distrito de Cabanilla, 2022?

1.2.2. Problema específico

¿Existe diferencia de áreas de manzanas y lotes de un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022?

¿Existe diferencia de perímetros de manzanas y lotes de un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022?

¿Existe diferencia de tiempos en la ejecución de un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022?

¿Existe diferencia de costos en la ejecución de un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022?

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El levantamiento topográfico ha experimentado cambios significativos en las décadas recientes debido a la adopción de tecnologías de vanguardia, como el GPS y la



Estación Total. Estos instrumentos de última generación han transformado de manera sustancial las prácticas topográficas, mejorando su precisión y eficiencia.

Es importante destacar que la característica más relevante en la modificación se evidencia en el proceso de captura, almacenamiento, cálculo y transmisión de los datos de campo, así como en la representación gráfica de los mismos; esto ha permitido obtener un producto final con mayor precisión y rapidez. El uso que el profesional de la ingeniería hace de la topografía tiene básicamente que ver con la definición de linderos y con el desarrollo de proyectos de infraestructura tales como urbanismos, carreteras, puentes, obras hidráulicas, acueductos, alcantarillado, riego y drenaje, etc.

En el mundo actual, caracterizado por avances tecnológicos significativos, existe una creciente necesidad y demanda de llevar a cabo proyectos de ingeniería con un alto grado de precisión en su ejecución.

En nuestro país, la mayoría de las empresas privadas y las instituciones públicas optan por utilizar la estación total en el levantamiento catastral urbano. Sin embargo, el proceso de trabajo con este dispositivo puede resultar más laborioso debido a problemas de visibilidad con los prismas y la necesidad de realizar múltiples cambios de estación, lo que aumenta la posibilidad de errores en la recopilación de datos.

El receptor GNSS ofrece tecnología IMU -RTK integrada para proporcionar un sólido posicionamiento GNSS preciso, en cualquier circunstancia. A diferencia de los MEMS estándar basados en receptores GNSS, el GNSS IMU -RTK combina GNSS de última generación Motor RTK, sensor IMU profesional sin calibración y seguimiento GNSS avanzado capacidades para incrementar drásticamente la disponibilidad y confiabilidad de RTK.



La compensación automática de inclinación del poste aumenta el levantamiento y la velocidad de replanteo hasta en 20%. Los proyectos de construcción y agrimensura se logran con alta productividad y fiabilidad que supera los límites de la encuesta GNSS RTK convencional. En tal sentido con la aplicación del GPS GNSS con tecnología IMU RTK que podría favorecer en los levantamientos catastrales la idea es ver hasta qué punto se puede utilizar y qué grado de precisión se puede obtener.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis general

H0 = No Existe diferencia en el grado de precisión de un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK frente al método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022.

- H1 = Existe diferencia en el grado de precisión de un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK frente al método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022.

1.4.2. Hipótesis específicos

H0 = No Existe diferencia de Áreas de manzanas y lotes de un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022.

H1= Existe diferencia de Áreas de manzanas y lotes de un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022.



H0 = No Existe diferencia de perímetros de manzanas y lotes de un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022.

H1=Existe diferencia de perímetros de manzanas y lotes en el levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022.

H0 =No Existe diferencia de tiempos de ejecución de un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022.

H1=Existe diferencia de tiempos de ejecución de un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación 240 total) en el distrito de Cabanilla, 2022.

H0 =No existe diferencia de costos en la ejecución de un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022.

H1=Existe diferencia de costos en la ejecución de un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022.



1.5. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo general

Realizar el análisis comparativo del grado de precisión de un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK frente al método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022.

1.5.2. Objetivos específicos

Determinar la diferencia de áreas de manzanas y lotes en un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022.

Determinar la diferencia de perímetros de manzanas y lotes en un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022.

Determinar la diferencia de tiempos de ejecución en un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022.

Determinar la diferencia de costos en la ejecución de un levantamiento catastral urbano con GPS diferencial con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Catastro

Guimet (2003), hace referencia en su libro que el catastro es un recurso crucial para cualquier país, ya que funciona como un completo registro de propiedades inmuebles, ofreciendo información detallada sobre sus características físicas, propietarios, usos y valor; además, sirve como cimiento para establecer sistemas fiscales relacionados con la propiedad inmobiliaria. La importancia de contar con un catastro eficiente es innegable y beneficia tanto a las entidades gubernamentales como a la sociedad en general porque contribuye a fortalecer la seguridad jurídica en las transacciones inmobiliarias y estimula el crecimiento económico de las naciones.

El Catastro puede definirse como un sistema de información territorial que abarca datos físicos, legales y económicos de todos los bienes inmuebles. Funciona como una base de datos inmobiliaria accesible para todas las administraciones y ciudadanos, con el propósito de crear un registro territorial que capture, enriquezca y distribuya información relevante de manera pública.

2.1.1.1. Situación del catastro en el Perú

Alfaro (2020), menciona que en el Perú se ha mantenido la gestión independiente de tres Sub-Sistemas Catastrales: el catastro urbano, el catastro rural y el catastro minero. El gobierno central se ha encargado de administrar tanto el catastro rural, a través del Programa de Formalización



de Predios Rurales (PETT), como el catastro minero, mediante el Instituto Nacional de Concesiones y Catastro Minero (INACC). Es importante destacar que ambas instituciones han realizado un trabajo significativo en los últimos años, aprovechando tecnología de vanguardia en sus procesos.

En la actualidad, las municipalidades del país son responsables del catastro urbano. No obstante, en los últimos años, la Comisión de Formalización de la Propiedad Informal (COFOPRI) ha desempeñado un papel crucial en este ámbito. COFOPRI ha desarrollado una base geográfica para pueblos jóvenes y urbanizaciones populares incluyendo en ella aproximadamente un millón de propiedades urbanas. Esto refleja los esfuerzos realizados para mejorar la gestión catastral en Perú y asegurar un registro actualizado de la propiedad en áreas urbanas y rurales por igual.

2.1.1.2. Dos siglos sin ti: la falta de un verdadero catastro en el Perú y sus consecuencias

Zaldívar & Duffóo (2021), indican que a pesar de que en el país existe una Ley de Catastro y un Sistema Nacional de Catastro Predial, la realidad es que no se dispone de un catastro a nivel nacional. En su lugar, existen varios catastros gestionados por distintas entidades, cada uno con funciones específicas. Hasta la fecha solo cinco municipalidades tienen un catastro que cumple con las normas catastrales actuales, esto impide que el Estado cuente con una herramienta efectiva para identificar claramente las propiedades en su territorio, lo que conlleva una serie de problemas que van más allá de retrasos en proyectos de inversión.

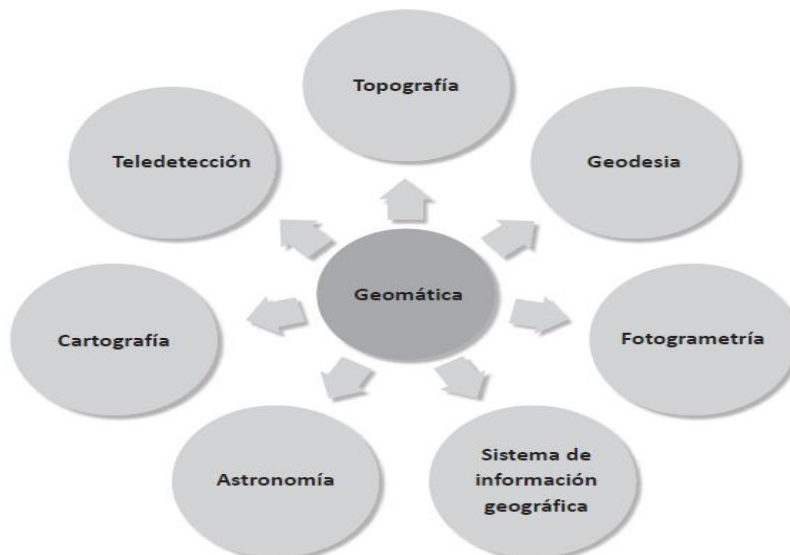
2.1.2. Geomática

Villalba, (2016) menciona que la palabra *geomática* es un término compuesto por *geo*, «Tierra», y *mática*, «informática». En otras palabras, denominado también información espacial, información geoespacial e incluso tecnología geoespacial.

La ingeniería geomática es la ciencia y tecnología que se enfoca en la recopilación, análisis, interpretación, distribución y uso de la información geográfica de los datos especiales relacionados con la característica de la tierra. La geomática contiene a la topografía y a otras disciplinas como la astronomía, cartografía, fotogrametría, geodesia, percepción remota y al sistema de información geográfica.

Figura 1

Topografía dentro de la geomática.



Nota: en la figura 1, se observa la topografía dentro de la Geomática sacado de Villalba (2016).

En el presente los profesionales de la topografía deben tener una mayor responsabilidad por conocer y actualizarse de las otras disciplinas debido a la



interacción que existen entre ellas; tanto por el crecimiento de la magnitud de la obra, como por los avances tecnológicos de las herramientas electrónicas de topografía y su respectivo software. Ello se debe a que la topografía es fundamental en la ejecución de obra y debe realizarse con responsabilidad, velocidad y precisión.

2.1.3. Topografía

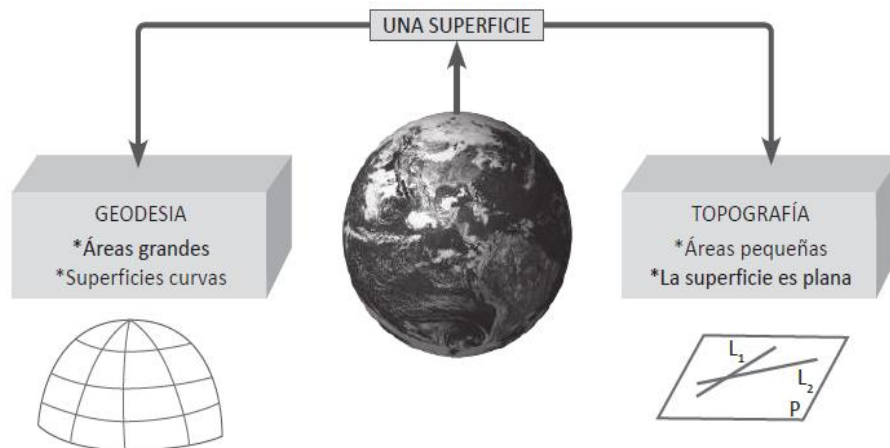
Mendoza, (2019) menciona que la topografía se encarga de realizar mediciones en una porción de tierra relativamente pequeña en la cual se divide en tres partes: planimetría, altimetría y topografía integral, asimismo menciona que mediante la recolección y procesamiento de las informaciones de las partes físicas del geode, considerando hipotéticamente que la superficie terrestre de observación es una superficie plana horizontal, por otra parte Villalba (2016), señala que la topografía es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (véase planimetría y altimetría). Esta representación tiene lugar sobre superficies planas limitándose a pequeñas extensiones de terreno.

Villalba (2016) indica que es una ciencia que pertenece a la rama de la ingeniería, que tiene como finalidad determinar el relieve de la superficie de terreno, bajo un enfoque de sistemas de proyección. Para cumplir con su objetivo establece hipótesis (la superficie de terreno está sobre una superficie plana) y procedimientos como sistema de referencia con un punto base de referencia y la orientación del norte, para determinar todos los demás puntos relacionados al punto base. Se debe tener en cuenta que un punto con coordenadas (x, y, z)

referido a un sistema de coordenadas, se subdivide en planimetría que se focaliza sobre las coordenadas (x, y) y la altimetría que toma la ordenada z.

Figura 2

Diferencia entre la topografía y geodesia.



Nota. En la figura 2, se observa las diferencias entre la topografía y la geodesia, sacado de Villalba (2016).

Villalba, (2016) el Principio en la topografía se da en base al triángulo plano, donde la suma de sus ángulos internos suma 180 grados. Y su sistema de referencia cartesiano (ejes de referencia perpendiculares) es usado para ubicar un punto, por lo que utiliza términos de norte, este y cota. Por otro lado, la geodesia usa un triángulo esférico, donde la suma de sus ángulos internos está comprendida en un rango de 180 y 540 grados, y su sistema de referencia esférico de parámetros son radio, latitud, azimut.

En resumen, en un levantamiento topográfico se desprecia la curvatura de la Tierra y en un levantamiento geodésico sí se considera la curvatura terrestre.



2.1.4. Levantamiento topográfico

Pachas, (2009) menciona que el levantamiento topográfico es un conjunto de procedimientos llevados a cabo en el terreno con el propósito de recopilar información esencial que permita establecer las coordenadas exactas de los puntos geográficos del área en cuestión. Esta información se obtiene mediante diversas técnicas de medición, ya sea de forma directa o a través de un proceso de cálculo posterior. La finalidad principal de este proceso es crear una representación gráfica precisa y detallada del terreno en cuestión.

Pachas, (2009) los datos recopilados durante un levantamiento topográfico son fundamentales para una variedad de aplicaciones, desde la planificación urbana y la construcción de infraestructuras hasta la gestión de recursos naturales. Además de determinar las coordenadas de puntos clave, los levantamientos topográficos también pueden incluir la medición de pendientes, altitudes y distancias, lo que permite calcular áreas y volúmenes de terreno cuando es necesario. Estos datos son esenciales para diseñar proyectos con precisión, evaluar la viabilidad de construcciones y garantizar la seguridad de las estructuras y el medio ambiente circundante.

2.1.4.1. Métodos utilizados para un levantamiento catastral

Calero *et al.*, (2012) mencionan que el propósito de los métodos de levantamiento catastral es utilizar procedimientos técnicos para recopilar información numérica que permita definir los límites de las propiedades y determinar las áreas que abarcan cada una de ellas.

El proceso de crear mapas catastrales se puede llevar a cabo utilizando dos métodos: la restitución fotogramétrica, también conocida como método



indirecto, o el levantamiento topográfico conocido como método directo. A menudo se combinan ambos métodos.

La elección del método depende de la topografía y la vegetación predominante en el área, así como de la capacidad para identificar los límites y puntos clave de los polígonos que se van a medir y ubicar para definir las propiedades.

La combinación de métodos en el levantamiento catastral está determinada por la clasificación que la municipalidad establezca, según si el área es urbana o rural de acuerdo con el plan de ordenamiento territorial. Para áreas urbanas, factores como la densidad de construcciones y el valor del suelo pueden influir en la precisión requerida. En zonas rurales, la densidad de propiedades y el tipo de vegetación o elementos que marcan los límites y puntos clave son decisivos

2.1.4.1.1. Levantamiento topográfico directo:

Calero *et al.*, (2012) mencionan que este proceso implica realizar mediciones en el terreno a escala real mediante levantamientos geodésicos y/o topográficos. Su objetivo es establecer las coordenadas precisas de puntos en la superficie terrestre, además de identificar y describir los hitos y límites que definen las propiedades, la infraestructura presente y otros elementos geográficos relevantes.

A) Método topográfico

Poligonación de precisión: Las poligonales se llevarán a cabo midiendo ángulos y distancias en ambas direcciones de cada tramo



utilizando distanciómetros, instrumentos electroópticos y teodolitos. Cada poligonal tendrá una extensión máxima de 10 kilómetros, mientras que cada tramo individual no superará los 3 kilómetros de longitud. Calero *et al.*, (2012)

Poligonales de apoyo: Cuando la topografía requiera una mayor densidad en la red local existente, se creará una cuadrícula de puntos de vértice mediante el método de poligonación, esta cuadrícula servirá como referencia para establecer los puntos de apoyo que se medirán en el terreno, facilitando así trabajos adicionales de campo. Calero *et al.*, (2012)

Vértices prediales: El levantamiento de estos puntos se puede realizar utilizando cualquiera de los siguientes métodos: a) radiación, b) intersección directa y c) trisección inversa. Calero *et al.*, (2012)

Vértices complementarios: Después de completar la fase de restitución fotogramétrica, cuando el levantamiento se ha realizado de manera indirecta, las áreas no visibles en las fotografías debido a sombras, vegetación densa, proyección de edificios u otros obstáculos se identificarán y mapearán en trabajos topográficos basados en las poligonales de alta precisión o de apoyo. Durante este proceso se marcarán los límites entre propiedades y estructuras que no quedaron claramente definidos en la fase de restitución.

Con la información mencionada, se pueden realizar mediciones y cálculos empleando diferentes equipos como la estación total, que es un instrumento combinado que incorpora las funciones de un teodolito electrónico, un medidor de distancias electrónico y un procesador para



realizar los cálculos necesarios para determinar las coordenadas cartesianas de los puntos en el terreno. Calero *et al.*, (2012)

2.1.4.1.2. Levantamiento topográfico indirecto:

(Calero *et al.*, (2012) mencionan que, en áreas urbanas, al emplear métodos fotogramétricos, se prefiere generar un mapa de líneas o un levantamiento vectorial. Esto implica obtener información de las imágenes (formato raster) al delinear los límites de los terrenos (formato vectorial). En áreas rurales, se considera adecuado el uso de métodos fotogramétricos para levantamientos catastrales en general, especialmente para determinar la posición geográfica de los vértices y los límites de las propiedades. Se recomienda el uso de ortofotografías digitales con una resolución de píxel de 0.50 metros en zonas rurales con baja densidad de propiedades.

Los levantamientos catastrales pueden realizarse con fotografías aéreas o imágenes satelitales. Sin embargo, estos métodos solo ofrecen la información visible en las imágenes, por lo que cualquier otro detalle necesario debe obtenerse en el terreno. Aunque esta técnica puede tener limitaciones en la información recopilada, su ventaja radica en cubrir áreas extensas en menos tiempo en comparación con los métodos topográficos.

A. Especificaciones de las fotografías aéreas

Calero *et al.*, (2012) mencionan que las fotografías aéreas se capturan utilizando aviones de ala alta o aeronaves especialmente adaptadas para este propósito. Estas aeronaves cuentan con una apertura en la parte inferior del fuselaje que garantiza un control preciso sobre la



dirección, el balanceo y el tiempo de exposición durante la toma de las imágenes.

B. Escalas cartográficas

Calero *et al.*, (2012) nos indican que la escala cartográfica representa la relación matemática entre las dimensiones reales y las representadas en un mapa o plano. Se expresa como una razón, por ejemplo, 1:200, indicando que una unidad en el mapa equivale a 200 unidades en la realidad, por ejemplo, un centímetro en el mapa representa 2 metros en la realidad.

Hay tres tipos de escalas cartográficas: a) escala natural, donde las medidas del mapa coinciden con las medidas reales del objeto; b) escala de reducción, donde el tamaño en el mapa es menor que las dimensiones reales; c) escala de ampliación, donde el tamaño en el mapa es mayor que las dimensiones reales.

2.1.4.2. Etapas de un levantamiento topográfico

- **Selección de equipos:** En esta etapa, se eligen los instrumentos y equipos topográficos adecuados para llevar a cabo el levantamiento. Esto incluye la selección de teodolitos, estaciones totales, niveles, GPS u otros dispositivos según las necesidades del proyecto. Pachas, (2009).
- **Planificación:** La planificación es esencial en la topografía. Implica la determinación de los objetivos del levantamiento, la identificación de los puntos de control necesarios, la definición de la estrategia de



medición y la elaboración de un plan detallado que guiará el trabajo de campo y gabinete. Pachas (2009)

- **Señalización:** En esta fase, se marcan y señalizan los puntos de control en el terreno de manera que sean claramente identificables durante el trabajo de campo. Esto incluye la colocación de estacas, balizas u otros marcadores. Pachas (2009)
- **Captura de datos:** Durante esta etapa, se realizan mediciones precisas de ángulos, distancias y altitudes en el terreno utilizando los equipos seleccionados. Los datos capturados se registran meticulosamente y se asocian con los puntos de control (Pachas, 2009)

2.1.4.3. Reconocimiento de terreno y plan de trabajo

- **Reconocimiento de terreno:** Implica visitar el área del levantamiento para evaluar las condiciones físicas y ambientales, identificar obstáculos y características notables, y tomar decisiones sobre la estrategia de trabajo. Pachas, (2009)
- **Plan de trabajo:** Con base en la información recopilada durante el reconocimiento del terreno, se elabora un plan detallado que establece la ubicación de los puntos de control, los métodos de medición a utilizar y otros aspectos logísticos del levantamiento. Pachas, (2009)

2.1.4.4. Trabajo de campo

Pachas, (2009), nos indica que el trabajo de campo es la fase en la que se llevan a cabo las mediciones y observaciones en el terreno de acuerdo con el plan de trabajo. Se utilizan instrumentos topográficos para



medir ángulos, distancias y altitudes, y se registran los datos cuidadosamente.

2.1.4.5. Trabajo de gabinete

Pachas, (2009), menciona que después del trabajo de campo, se procesan y analizan los datos recopilados. Esto implica realizar cálculos para determinar las coordenadas de los puntos, elaborar mapas y planos, y generar informes topográficos. El trabajo de gabinete es esencial para crear representaciones precisas y útiles del terreno.

2.1.5. Estación total

Pachas, (2009) describe que el dispositivo de la figura se denomina estación total, y es un equipo avanzado que combina las capacidades de un teodolito electrónico, un medidor electrónico de distancias y un microprocesador en una sola unidad integrada. Su principal función es realizar mediciones precisas en el campo y llevar a cabo cálculos complejos para determinar las coordenadas rectangulares de los puntos en el terreno de manera eficiente y exacta.

La estación total es una herramienta esencial en la topografía y la ingeniería, ya que permite a los profesionales recopilar datos geospaciales de alta calidad de una manera más rápida y conveniente que los métodos tradicionales. Su capacidad para medir ángulos horizontales y verticales, distancias y realizar cálculos automáticos facilita la creación de mapas topográficos detallados, la planificación de proyectos de construcción y la elaboración de informes precisos sobre el terreno estudiado.

Además de sus capacidades básicas, algunas estaciones totales más avanzadas pueden integrar tecnologías adicionales, como el posicionamiento por satélite GPS, lo que mejora aún más su precisión y versatilidad en una amplia gama de aplicaciones, desde la cartografía y la topografía hasta la ingeniería civil y la agricultura de precisión.

Figura 3

Estación Total



Nota: Estación total Topcon serie 1Y002391 utilizado en la presente tesis.

2.1.6. Procedimientos topográficos

Casanova Matera, (2002) indica que la escala cartográfica es la relación entre las dimensiones reales y las representadas en un mapa. Se expresa como una razón, por ejemplo, 1:200, lo que significa que una unidad en el mapa equivale a 200 unidades en la realidad; por ejemplo, un centímetro en el mapa representa 2 metros en la realidad.



Existen tres tipos de escalas cartográficas: a) escala natural, que refleja las medidas del mapa coincidiendo con las medidas reales; b) escala de reducción, donde el tamaño en el mapa es menor que las dimensiones reales; c) escala de ampliación, donde el tamaño en el mapa es mayor que las dimensiones reales.

2.1.6.1. Poligonal

Blandon Santana & Mosquera A, (2005) señala que después de considerar las poligonales desde un enfoque geométrico, ahora es esencial examinarlas desde la perspectiva de la topografía. En este contexto, las poligonales se perciben como una secuencia de puntos (estaciones) conectados por ángulos y distancias.

La clasificación de las poligonales puede realizarse según diversas características, pero en este documento nos enfocaremos en una clasificación que se basa en la configuración de las poligonales, dividiéndolas en poligonales abiertas y cerradas.

2.1.6.2. Poligonal abierta

Blandon Santana & Mosquera A, (2005) nos explica que se refiere a una poligonal que carece de verificación de cierre, lo que impide detectar posibles errores lineales o angulares. En este caso, el punto de inicio y el punto final son distintos. El punto de inicio puede ser conocido por sus coordenadas, formar parte de una línea base con extremos de coordenadas conocidas o estar orientado. La única forma de verificarla es repitiendo las mediciones o volviendo a levantarla en dirección opuesta.



Para determinar la dirección norte desde un punto específico, se pueden usar observaciones solares, estelares o herramientas como brújulas y giroscopios. Actualmente, existe un sistema que permite conocer la posición de cualquier punto en la superficie terrestre. Este sistema facilita la creación de una línea base con coordenadas conocidas en sus extremos y, a partir de estas, se puede calcular el azimut de esta línea.

2.1.6.2.1. Poligonal cerrada

Blandon Santana & Mosquera A, (2005) mencionan que, en este tipo de itinerario, los lados forman un polígono cerrado, lo que significa que el punto de inicio coincide con el punto final. Esto permite un control geométrico de los ángulos para verificar su precisión. Para trabajar con estas poligonales, es necesario realizar una orientación previa de la línea inicial.

Existe otro tipo de poligonal que, a pesar de que su punto de inicio no coincide con el punto final, se considera cerrada. Esto se debe a que está vinculada a una línea base con un azimut conocido y conecta con otra línea con características similares, ya establecidas previamente.

Al igual que la poligonal cerrada, este tipo de poligonal tiene control en el sentido de que el azimut de la línea de llegada, deducido a partir de los ángulos de la poligonal, debe coincidir con el azimut ya establecido previamente.



2.1.6.3. Poligonal establecida por radiaciones desde una estación

Blandon Santana & Mosquera A, (2005) indican que esta poligonal se origina desde una estación que no es parte de la misma, y sus vértices se marcan usando líneas visuales lanzadas desde esa estación. Aunque hay un control angular desde la estación mediante el cierre al horizonte, no hay control en la distancia entre los puntos.

2.1.6.4. Calculo y compensación de poligonales

Casanova Matera, (2002) señala que la solución de una poligonal implica calcular las coordenadas rectangulares de cada vértice o estación.

En poligonales cerradas y poligonales abiertas de enlace con control, se llevan a cabo las siguientes operaciones.

- Calculo y compensación de error de cierre angular
- Cálculo de acimuts o rumbo entre alineaciones (ley de propagación de los acimuts)
- Cálculo de las proyecciones de los lados
- Cálculo del error de cierre lineal
- Compensación del error lineal
- Cálculo de las coordenadas de los vértices

2.1.6.4.1. Calculo y compensación de error de cierre angular

Casanova (2002) argumenta que, en una poligonal cerrada, la suma de los ángulos internos debe ser igual a un valor específico.



$$\sum \angle \text{int} = (n - 2)180^\circ$$

n = número de lados.

En poligonales abiertas con control, el error angular se calcula como la diferencia entre el azimut final obtenido a partir del azimut inicial conocido y los ángulos medidos en los vértices, y el azimut final establecido previamente.

$$Ea = \varphi_f_c - \varphi_f$$

Ea = error angular

φ_f_c = acimut final calculado

φ_f = acimut final conocido

2.1.6.4.2. Ley de propagación de los acimuts

Casanova (2002) considera que los acimuts de los lados de una poligonal se pueden calcular utilizando un azimut conocido y los ángulos medidos, empleando la ley de propagación de los acimuts.

2.1.6.4.3. Cálculo de las proyecciones de los lados

Casanova (2002) cita que el cálculo de las proyecciones de los lados de una poligonal implica la relación entre los sistemas de coordenadas polares y rectangulares.



2.1.6.4.4. Cálculo del error de cierre lineal

Casanova (2002) hace referencia que, en una poligonal cerrada, la suma de las proyecciones sobre el eje norte-sur debe ser nula, al igual que la suma de las proyecciones sobre el eje este-oeste.

2.1.6.4.5. Compensación del error lineal

Casanova (2002) señala que la elección del método para corregir el error lineal depende de la precisión alcanzada por los instrumentos y los procedimientos utilizados en la medición.

Actualmente, existen varios métodos de compensación disponibles, como el método de la brújula, el del tránsito, el de Crandall, el de mínimos cuadrados, entre otros.

2.1.6.4.6. Cálculo de las coordenadas de los vértices

Casanova (2002) nombra que una vez que se ha corregido o compensado las proyecciones, se inicia el cálculo de las coordenadas de los vértices que conforman la poligonal.

2.2. CARTOGRAFIA

Osorio & Rojas (2011) Señala que la cartografía es un proceso mediante el cual se recopilan datos relativos a la configuración geográfica de un área y se transforman en una representación gráfica, que puede ser tanto técnica como artística, en forma de mapas. Estos mapas se convierten en el principal medio de comunicación para transmitir información sobre un territorio específico.



La cartografía, como disciplina, se dedica al estudio y la práctica de crear mapas precisos y detallados que reflejen la topografía, los límites políticos, las características naturales y otros aspectos relevantes de una región. Los mapas cartográficos se utilizan en una amplia gama de campos, desde la navegación y la planificación urbana hasta la gestión ambiental y la toma de decisiones en políticas públicas.

2.2.1. Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM)

Ibáñez *et al.* (2011) explica que la UTM fue desarrollado por el ejército de los Estados Unidos en 1947 y se basa en un modelo elipsoidal de la Tierra, específicamente en el Elipsoide Internacional de referencia de Hayford. Aunque se ha utilizado ampliamente desde su creación, en la actualidad se está haciendo una transición hacia el elipsoide WGS84 para que sea compatible con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

El UTM es un sistema de referencia que permite ubicar puntos precisos en la superficie terrestre utilizando el metro como unidad básica de medida. Se basa en una proyección cilíndrica que es tangente al elipsoide en un meridiano de referencia llamado "meridiano central". Bajo esta proyección, los puntos en el elipsoide se proyectan sobre un cilindro tangente alrededor de ese meridiano. El Ecuador se transforma en una línea recta que se convierte en el eje X, mientras que el meridiano central se convierte en otra línea recta perpendicular a la primera y se convierte en el eje Y.

Este sistema de proyección, dividido en zonas, se utiliza ampliamente en cartografía y sistemas de posicionamiento por su capacidad para proporcionar coordenadas precisas en un formato uniforme. El uso del elipsoide WGS84 lo ha hecho especialmente compatible con el GPS, lo que lo convierte en una



herramienta esencial en la navegación, la topografía y la geolocalización en todo el mundo.

2.2.2. Coordenadas

Ibáñez *et al.*, (2011) resalta que las coordenadas son números o conjuntos de números que se emplean para indicar con precisión la posición de un punto en un sistema de referencia espacial, como un plano, un mapa o en el espacio tridimensional. Estas coordenadas posibilitan la representación exacta y singular de la ubicación de un punto en un sistema de coordenadas particular.

2.2.2.1. Coordenadas geográficas

Ibáñez *et al.*, (2011), indica que son un sistema de referencia que se emplea para determinar la ubicación de puntos en la superficie terrestre en función de su latitud y longitud. La latitud mide la distancia hacia el norte o hacia el sur desde el Ecuador, mientras que la longitud mide la distancia hacia el este o hacia el oeste desde el meridiano de Greenwich. Juntas, estas coordenadas identifican de manera única la posición de cualquier punto en la tierra.

2.2.2.2. Coordenadas UTM

Ibáñez *et al.* (2011), Mencionan que la UTM son un sistema de proyección cartográfica que divide la Tierra en zonas y utiliza un sistema métrico para definir las coordenadas de un punto. En lugar de emplear latitud y longitud, se utilizan coordenadas X e Y, donde X representa la distancia hacia el este desde un meridiano central específico de la zona, y Y representa la distancia hacia el norte desde el Ecuador. Este sistema es



ampliamente usado en topografía y cartografía para mediciones precisas a nivel local o regional.

2.2.2.3. Coordenadas topográficas

Ibáñez *et al.* (2011), señala que las coordenadas topográficas son un conjunto de coordenadas específicas que se aplican a un levantamiento topográfico. Estas coordenadas se utilizan para ubicar puntos en un mapa topográfico y se basan en un sistema de referencia local que se establece durante el levantamiento. Las coordenadas topográficas son valiosas en proyectos de construcción, planificación urbana y otras aplicaciones que requieren mediciones detalladas en áreas específicas.

2.2.3. Métodos topográficos planímetros triangulares

Arenzana (2010) menciona que los planímetros son dispositivos utilizados para determinar el área de un área plana y acotada, siguiendo su perímetro. Básicamente, operan calculando la integral definida asociada a ese contorno. Estos instrumentos son comunes en entornos como las oficinas de catastros y en tareas topográficas, donde se requiere medir con precisión la superficie de parcelas de tierra en un mapa o plano.

En esencia, los planímetros Coelho *et al.* (2020) son herramientas que permiten cuantificar el espacio de terreno contenido dentro de un límite definido, y su aplicación es especialmente útil en la gestión de propiedades, planificación de proyectos y demarcación de terrenos en diversos campos, como la cartografía y la gestión de bienes raíces.



2.2.4. GPS Diferencial

Mendoza (2019) indica que este instrumento es el equipo que da soporte a la topografía como punto de inicio, ya que proporciona las coordenadas para empezar los actividades, siempre que se trate de un proyecto nuevo donde no se cuenta con ningún tipo de información de puntos de referencia.

Este equipo diferencial consta de dos receptores: la BASE y el equipo ROVER.

2.2.4.1. GPS Diferencial-modo estático

Villalba (2016), el GPS Diferencial en modo Estático es una técnica de medición utilizada para determinar de manera precisa la posición y coordenadas de un receptor GPS en un punto específico. Este método implica que el receptor GPS se mantenga estático en un lugar durante un período de tiempo prolongado, generalmente varios minutos u horas, para obtener una posición altamente precisa.

En el modo estático, como base se toma uno de los puntos geodésicos de la estación de rastreo permanente del Instituto Geográfico Nacional y como Robert en el lugar del proyecto donde se determinarán las coordenadas del nuevo hito. En este modo de trabajo, tanto la BASE como ROBERT están tomando en forma simultánea información satelital, para lo cual se debe tener en cuenta:

- Verificar que la ERP cercano al hito este en actividad.
- La sincronización de toma de información de ambos equipos.



- Examinar que a 50 metros del hito no existan torres eléctricas de alta tensión o antenas de radio de comunicación, porque interfieren la señal.
- Verificar la existencia de superficies reflectantes a menos de 50 metros del punto geodésico a establecer (como espejos de agua, techos planos metálicos o cubiertos de materiales reflectantes, u otros). A menores distancias afectarán: las paredes u otras construcciones de mampostería, líneas de transmisión de energía o antenas de equipos de comunicación, puestos de vigilancia, etc.

Con el propósito de minimizar los errores de las efemérides se realiza un posicionamiento de doble frecuencia (L1+L2) que permiten resolver el mayor número de ambigüedades, en la actualidad existen equipos que ya cuentan con más de dos frecuencias lo que permite que se minimice aún más los errores de las efemérides.

Para realizar el posicionamiento según el orden del punto (0, A, B, C y PFCH) se tiene que tener en cuenta los siguientes parámetros exigidas por el IGN.

Tabla 1

Parámetros del IGN para georreferenciación de puntos.

Número mínimo de estaciones de control de la Red Geodésica Horizontal que se deben enlazar:	0	A	B	ENLACE	
0	8			Red	
A	3	3		Red	
B	3	3	3	Red	
C	1	1	1	Línea base	
APOYO (PFCH)	1	1	1	Línea base	

Separación de las estaciones	0	A	B	C	Apoyo (PFCH)
Separación máxima (km) entre estaciones bases dentro del área del proyecto.	4000	1000	500		
Separación máxima (km) entre estaciones bases dentro del área del proyecto.	3500	500	250	100	100

Nota. La figura presenta los parámetros para la georreferenciación de puntos geodésicos, dados según orden, así también se muestran las distancias máximas de separación entre estaciones en proyectos y puntos establecidos, tomado de IGN (2015).

Las precisiones que exige el IGN de los puntos de control que pertenecen a la red geodésica geocéntrica nacional:

- Orden 0: una precisión a un nivel máximo de 4.00 mm.
- Orden A: estudios de deformación local de la corteza terrestre y trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 6.00 mm.
- Orden B: trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 8.00 mm.
- Orden C: apoyo para el desarrollo de proyectos básicos de ingeniería y de desarrollo urbano-rural, así como a trabajos que se requiera una precisión a un nivel máximo de 10.00 mm.



2.2.4.2. GPS Diferencial-modo RTK

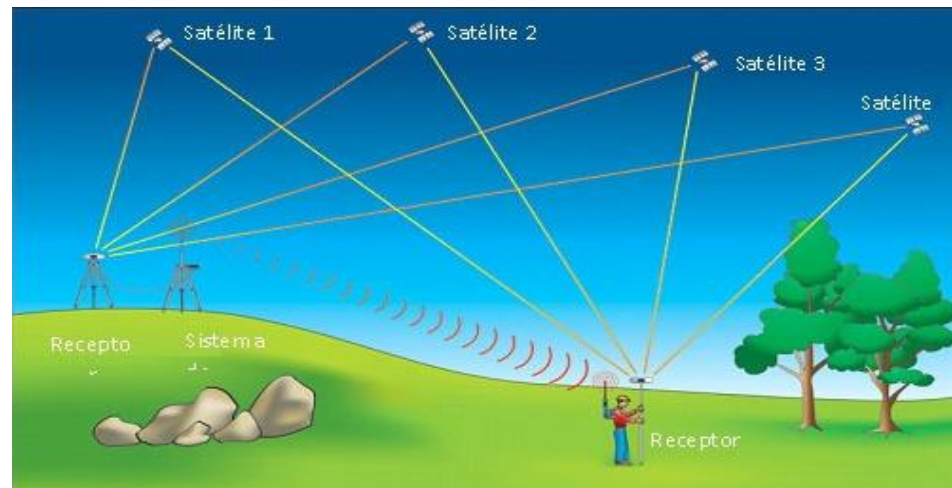
Ferreccio (2006), menciona que la tecnología Real Time Kinematic o Cinemático en Tiempo Real es el resultado de la evolución que han tenido los equipos GPS desde la aparición de este sistema de posicionamiento. Esta tecnología ofrece importante solución: posicionamiento preciso en tiempo real, En otras palabras, obtención de coordenadas en el momento de la medición; la posibilidad reside en la introducción de un enlace de comunicaciones entre los receptores GPS y a la incorporación de software de procesamiento en los mismos equipos. La característica que diferencia a un equipo GPS convencional de uno RTK radica básicamente, que tiene la capacidad de replanteo, permite obtener una distribución homogénea de datos en el relevamiento, controlar maniobras con exactitud, etc.

En resumen, son indispensables para realizar el levantamiento sobre varios puntos en movimiento, por ello se debe tener un receptor fijo en un punto georreferenciado (punto base) y otro receptor (rover) que se estará desplazando por todos los puntos por conocer sus coordenadas. A través del enlace de radio, la estación base transmite correcciones de pseudodistancia y fase de portadora al receptor móvil. Dichas correcciones son calculadas en segundos, y están compuestas por los errores en las pseudodistancias y en las mediciones de fase de portadora en ese instante y la velocidad con que dichos errores están variando en ese momento. Probablemente el posicionamiento GNSS en tiempo real, comúnmente conocido como RTK, por sus siglas en inglés (real time kinematics), sea el método más masivo en la industria nacional de la topografía, su

eficiencia y la posibilidad de obtener coordenadas in-situ, sumado a su capacidad de replanteo, lo sitúan como la técnica predilecta en la actualidad.

Figura 4

Método de medición RTK.



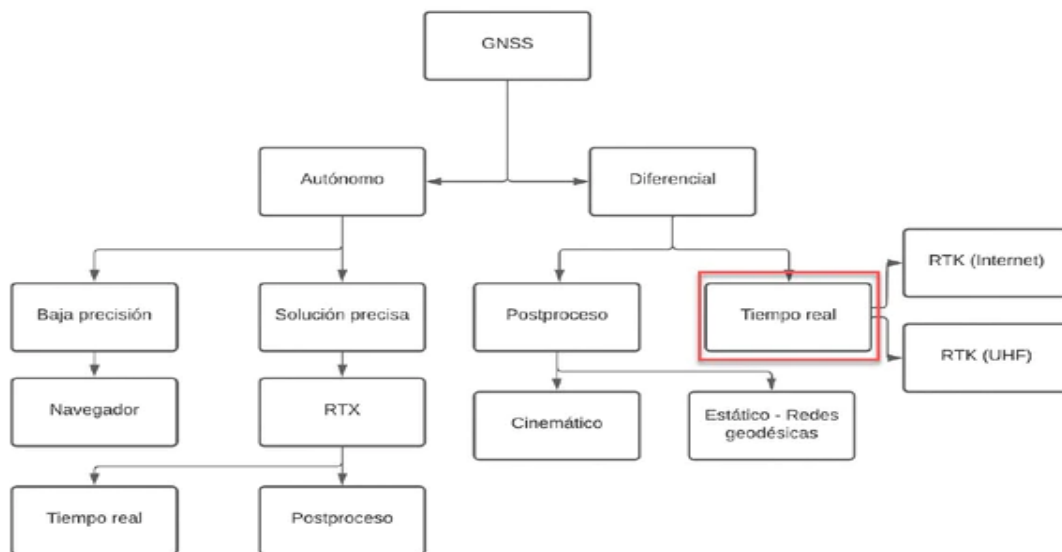
Nota. La figura presenta el funcionamiento de un sistema RTK para realizar levantamientos, tomado de Ferreccio (2006).

2.2.4.3. Diferentes técnicas de medición GNSS en tiempo real RTK

Existen dos métodos principales para recibir las correcciones en tiempo real como se muestra en la figura 5:

Figura 5

Esquema básico de posicionamiento GNSS.



Nota. La figura presenta el esquema de posicionamiento GNSS, enfocado en GNSS diferencial en tiempo real, tomado de GEOCOM (2023).

2.2.4.4. RTK por radio UHF

Baybura *et al*, (2019), menciona que este método transmite datos por medio de frecuencias de la banda Ultra High Frequency (UHF), lo que permite una mejor propagación de la señal y un mayor control sobre la afectación del ruido. El equipo utilizado consta de una base y un rove; las correcciones son enviadas desde la base al rover por medio de radio modem.

Sin embargo, este método tiene limitaciones en cuanto a la distancia máxima, con un rango de entre 5 y 10 km. Además, esta señal se ve afectada cuando hay árboles, condiciones meteorológicas adversas y multipath (Ferreccio, 2006). Otros factores que afecta las mediciones por medio de radio es el efecto de la ionosfera; el centelleo impacta la propagación de la señal y el funcionamiento del sistema. Asimismo, las



ráfagas solares (tipo de tormenta ionosférica), interrumpe la comunicación GNSS debido a que es una fuente de ruido (Baybura *et al.*, 2019).

Las mediciones mediante radio UHF muestran algunos problemas que deben ser considerados, pero investigaciones presentan que hay avances como la incorporación de estaciones de observación continua o red de medición en tiempo real, que permiten eliminar errores relacionados con la ionosfera, troposfera o la órbita y enviar las correcciones en tiempo real.

2.2.4.5. RTK por NTRIP (internet)

Dammalage & Samarakoon (2008), indica que el NTRIP acrónimo de Networked Transport of RTCM vía Internet es una técnica fundamentada en el protocolo de transferencia de hipertexto, desarrollada por la Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) y la Universidad de Dortmund. Su objetivo principal es de difundir correcciones diferenciales y otros tipos de productos GNSS. Los datos se transmiten a usuarios en movimiento por medio de computadoras o dispositivos con acceso a internet. Asimismo, su precisión es a nivel centimétrico. Esta técnica se implementó debido a que en algún momento existieron gran variedad de formatos de transmisión RTK y esta técnica representa un estándar. Además, es considerada una alternativa eficiente y económica para que los usuarios reciban correcciones en tiempo real. El formato de los datos que se transfieren está en RTCM (Comisión Técnica de Radio Marítima), conteniendo los respectivos observables, definición, tipo de



antena y la versión del archivo, solución de la red; con lo cual hay mayor consistencia y calidad en las coordenadas.

2.2.5. IMU

Dávila (2016), menciona que la Unidad de Medición Inercial es la encargada de medir la velocidad angular y aceleración lineal de un objeto mediante la incorporación de sensores como acelerómetros y giroscopios, aunque también pueden incorporarse otros sensores como lo son los magnetómetros, barómetros, etc. La IMU envía los datos medidos por los sensores al Sistema de Navegación Inercial o INS por sus siglas en inglés, y éste a su vez se encarga de procesar los datos medidos por la IMU para calcular velocidad, posición y orientación del objeto de interés.

La compensación de la inclinación del IMU proporciona un enfoque de trabajo totalmente diferente porque podrá:

- Medir los puntos precisos rápidamente e instantáneamente mientras está de pie o caminando sin tener que nivelar el jalón.
- Centrarse en el lugar donde tiene que ir la punta del jalón, lo que es especialmente útil durante el replanteo.
- Replantear fácilmente sin complicaciones las ubicaciones de difícil acceso tales como la construcción de esquinas y las partes bajas de tuberías.
- No tendrá que inquietarse por el movimiento del jalón al medir, puesto que el receptor automáticamente corrige el "la oscilación del jalón" cuando la punta del jalón permanece quieta.



La compensación de la inclinación del IMU puede aplicarse en entornos propensos a interferencias magnéticas, como los que se encuentran cerca de vehículos, maquinaria pesada o edificaciones reforzadas con acero, ya que su rendimiento no se ve afectado por dicha interferencia.

Los receptores IMU RTK GNSS son un tipo de sistema de navegación avanzado que combina tecnologías de unidad de medición inercial (IMU) y sistema de navegación global por satélite (GNSS) cinemática relativa (RTK) para proporcionar información de posición altamente precisa. Al combinar las dos tecnologías, los usuarios pueden disfrutar de una mayor precisión, una latencia reducida y una confiabilidad mejorada.

2.2.6. Sistema WGS84

Villalba (2016), indica que el WGS-84 es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas basada en un datum satelital que está definido por las orbitas de los satélites. WGS-84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84, lo que significa «Sistema Geodésico Mundial, 1984». Se trata de un estándar en geodesia, cartografía, y navegación, que data de 1984. Es utilizado para definir las coordenadas geodésicas (latitud, longitud y altura). Cuenta con un elipsoide de revolución asociado.

WGS-84 corresponde a un DATUM satelital (geocéntricos), es decir, están definidos mediante órbitas de los satélites. Estos parámetros orbitales se basan en las coordenadas adoptadas por un número de estaciones de rastreo, un modelo geopotencial adoptado para el campo gravitacional terrestre y un conjunto de constantes. Por el contrario, PSAD 56 corresponde a un datum local (No

geocéntricos), es decir, el modelo matemático era escogido de tal manera que sea lo más tangente posible a una determinada región o continente americano 56.

En el Perú aún hay entidades principalmente el área de catastro que cuentan con base grafica en el sistema de coordenadas geográficas que corresponde al PSAD 56 (Provisional Sudamericano 56).

2.2.7. Tolerancias catastrales-registrales

La finalidad de la (Directiva-Nro-01-2008-SNCP-CNC-Tolerancias-Catastrales y Registrales es establecer los rangos de tolerancias en las mediciones de áreas de los predios urbanos y rurales, efectuadas por los diferentes métodos que ofrece la geomática, a fin de tener un catastro preciso y ordenado para la inscripción de actos de transferencia y gravamen en el registro de predios.

Según las disposiciones de las tolerancias-catastrales-y-registrales los rangos son los siguientes:

Tabla 2

Los rangos de tolerancias catastrales-registrales.

NATURALEZA URBANA	
Rango de áreas (m²)	tolerancia (%)
Menores de 200	2.5
De 200 a 1000	2
Mayores a 1000	1

NATURALEZA RURAL	
Rango de áreas (Ha)	tolerancia (%)
Menores de 1	7.5
De 1 a 5	6.3
Mayores a 5	3

Nota. La figura presenta el rango de Tolerancias Catastrales-Registrales en las mediciones de áreas de los predios urbanos y rurales, tomado de (Directiva-Nro-01-2008-SNCP-CNC).



A) Catastrales

- Si las mediciones catastrales caen dentro de los límites de error establecidos en este documento, los datos catastrales previos permanecerán sin cambios para evitar impactar propiedades de terceros.
- En caso de que las mediciones catastrales excedan los límites de error definidos en esta directiva, se requerirá una corrección siguiendo los procedimientos de actualización catastral vigentes.
- Para el mantenimiento catastral urbano, se deberá mantener una tolerancia del 1%.

B) Registrales

- Cuando las diferencias en áreas estén dentro de los límites de error definidos en este documento, no será necesario emitir una corrección en el registro de la propiedad.
- Si las mediciones de áreas de los terrenos exceden los límites de error establecidos, se deberán corregir según los procedimientos actuales.
- En los casos de inmatriculaciones donde los valores del plano no coincidan con el título de propiedad al ingresar al registro de predios, los límites de error no serán aplicables.
- Para las inmatriculaciones que limiten con predios inscritos, se aplicarán los límites de error definidos en esta directiva, siempre y cuando no afecten propiedades de terceros.



C) Excepción

- Estos límites de error no serán aplicables cuando, a pesar de la discrepancia en las áreas entre el título y la partida registral, la Oficina de Catastro determine que se trata del mismo terreno y no afecta áreas de otros predios.

2.3. ANTECEDENTES

2.3.1. Antecedentes internacionales

Terán (2022) en la tesis titulada “análisis de los aspectos técnicos y económicos de los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK Y NTRIP con fines catastrales en el casco urbano de la ciudad de Urququí” el autor tuvo como objetivo analizar los aspectos técnicos y económicos de los equipos GPS y GNSS con corrección diferencial RTK y NTRIP, con fines catastrales en el casco urbano de la ciudad de Urququí. Realizó una investigación de campo y bibliográfica de tipo cuantitativo cuyas variables fueron exactitud, rendimiento y posicionamiento del RTK y NTRIP, al momento de realizar mediciones. Así mismo, evaluó los costos operativos de los equipos dentro del margen de los catastros. Los resultados de esta investigación fueron 474 puntos recolectados con el RTK, mientras con el NTRIP se obtuvo mayor cantidad de datos recolectados 638 puntos. Respecto al costo de aplicación de los equipos en un levantamiento catastral de 11 hectáreas superficie del área de estudio, la tecnología NTRIP resulta ser una técnica de medición más factible su costo fue de 1083,06 \$ un valor mucho menor en lo que respecta al aplicar mediciones con RTK que fue de 2132,66 \$., asimismo, menciona que las precisiones de los equipos prácticamente son similares, pero varían de acuerdo a las condiciones de trabajo, ambos equipos tienen problemas de recepción señal en lugares con edificaciones. De igual manera



se realizó ensayos de alcance desde la base hasta el móvil, el RTK tuvo un alcance de 7km con error medio cuadrático de $\pm 0,15$ y $0,24$, mientras del NTRIP fue 21 km y con error medio cuadrático de $\pm 0,009$ y $0,019$. Por lo tanto, se concluye que las mediciones con NTRIP permiten realizar de una manera más económica y eficiente un levantamiento catastral.

Luo *et al.* (2018), en el artículo titulado “Posicionamiento RTK de alta precisión con compensación de inclinación sin calibración” menciona que el rápido desarrollo de las técnicas de fusión de sensores en GNSS e IMU (unidad de medición inercial) está ofreciendo una gran oportunidad para mejorar la aplicabilidad, la productividad y la experiencia del usuario del posicionamiento RTK de alta precisión. Gracias a la tecnología de compensación de inclinación con que cuentan estos equipos que ajusta automáticamente la inclinación de la pértiga desde la plomada, GNSS RTK ahora se puede aplicar en situaciones más restrictivas con mayor eficiencia y flexibilidad. Sin embargo, las soluciones convencionales de compensación de inclinación son en su mayoría sensibles a las perturbaciones magnéticas y requieren calibraciones in situ que requieren mucho tiempo. Además, el rango de compensación de inclinación suele estar limitado a 15 grados. Este artículo presenta una solución de compensación de inclinación novedosa y fácil de usar de la antena inteligente Leica GS18 T, que es inmune a las perturbaciones magnéticas y está completamente libre de calibraciones in situ. Este invento para el mercado de la topografía se inspiró en tecnologías que se han utilizado en la aviación y la navegación marítima durante años. En lugar de depender de un magnetómetro, un sistema de navegación inercial (INS) utiliza mediciones precisas de IMU, junto con estimaciones de posición y velocidad GNSS, para proporcionar información de actitud de alta velocidad, incluida la



inclinación del polo, la dirección de inclinación y el rumbo del sensor. Los mecanismos internos de control de calidad permiten un arranque y parada automáticos de la compensación de inclinación sobre la marcha, lo que es capaz de hacer frente a dinámicas extremas de postes, como choques fuertes. Aprovechando el seguimiento avanzado de señales GNSS en ángulos de elevación bajos, el enfoque de compensación de inclinación basado en IMU es aplicable en grandes ángulos de inclinación de más de 30 grados. se menciona que sobre la base de conjuntos de datos representativos que incluyen varias dinámicas de polos, la precisión general de la determinación de la actitud en 3D es inferior a 1,5 grados. Los componentes de error GNSS e INS no están correlacionados en gran medida y el presupuesto de error total de la posición de punta del polo se comporta de acuerdo con la ley de propagación del error. En comparación con el enfoque basado en magnetómetros y con la topografía RTK convencional en la que el poste está nivelado e influenciado por errores humanos, el rendimiento de la solución de compensación de inclinación basada en IMU propuesta se analiza con respecto a la productividad, la precisión y la fiabilidad. En conclusión, los resultados de un estudio de caso de grandes ángulos de inclinación muestran que todavía se puede lograr una precisión de posicionamiento 3D de 2 cm incluso cuando el poste está fuertemente inclinado.

Jing *et al.* (2020) en el artículo titulado “Evaluación del rendimiento del posicionamiento combinado GNSS RTK/MEMS-IMU de frecuencia única” menciona que con la creciente demanda de posicionamiento de alta precisión de terminales de posicionamiento civiles, la combinación de la cinemática en tiempo real (RTK) del sistema global de navegación por satélite de frecuencia única (GNSS) y la unidad de medición inercial del sistema mecánico microelectrónico



(MEMS-IMU). Ha sido seleccionado para el posicionamiento de alta precisión en la industria con sus ventajas de bajo costo, miniaturización y alta precisión. Se basa en el filtro RTK de frecuencia única extendido de Kalman y el algoritmo de posicionamiento de combinación suelta MEMS-IMU de costo ultra bajo, recopilaron los datos y realizaron la prueba en escenas estáticas y dinámicas. Cuyos resultados experimentales que muestran en los dos escenarios: En las escenas estáticas, la precisión de posicionamiento combinada es mejor que 1,5 cm, lo que equivale a la precisión del receptor comercial de doble frecuencia; En las escenas dinámicas, la precisión de posicionamiento GNSS RTK de frecuencia única es mejor que 3 cm y la precisión de posicionamiento combinada es mejor que 5 cm. En general, el posicionamiento combinado en modos estático y dinámico puede proporcionar un posicionamiento confiable de alta frecuencia a nivel de centímetros.

Tuan *et al.* (2017), en su artículo titulado “Integración estrechamente acoplada de RTK de frecuencia única multi GNSS y MEMS-IMU para un rendimiento de posicionamiento mejorado” explica que en los últimos años se ha demostrado que la cinemática en tiempo real (RTK) del sistema de posicionamiento global (GPS) de doble frecuencia es una técnica confiable y eficiente para obtener un posicionamiento de alta precisión. Sin embargo, menciona que, todavía existen desafíos para el RTK de frecuencia única GPS, como la baja confiabilidad y la tasa de éxito de la resolución de ambigüedad (AR), especialmente en entornos cinemáticos. Recientemente, se ha aplicado el sistema multiglobal de navegación por satélite (multi-GNSS) para mejorar el rendimiento RTK en términos de disponibilidad y confiabilidad de AR. Para mejorar aún más el rendimiento RTK de frecuencia única multi-GNSS en términos de



confiabilidad, continuidad y precisión, en esta contribución se adopta una unidad de medición inercial (IMU) de sistema microelectromecánico (MEMS) de bajo costo. Integramos estrechamente GPS/BeiDou/GLONASS y MEMS-IMU de frecuencia única a través del filtro Kalman extendido (EKF), que fusiona directamente los observables de fase portadora de doble diferenciación (DD) con ambigüedad fija y los datos IMU. Se llevó a cabo una prueba vehicular de campo para evaluar los impactos del multi-GNSS y la IMU en el AR y el rendimiento de posicionamiento en diferentes configuraciones del sistema. Los resultados de las pruebas indican que la tasa de éxito empírico de AR de una sola época para la integración RTK/INS multi-GNSS de frecuencia única estrechamente acoplada es superior al 99 % incluso con un ángulo de corte de elevación de 40° , y la serie temporal de posición correspondiente es mucho más estable en comparación con la solución GPS. Además, las simulaciones de interrupciones del GNSS muestran que es posible un posicionamiento continuo con cierta precisión gracias a la capacidad de puente del INS cuando el posicionamiento GNSS no está disponible.

2.3.2. Antecedentes nacionales

Aroni (2021), en su investigación titulada Análisis del levantamiento catastral GNSS (RTK) y base gráfica COFOPRI, de predios afectados por derecho de vía, región Ancash, 2020. Tiene Como objetivo principal realizar un análisis estadístico comparativo mediante la prueba de hipótesis t-student, considero como muestras las coordenadas de los centroides de 20 predios afectados por el derecho de vía obtenidas mediante levantamiento catastral con GNSS método RTK y de la base gráfica de COFOPRI. Para que la investigación cumpla el estricto procedimiento impuesta por el IGN, realizó la georreferenciación, postprocesamiento y certificación de un punto geodésico tipo orden C ANC15058



por el IGN teniendo como base la estación de rastreo permanente “AN03” ubicado en el distrito de Tauca teniendo como resultado las siguientes coordenadas Este: 829960.2747 m; Norte: 9081292.8061; Zona 17 Sur , una vez realizada el posicionamiento estático se procedió al levantamiento cinemático con RTK de los vértices de los 20 predios afectados por el derecho de vía, asimismo se obtuvo el plano de los mismos predios de la base gráfica de COFOPRI para luego realizar una superposición de ambas bases gráficas obtuvo como resultado un desfase promedio entre los centroides de 68.89 metros, también indica que realizó una comparación mediante el programa de referencia Google Earth y mediante el portal de la base grafica de COFOPRI llamado GEOLLACTA. Seguidamente se procedió con el análisis estadístico comparativo prueba t-student, con el programa IBM SPSS v25, obtuvo como resultado un valor del parámetro estadístico “t” de 26.5049 siendo mayor al valor teórico de 2.086, determina que se realizó el posicionamiento estático cumpliendo con la norma técnica del IGN, asimismo, se pudo observar que mediante el programa Google Earth y el portal COFOPRI-GEOLLACTA los planos de la base grafica de COFOPRI no se encuentran acorde a la realidad física, del análisis estadístico concluye que existe una diferencia significativa entre el levantamiento catastral GNSS(RTK) y la base grafica de COFOPRI con un 68.89m de desfase. Indica que el desfase que existe es un problema de gravedad en la hora de realizar el saneamiento físico legal de estos predios al estar desfasados por varios metros, por lo que recomienda realizar una actualización de la base gráfica de COFOPRI, con el fin de evitar futuros problemas de inscripción de nuevos predios.

Morales (2022), en su tesis titulada "Optimización de levantamiento topográfico y la aplicación de sistema global de navegación por satélite en la



trocha carrozable del Centro Poblado La Ensenada 2022" tuvo como objetivo optimizar los levantamientos topográficos aplicando el sistema global de navegación por satélite en la trocha carrozable del Centro Poblado La Ensenada 2022. Donde utilizo el equipo GPS IMU South Galaxy G1 Plus para optimizar el levantamiento topográfico y reducir el tiempo y recursos en la ejecución. La muestra para el levantamiento topográfico con el equipo estación total y el receptor GNSS fue de 2.21 km de longitud de las trochas carrozables La Ensenada. Como resultado concluye que el rendimiento por jornal de 8 h igual a un día se tuvo que en el levantamiento con la estación total fue de 1.675 Km de Longitud y 3. 465 Km con el receptor GNSS en longitud trabajada, el costo para el levantamiento con la estación total fue igual a/ 640.20 por km de longitud trabajada y con el receptor GNSS el monto total de s/ 504.82 por Km, en la precisión la diferencia entre las coordenadas Norte (Y) es igual 0.0109 m y en las coordenadas Este (X) es igual 0.0016 m.

2.3.3. Antecedentes locales

Vizcarra & Vizcarra (2019) en su tesis titulado “Comparación de control topográfico, replanteo en la construcción, presa relaves con estación total y GPS diferencial en tiempo real (RTK), minera las bambas – Apurímac”. Tuvo como objetivo general comparar el control topográfico utilizado en la construcción de la presa de relaves, utilizando tanto una estación total como un GPS diferencial en modo RTK. Tuvieron como base dos puntos de control geodésico de tipo orden B a partir de esta base establecieron dos puntos de control en el área de trabajo a partir de ellos se estableció una poligonal cerrada con cinco puntos de control auxiliar, los cuales fueron medidos y ajustados con el software MicroSurvey STAR*NET para la obtención de coordenadas locales. Luego se utilizó el receptor



geodésico Topcon modelo GR-5 en modo RTK para obtener las coordenadas UTM. El procedimiento empleado para confrontar los equipos estación total con el GPS diferencial fue la calibración local utilizando el software Trimble Business Center (TBC). Se utilizó la prueba estadística de T Student para el procesamiento estadístico, como resultado del análisis no hay diferencias significativas en el replanteo entre la estación total y el GPS diferencial, ya que se encuentran en un rango de 1 a 12 mm. en norte, de 1 a 14 mm. en este y de 0 a 13 mm. Además, se observó que existe una diferencia significativa en el tiempo de control topográfico y durante el replanteo entre ambos equipos, concluyeron que con el equipo GPS diferencial en modo RTK se replantea un mayor número de puntos debido a las características propias de la ubicación del proyecto.

Chanvilla & Mamani, (2018) en su tesis “Diferencia de áreas de los predios catastrales con estación total, drone e imágenes satelitales del Centro Poblado de Salcedo – Puno” tiene como objetivo general Comparar la diferencia de áreas de los predios Catastrales para obtener áreas exactas, para lograr cumplir con el objetivo realizaron cuatro fases de procedimiento: Primera fase, establecimiento de los puntos de control geodésico con GPS Diferencial en la zona de estudio, en la segunda fase, se realizó un levantamiento topográfico con estación total con el método de poligonal cerrada en 10 manzanas del centro poblado de salcedo sector – rinconada. En la tercera fase se realiza el levantamiento fotogramétrico con drone con el método de georreferenciación de ortofotos en base a los puntos de control geodésico establecidos con anterioridad y se realizara un tratamiento en AutoCAD Civil 3D. En la cuarta fase se obtiene imágenes satelitales de la zona de estudio están son también, rasterizadas y vectorizadas en el software Raster, ArcGis y QGIS. Como resultado del análisis



en un total de 10 manzanas de estudio, de la comparación de levantamiento con estación total y levantamiento con dron se obtiene que en 7 existe diferencia y en 3 no existe diferencia, en la comparación de levantamiento con estación total e imágenes satelitales existe diferencia en 10 manzanas, en la comparación de levantamiento con dron e imágenes satelitales existe diferencia en 10 manzanas.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO

Figura 6

Área de estudio.



Nota. En la figura se presenta delimitado por la línea roja el área de estudio de la presente tesis, tomada de Google Earth Pro.

3.1.1. Descripción del área de estudio

El área de estudio abarca 10 manzanas del distrito de Cabanilla, ubicado en la provincia de Lampa, en el departamento de Puno - Perú, a una altitud de 3 890 m.s.n.m.

3.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.2.1. Ubicación política

Políticamente el distrito de Cabanilla se encuentra ubicado en:



- Distrito : Cabanilla
- Provincia : Lampa
- Departamento : Puno
- Región : Sierra

3.2.2. Ubicación Geográfica WGS84 (centroide del área del trabajo)

- Latitud : -15°37'14.11" S
- Longitud : -70°20'45.54" W

3.2.3. Ubicación UTM WGS84 (centroide del área del trabajo)

- Este (m) : 355711.379
- Norte (m) : 8272576.838
- Elevación : 3882 m.s.n.m.
- Zona : 19 L sur

3.2.4. Vía de Acceso al Lugar de Investigación

Tabla 3

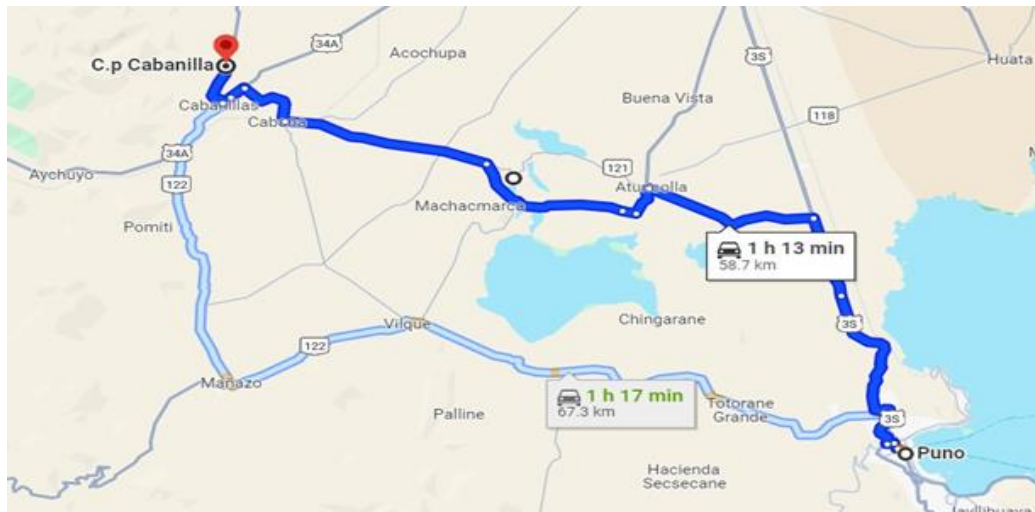
Vías de acceso de Puno al área de investigación.

Vías de acceso hasta el lugar de investigación			
Tramo	Tipo de carretera	Distancia (km)	Tiempo de recorrido
Puno - Cabanillas	Asfaltado	56	1h. 5 min.
Cabanillas - Cabanilla	Trocha Carrozable	2.7	8 min.

Nota. En la tabla se muestra las vías de acceso al lugar de la investigación, así como el tipo de acceso, la distancia y el tiempo de recorrido.

Figura 7

Vías de acceso.



Nota: La figura muestra la ruta desde la ciudad de Puno al lugar de la investigación, tomado de Google maps.

3.3. EQUIPOS

- Estación total Topcon
- Receptor GNSS CHCNAV I90 Base.
- Receptor GNSS CHCNAV I90 Robert.
- Radios comunicadores
- Plotter
- Impresora
- Cámara fotográfica
- 02 laptop Core i7
- Disco duro externo 1TB

3.3.1. Instrumentos



- Prisma
- Flexómetro

3.4. MATERIALES

Materiales utilizados para monumentar el punto control de tipo orden C

- Placa de bronce de acuerdo a las especificaciones técnicas del IGN.
- Varillas de fierro corrugado (1/2)
- Molde
- Cemento
- Agregado grueso
- Agregado fino
- Alambre
- Pico
- Pala
- Barreta
- Carretilla

3.5. SOFTWARE

- Trimble business center TBC V 4.1
- ArcGIS 10.4.1



- AutoCAD Civil 3D 2018
- Microsoft office 2016
- Microsoft Excel 2016
- IBM SPSS Statistics 25

3.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.6.1. Diseño de investigación

El tipo de diseño de investigación utilizado en este estudio es el Diseño Experimental, el cual implica exponer un objeto o un grupo de personas a condiciones o estímulos específicos (variable independiente – levantamiento catastral urbano con estación total) con el propósito de observar los impactos que generan (variable dependiente – Grado de Precisión del GPS con tecnología IMU RTK).

3.6.2. Tipo de investigación

Este estudio se enmarca en el enfoque cuantitativo, dado que emplea la recopilación y evaluación de datos numéricos y medibles para abordar cuestiones de investigación y verificar hipótesis a través de métodos estadísticos.

3.6.3. Nivel de investigación

El presente estudio se enmarca en el nivel correlacional, ya que implica la medición de dos o más variables con el fin de determinar si existe una relación y en qué medida o con qué grado de precisión se relacionan las variables independientes y dependientes.



En conclusión, la investigación correlacional es un tipo de método de investigación que se utiliza para evaluar la relación entre dos o más variables sin manipular una variable independiente. Para llevar a cabo una investigación correlacional, se deben seguir los pasos mencionados anteriormente y se utilizan técnicas estadísticas para evaluar la relación entre las variables.

3.6.4. Población y muestra

La población todos los puntos del distrito de Cabanilla, la muestra corresponde a un área aproximada de 10 has, 135 áreas y 135 perímetros de comparación.

3.6.5. Variable

- Variable Independiente : Equipos topográficos GPSD GNSS modo RTK con sistema IMU, estación total.
- Variable Dependiente : grado de precisión del GPS con tecnología IMU RTK, áreas, perímetros, tiempo y costos.

3.7. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

3.7.1. Reconocimiento de campo

En esta etapa se realiza la verificación in situ del área de trabajo de investigación, viendo las características del terreno, accesibilidad y socialización con los pobladores, asimismo se determina la ubicación del punto de control de tipo orden C verificando que no haya obstrucciones al momento de la recolección de datos.

3.7.2. Monumentación del pilar de concreto tipo orden “C”

El pilar del concreto se construyó de acuerdo a las especificaciones técnicas del IGN la excavación para realizar la Monumentación del punto de orden C (PUN07142) y punto de control se realizó con las medidas de 60h x 40L x 40A.

Figura 8

Placa de bronce.



Nota: La figura presenta la placa de bronce que se utilizó, así también los códigos necesarios para su identificación.

Figura 9

Monumento de concreto, Tipo orden "C".



Nota: En la figura se puede observar el monumento con la placa de bronce con punto de orden “C”.

3.7.3. Georreferenciación

Una vez realizada la monumentación del pilar de concreto de tipo orden C, se procede a realizar la georreferenciación del Punto de control.

Figura 10

Inicio de lectura y recolección de datos.



Nota. La figura presenta al equipo de trabajo iniciando la lectura del punto de orden “C”, así también la recolección de datos.

Figura 11

Diario de observación.



INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y AGRIMENSURA.

Diario de Observación GNSS Proyecto: EPITA

Estación
Nombre Completo: PUN07142 Identificación
(4 letras): PUN07142
Inscripción en el monumento: PUN07142 Fecha: 19-03-2022

Coordenadas Aproximadas:
Latitud: 15 ° 27 '13.79" Longitud: 70 ° 20 '49.96" Altura: 3922.6 m

Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: <u>CHCNAV</u>	<u>CHCNAV</u>	<u>I90</u>	<u>3415491</u>
Antena: <u>CHCNAV</u>	<u>CHCNAV</u>	<u>I90</u>	<u>3415491</u>
Software del Receptor (Versión): <u>LANDSTAR 7 V.7-3</u>			
Longitud del Cable Antena – Receptor: <u>BLUETOOTH</u> m			

Altura de la Antena
Sobre el monumento

Punto de referencia Palanca de extensión

Vertical ó Inclinada

Antes de las Observaciones: 1.655 m
Después de las Observaciones: 1.655 m
Datos del Receptor: 1.655 m

Observación:
Nro. de la sesión del mismo día: 01
Intervalo de Medición: 5 Seg.
Elevación Mínima: 10 °
Hora de Inicio: 12:15 PM
Hora de Término: 16:04 PM
Operador / Institución: E.P.I.T.A

Croquis de las medidas de la Antena
(Ejemplo)



Nota: La figura muestra el formato del diario de observación, debidamente llenado con los datos obtenidos.

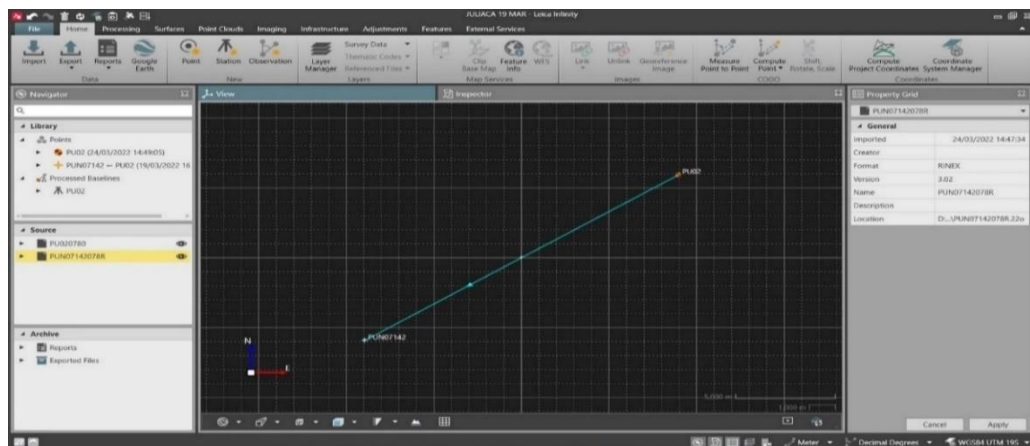
3.7.4. Post procesamiento

Para el procesamiento del punto se tomó como base las coordenadas de la Estación de Rastreo Permanente **PU02** ubicado municipalidad distrital de Juliaca, Provincia de San Román, Departamento de Puno, para el procesamiento en gabinete se trabajó con el software **LEICA INFINITY V 3.2**, los parámetros del trabajo se inicia con la verificación de la información de campo, altura de antena y nombre del punto, para el procesamiento también es necesario utilizar los datos de la estación de rastreo permanente PU02, en esta etapa se forman un vector de procesamiento, para el cual se necesita fijar las coordenadas geográficas en el sistema WGS-84.

La sesión de rastreo tuvo un lapso de tiempo que en promedio fue de 03:40:00 horas y se observaron satélites de la constelación NAVSTAR y GLONAS con intervalo de seguimiento de 5 segundos y un horizonte de 10 grados, se usaron las Efemérides precisas ultrarrápidas y rápidas del día: 19-03-2022.

Figura 12

Línea base de procesamiento.



Nota: La figura presenta la línea base o vector que se genera con la ERP software leica infinity.



Los resultados obtenidos se muestran en el informe de procesamiento de línea base.

Tabla 4

Resultado de coordenadas ajustadas.

Coordenadas UTM WGS84 Zona 19S			
Puntos	Este (m)	Norte (m)	Altura Ortho métrica (m)
PUN07142	355,579.12	8,272,584.93	3,876.79
Coordenadas Geodésicas WGS84			
Puntos	Latitud	Longitud	Altura Elipsoidal
PUN07142	5° 37' 13.79646" S	70° 20' 49.96904" W	3,922.64

Nota: la tabla muestra los resultados del procesamiento de línea base del punto de tipo orden C que posteriormente se enviara para su respectiva Certificación Al Instituto Geográfico Nacional para su revisión y certificación del punto.

Figura 13

Certificado del punto geodésico PUN07142.

		INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL SUBDIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES			
<u>CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO</u>					
Visto el informe de procesamiento del punto geodésico PUN07142 y habiendo verificado el resultado obtenido por la ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA , el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar la calidad del resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:					
CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO			PUN07142		
COORDENADAS WGS-84					
UTM			GEODÉSICAS		
ESTE	355579.123 m	LATITUD	15°37'13.79646" S		
NORTE	8272584.925 m	LONGITUD	70°20'49.96903" O		
ZONA	19 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	3922.640 m		
Datos Generales:					
- ORDEN: "C"					
- UBICACIÓN (Prov. – Dpto.): LAMPA - PUNO					
- ESTACIÓN GNSS BASE: JULIACA (PU02) - 2020					
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: MARZO 2022					
- NÚM. CORRELATIVO: 1414 – 2022/IGN/DIG/SDCERTIF					
Lima, 09 de Mayo de 2022					
 000000003368				 SILVA CELESTINO Clari Luz TTE EP Subdirectora de Certificaciones	
<i>EVALUADO POR: S02 EP NAJARRO QUINTO JHONATAN JESUS</i>					
COMPETENCIA <i>La certificación del punto geodésico y el resultado obtenido, no certifica ni define límites de propiedad o posesión, tampoco jurisdiccional, política y administrativa. Los resultados de la evaluación son eminentemente de gabinete, no se han realizado trabajos de campo.</i>					

Nota: la figura muestra el certificado que se obtuvo del punto de control de tipo orden C, certificado por el Instituto Geográfico Nacional.

3.7.5. Levantamiento topográfico con GPS diferencial modo IMU - RTK

Obtenidas las coordenadas ajustadas del punto de control tipo orden C (PUN07142) se inicia con la configuración e instalación del equipo sobre el punto control, asimismo se configura el rover para la conexión entre ambos equipos mediante el UHF interno que nos permite alcanzar a una distancia de 5km, se realizó el balanceo del polo de alcance unas cuantas veces para inicializar el módulo IMU interno para iniciar con el levantamiento de lotes y manzanas premarcadas, el sensor IMU asegura una compensación automática y sin interferencia de la inclinación de los bastones en tiempo real y nos brinda soluciones de posicionamiento precisas y continuas en entornos urbanos.

Figura 14

Instalación y configuración en punto base.



Nota: La figura presenta el inicio de levantamiento haciendo uso del GPS GNSS CHCNAV 190 IMU RTK.

Figura 15

Levantamiento modo IMU RTK de vértice de manzana.



Nota: La figura presenta el levantamiento de manzana usando el sistema IMU RTK.

Figura 16

Levantamiento modo IMU RTK de vértices lotes.



Nota: La figura presenta el levantamiento de lotes usando el sistema IMU RTK.



Coordenadas obtenidas con el levantamiento modo RTK con equipo GNSS I90 IMU RTK, con los resultados se realiza la conversión de coordenadas UTM a coordenadas locales Topográficas para obtener distancias verdaderas. En un set de coordenadas en el sistema de proyección UTM, se debe seleccionar un punto de control que será empleado como origen del sistema que en nuestro caso será el PUN07142. Los valores de coordenadas de este punto "origen" serán iguales tanto en UTM como en Topográficas. Este plano obtenido se denomina Plano Topográfico Local (PTL). Para establecer una base de levantamiento, se debe emplear solo los dos puntos que conforman la base, se convierte solo la orientación. El origen del sistema siempre debe tener coordenadas UTM Verificar que el sistema de referencia sea el WGS84, así como la zona seleccionada sea la 19 que es el ámbito del proyecto.

Tabla 5

Coordenadas UTM obtenidas con GPS I90 IMU RTK y conversión a Topográficas.

Coordenadas utm modo RTK IMU (inclinado)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK		
Nro	ESTE (m)	NORTE (m)	Nro	ESTE (m)	NORTE (m)
PUN0 7142	355579.123	8272584.925	PUN0 7142	355579.123	8272584.925
1	355578.060	8272549.360	1	355578.059	8272549.333
2	355578.264	8272539.778	2	355578.263	8272539.744
3	355579.040	8272527.804	3	355579.040	8272527.761
4	355579.685	8272517.865	4	355579.685	8272517.815
5	355581.517	8272516.984	5	355581.519	8272516.933
6	355582.513	8272505.752	6	355582.516	8272505.692
7	355583.391	8272493.898	7	355583.394	8272493.830
8	355584.474	8272481.785	8	355584.478	8272481.707
9	355583.380	8272481.736	9	355583.383	8272481.658
10	355585.600	8272457.189	10	355585.605	8272457.093
11	355586.507	8272443.528	11	355586.513	8272443.422
12	355588.125	8272424.148	12	355588.132	8272424.027
13	355588.887	8272415.229	13	355588.894	8272415.101



Coordenadas utm modo RTK IMU (inclinado)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK		
Nro	ESTE (m)	NORTE (m)	Nro	ESTE (m)	NORTE (m)
14	355600.712	8272415.981	14	355600.728	8272415.854
15	355615.758	8272416.849	15	355615.785	8272416.723
16	355615.855	8272417.415	16	355615.883	8272417.289
17	355623.863	8272417.908	17	355623.897	8272417.782
18	355635.878	8272418.302	18	355635.921	8272418.177
19	355652.982	8272419.358	19	355653.037	8272419.233
20	355901.028	8272568.019	20	355901.270	8272568.006
21	355663.979	8272420.107	21	355664.043	8272419.983
22	355673.475	8272420.538	22	355673.546	8272420.414
23	355690.373	8272421.204	23	355690.457	8272421.081
24	355688.759	8272440.942	24	355688.841	8272440.834
25	355686.766	8272468.029	25	355686.847	8272467.941
26	355688.153	8272453.009	26	355688.235	8272452.910
27	355686.429	8272481.940	27	355686.510	8272481.863
28	355685.804	8272495.763	28	355685.884	8272495.696
29	355685.291	8272505.745	29	355685.371	8272505.685
30	355684.912	8272513.468	30	355684.992	8272513.414
31	355684.434	8272521.244	31	355684.513	8272521.196
32	355690.969	8272532.125	32	355691.053	8272532.085
33	355684.162	8272528.977	33	355684.241	8272528.935
34	355684.095	8272541.777	34	355684.174	8272541.745
35	355683.660	8272553.796	35	355683.739	8272553.773
36	355683.719	8272541.755	36	355683.798	8272541.723
37	355667.570	8272553.032	37	355667.636	8272553.008
38	355660.813	8272552.586	38	355660.874	8272552.562
39	355655.218	8272552.342	39	355655.275	8272552.317
40	355643.954	8272551.754	40	355644.003	8272551.729
41	355638.740	8272551.518	41	355638.785	8272551.493
42	355630.430	8272551.227	42	355630.469	8272551.202
43	355625.845	8272551.061	43	355625.880	8272551.036
44	355617.018	8272550.809	44	355617.046	8272550.783
45	355608.778	8272550.444	45	355608.800	8272550.418
46	355596.067	8272550.106	46	355596.080	8272550.080
47	355589.958	8272549.918	47	355589.966	8272549.892
48	355591.944	8272528.454	48	355591.954	8272528.412
49	355610.201	8272529.707	49	355610.224	8272529.665
50	355610.934	8272519.002	50	355610.958	8272518.952
51	355611.707	8272507.754	51	355611.731	8272507.696
52	355612.520	8272495.897	52	355612.545	8272495.830
53	355613.328	8272484.113	53	355613.354	8272484.037



Coordenadas utm modo RTK IMU (inclinado)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK		
Nro	ESTE (m)	NORTE (m)	Nro	ESTE (m)	NORTE (m)
54	355622.761	8272461.816	54	355622.794	8272461.723
55	355623.095	8272448.509	55	355623.128	8272448.406
56	355615.068	8272447.415	56	355615.095	8272447.312
57	355599.862	8272425.127	57	355599.878	8272425.007
58	355633.517	8272519.528	58	355633.558	8272519.479
59	355643.041	8272440.331	59	355643.089	8272440.222
60	355633.663	8272439.950	60	355633.704	8272439.841
61	355642.136	8272462.603	61	355642.183	8272462.511
62	355641.990	8272466.209	62	355642.037	8272466.120
63	355662.743	8272467.053	63	355662.806	8272466.964
64	355663.131	8272452.351	64	355663.194	8272452.251
65	355663.449	8272440.276	65	355663.512	8272440.167
66	355672.948	8272440.526	66	355673.019	8272440.417
67	355640.501	8272502.843	67	355640.547	8272502.781
68	355640.869	8272493.809	68	355640.915	8272493.740
69	355641.444	8272479.628	69	355641.491	8272479.549
70	355640.357	8272506.396	70	355640.403	8272506.337
71	355634.853	8272505.809	71	355634.895	8272505.750
72	355633.517	8272519.528	72	355633.558	8272519.479
73	355632.705	8272527.872	73	355632.745	8272527.829
74	355631.571	8272539.518	74	355631.610	8272539.484
75	355639.919	8272539.876	75	355639.965	8272539.842
76	355645.093	8272540.099	76	355645.143	8272540.065
77	355655.723	8272540.554	77	355655.781	8272540.521
78	355661.318	8272540.794	78	355661.380	8272540.761
79	355668.082	8272541.085	79	355668.149	8272541.052
80	355689.917	8272554.091	80	355690.000	8272554.068
81	355692.524	8272532.097	81	355692.609	8272532.057
82	355693.352	8272510.681	82	355693.438	8272510.625
83	355694.485	8272489.970	83	355694.572	8272489.899
84	355694.727	8272485.422	84	355694.814	8272485.347
85	355695.366	8272479.259	85	355695.453	8272479.180
86	355696.075	8272469.274	86	355696.163	8272469.187
87	355696.323	8272465.955	87	355696.411	8272465.866
88	355696.156	8272465.951	88	355696.244	8272465.862
89	355696.638	8272461.749	89	355696.726	8272461.656
90	355697.111	8272454.372	90	355697.200	8272454.274
91	355698.127	8272440.085	91	355698.216	8272439.976
92	355699.306	8272421.646	92	355699.396	8272421.523
93	355719.949	8272422.306	93	355720.055	8272422.184



Coordenadas utm modo RTK IMU (inclinado)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK		
Nro	ESTE (m)	NORTE (m)	Nro	ESTE (m)	NORTE (m)
94	355775.275	8272425.401	94	355775.422	8272425.281
95	355769.838	8272507.823	95	355769.981	8272507.765
96	355769.331	8272513.810	96	355769.474	8272513.756
97	355768.445	8272525.849	97	355768.587	8272525.805
98	355766.945	8272547.948	98	355767.086	8272547.920
99	355766.242	8272557.783	99	355766.383	8272557.763
100	355754.054	8272557.183	100	355754.186	8272557.162
101	355745.896	8272556.864	101	355746.021	8272556.843
102	355740.037	8272556.563	102	355740.158	8272556.542
103	355723.392	8272555.553	103	355723.500	8272555.531
104	355711.884	8272554.915	104	355711.984	8272554.892
105	355705.285	8272554.820	105	355705.380	8272554.797
106	355718.995	8272441.009	106	355719.100	8272440.901
107	355733.140	8272442.138	107	355733.256	8272442.031
108	355731.833	8272455.620	108	355731.948	8272455.523
109	355731.110	8272463.096	109	355731.224	8272463.004
110	355730.426	8272470.148	110	355730.540	8272470.062
111	355706.085	8272469.529	111	355706.180	8272469.442
112	355706.216	8272466.195	112	355706.312	8272466.106
113	355729.218	8272482.273	113	355729.331	8272482.196
114	355728.640	8272488.589	114	355728.752	8272488.517
115	355728.216	8272493.121	115	355728.328	8272493.052
116	355727.260	8272502.828	116	355727.371	8272502.766
117	355725.913	8272511.400	117	355726.023	8272511.345
118	355724.444	8272520.747	118	355724.553	8272520.699
119	355731.296	8272521.543	119	355731.410	8272521.495
120	355741.734	8272522.753	120	355741.856	8272522.706
121	355747.638	8272523.437	121	355747.765	8272523.391
122	355746.413	8272546.967	122	355746.539	8272546.938
123	355741.009	8272537.236	123	355741.131	8272537.200
124	355730.766	8272527.214	124	355730.880	8272527.171
125	355725.924	8272536.368	125	355726.034	8272536.331
126	355713.914	8272527.214	126	355714.015	8272527.171
127	355705.185	8272532.042	127	355705.280	8272532.002
128	355774.824	8272557.828	128	355774.971	8272557.808
129	355773.353	8272555.868	129	355773.499	8272555.846
130	355775.353	8272532.894	130	355775.501	8272532.855
131	355777.651	8272506.507	131	355777.800	8272506.448
132	355779.945	8272480.149	132	355780.096	8272480.070
133	355781.321	8272464.348	133	355781.473	8272464.257



Coordenadas utm modo RTK IMU (inclinado)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK		
Nro	ESTE (m)	NORTE (m)	Nro	ESTE (m)	NORTE (m)
134	355784.800	8272424.377	134	355784.955	8272424.256
135	355856.431	8272428.834	135	355856.640	8272428.717
136	355881.271	8272654.680	136	355881.498	8272654.733
137	355896.228	8272431.311	137	355896.466	8272431.195
138	355895.539	8272458.983	138	355895.777	8272458.888
139	355894.884	8272485.315	139	355895.121	8272485.240
140	355893.939	8272523.306	140	355894.176	8272523.260
141	355893.038	8272559.521	141	355893.274	8272559.502
142	355891.932	8272560.753	142	355892.167	8272560.735
143	355855.833	8272559.852	143	355856.041	8272559.833
144	355841.812	8272559.501	144	355842.010	8272559.482
145	355788.153	8272558.161	145	355788.310	8272558.141
146	355790.189	8272532.713	146	355790.348	8272532.674
147	355841.478	8272532.088	147	355841.675	8272532.048
148	355855.492	8272531.917	148	355855.700	8272531.877
149	355855.380	8272522.760	149	355855.588	8272522.713
150	355855.026	8272510.792	150	355855.234	8272510.736
151	355854.243	8272484.304	151	355854.450	8272484.228
152	355854.271	8272482.244	152	355854.478	8272482.167
153	355854.474	8272467.137	153	355854.681	8272467.048
154	355854.529	8272457.963	154	355854.736	8272457.867
155	355771.966	8272564.228	155	355772.111	8272564.212
156	355814.789	8272565.654	156	355814.966	8272565.639
157	355891.369	8272568.204	157	355891.604	8272568.191
158	355892.895	8272569.752	158	355893.131	8272569.741
159	355891.956	8272589.093	159	355892.191	8272589.096
160	355890.792	8272612.945	160	355891.026	8272612.966
161	355887.176	8272649.915	161	355887.408	8272649.964
162	355886.254	8272651.812	162	355886.485	8272651.862
163	355883.804	8272654.148	163	355884.033	8272654.200
164	355881.271	8272654.680	164	355881.498	8272654.733
165	355857.137	8272652.289	165	355857.346	8272652.340
166	355854.705	8272651.121	166	355854.912	8272651.171
167	355852.392	8272646.489	167	355852.598	8272646.535
168	355848.596	8272646.546	168	355848.799	8272646.592
169	355847.026	8272646.569	169	355847.227	8272646.615
170	355846.537	8272652.286	170	355846.738	8272652.337
171	355845.043	8272653.649	171	355845.243	8272653.701
172	355806.661	8272650.201	172	355806.832	8272650.250
173	355806.649	8272650.803	173	355806.820	8272650.853



Coordenadas utm modo RTK IMU (inclinado)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK		
Nro	ESTE (m)	NORTE (m)	Nro	ESTE (m)	NORTE (m)
174	355804.825	8272650.657	174	355804.995	8272650.706
175	355780.125	8272648.666	175	355780.276	8272648.714
176	355780.160	8272648.174	176	355780.311	8272648.222
177	355766.232	8272647.083	177	355766.373	8272647.130
178	355767.306	8272631.556	178	355767.448	8272631.591
179	355768.187	8272618.835	179	355768.329	8272618.861
180	355769.264	8272603.275	180	355769.407	8272603.289
181	355769.742	8272596.371	181	355769.885	8272596.380
182	355770.721	8272582.217	182	355770.865	8272582.215
183	355814.137	8272581.038	183	355814.314	8272581.035
184	355814.072	8272582.584	184	355814.249	8272582.582
185	355797.038	8272582.439	185	355797.202	8272582.437
186	355796.448	8272598.219	186	355796.611	8272598.229
187	355796.174	8272605.295	187	355796.337	8272605.310
188	355842.965	8272621.924	188	355843.163	8272621.952
189	355842.596	8272630.854	189	355842.794	8272630.889
190	355849.886	8272630.786	190	355850.090	8272630.821
191	355805.709	8272631.198	191	355805.879	8272631.233
192	355563.903	8272629.897	192	355563.892	8272629.931
193	355552.156	8272628.902	193	355552.136	8272628.935
194	355517.036	8272625.927	194	355516.989	8272625.958
195	355520.235	8272582.561	195	355520.191	8272582.559
196	355520.872	8272573.925	196	355520.828	8272573.917
197	355522.273	8272554.936	197	355522.230	8272554.913
198	355523.403	8272554.415	198	355523.361	8272554.392
199	355549.591	8272555.170	199	355549.569	8272555.148
200	355569.350	8272556.060	200	355569.343	8272556.038
201	355568.127	8272574.644	201	355568.119	8272574.636
202	355567.378	8272584.447	202	355567.369	8272584.447
203	355566.258	8272599.095	203	355566.248	8272599.106
204	355548.353	8272564.494	204	355548.330	8272564.479
205	355547.714	8272574.333	205	355547.690	8272574.325
206	355547.110	8272583.633	206	355547.086	8272583.632
207	355551.262	8272583.799	207	355551.241	8272583.798
208	355550.689	8272598.161	208	355550.668	8272598.171
209	355554.936	8272598.416	209	355554.918	8272598.426
210	355563.114	8272638.589	210	355563.102	8272638.629
211	355561.666	8272636.716	211	355561.653	8272636.755
212	355542.540	8272635.053	212	355542.512	8272635.091
213	355518.115	8272632.929	213	355518.069	8272632.965



Coordenadas utm modo RTK IMU (inclinado)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK		
Nro	ESTE (m)	NORTE (m)	Nro	ESTE (m)	NORTE (m)
214	355512.333	8272699.506	214	355512.283	8272699.592
215	355516.558	8272650.835	215	355516.511	8272650.885
216	355536.446	8272703.730	216	355536.414	8272703.819
217	355557.949	8272707.496	217	355557.933	8272707.588
218	355560.597	8272672.170	218	355560.583	8272672.236
219	355539.394	8272670.504	219	355539.364	8272670.568
220	355540.948	8272652.999	220	355540.919	8272653.050
221	355569.293	8272637.560	221	355569.286	8272637.600
222	355582.846	8272638.776	222	355582.849	8272638.816
223	355592.378	8272639.630	223	355592.388	8272639.671
224	355600.864	8272640.390	224	355600.880	8272640.432
225	355607.147	8272639.486	225	355607.168	8272639.527
226	355621.871	8272642.273	226	355621.903	8272642.316
227	355646.035	8272644.438	227	355646.085	8272644.483
228	355674.448	8272646.985	228	355674.520	8272647.032
229	355671.269	8272674.719	229	355671.338	8272674.787
230	355668.566	8272698.307	230	355668.633	8272698.392
231	355665.643	8272723.800	231	355665.708	8272723.904
232	355664.022	8272725.064	232	355664.086	8272725.169
233	355639.897	8272721.068	233	355639.943	8272721.170
234	355608.875	8272715.929	234	355608.897	8272716.027
235	355587.564	8272712.398	235	355587.570	8272712.494
236	355564.280	8272708.557	236	355564.269	8272708.650
237	355576.033	8272710.488	237	355576.031	8272710.582
238	355564.922	8272699.327	238	355564.911	8272699.413
239	355565.364	8272699.382	239	355565.354	8272699.468
240	355567.026	8272673.237	240	355567.017	8272673.303
241	355565.957	8272669.713	241	355565.947	8272669.777
242	355579.089	8272675.028	242	355579.089	8272675.096
243	355588.373	8272676.407	243	355588.380	8272676.476
244	355587.702	8272682.573	244	355587.708	8272682.646
245	355591.057	8272682.938	245	355591.066	8272683.012
246	355596.889	8272683.573	246	355596.902	8272683.647
247	355610.524	8272684.857	247	355610.548	8272684.932
248	355615.710	8272685.345	248	355615.737	8272685.421
249	355616.737	8272676.801	249	355616.765	8272676.870
250	355619.209	8272676.991	250	355619.239	8272677.060
251	355643.286	8272678.768	251	355643.334	8272678.839
252	355643.803	8272672.307	252	355643.852	8272672.373
253	355641.995	8272694.886	253	355642.042	8272694.969



Coordenadas utm modo RTK IMU (inclinado)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK		
Nro	ESTE (m)	NORTE (m)	Nro	ESTE (m)	NORTE (m)
254	355674.201	8272726.910	254	355674.272	8272727.017
255	355675.164	8272717.627	255	355675.236	8272717.727
256	355675.883	8272710.700	256	355675.956	8272710.795
257	355676.834	8272701.547	257	355676.907	8272701.635
258	355678.203	8272688.357	258	355678.277	8272688.435
259	355679.717	8272673.765	259	355679.793	8272673.832
260	355682.435	8272647.588	260	355682.513	8272647.635
261	355717.197	8272650.270	261	355717.301	8272650.319
262	355730.724	8272651.314	262	355730.838	8272651.364
263	355738.818	8272651.939	263	355738.938	8272651.989
264	355747.284	8272652.592	264	355747.410	8272652.643
265	355752.672	8272653.008	265	355752.802	8272653.059
266	355759.133	8272653.506	266	355759.268	8272653.558
267	355758.377	8272665.089	267	355758.512	8272665.149
268	355757.723	8272675.111	268	355757.857	8272675.179
269	355757.138	8272684.072	269	355757.272	8272684.147
270	355756.564	8272692.888	270	355756.697	8272692.969
271	355754.951	8272717.603	271	355755.083	8272717.703
272	355753.582	8272738.586	272	355753.713	8272738.702
273	355751.658	8272740.075	273	355751.788	8272740.192
274	355722.282	8272735.508	274	355722.390	8272735.621
275	355714.543	8272734.305	275	355714.645	8272734.417
276	355714.689	8272733.511	276	355714.791	8272733.623
277	355704.744	8272731.889	277	355704.838	8272732.000
278	355715.173	8272676.501	278	355715.275	8272676.570
279	355714.186	8272689.285	279	355714.288	8272689.363
280	355713.946	8272692.068	280	355714.047	8272692.149
281	355724.106	8272690.142	281	355724.215	8272690.221
282	355724.116	8272689.881	282	355724.225	8272689.960
283	355729.108	8272690.344	283	355729.221	8272690.423
284	355736.476	8272691.026	284	355736.594	8272691.106
285	355737.240	8272682.773	285	355737.359	8272682.847
286	355746.766	8272674.396	286	355746.892	8272674.463
287	355751.769	8272664.696	287	355751.899	8272664.756
288	355736.833	8272716.799	288	355736.952	8272716.898
289	355736.953	8272713.838	289	355737.072	8272713.935
290	355723.176	8272713.284	290	355723.284	8272713.381
291	355723.467	8272706.027	291	355723.576	8272706.118
292	355709.784	8272704.713	292	355709.882	8272704.803
293	355706.243	8272722.694	293	355706.339	8272722.798



Coordenadas utm modo RTK IMU (inclinado)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK		
Nro	ESTE (m)	NORTE (m)	Nro	ESTE (m)	NORTE (m)
294	355707.283	8272716.320	294	355707.379	8272716.419
295	355761.358	8272742.248	295	355761.495	8272742.366
296	355760.003	8272740.601	296	355760.139	8272740.718
297	355760.799	8272728.896	297	355760.936	8272729.004
298	355761.803	8272714.157	298	355761.940	8272714.254
299	355762.482	8272704.175	299	355762.620	8272704.265
300	355764.288	8272677.643	300	355764.427	8272677.713
301	355765.144	8272665.051	301	355765.284	8272665.111
302	355765.796	8272655.484	302	355765.936	8272655.537
303	355767.572	8272654.121	303	355767.714	8272654.173
304	355797.237	8272656.919	304	355797.401	8272656.973
305	355814.579	8272658.555	305	355814.756	8272658.610
306	355829.820	8272659.992	306	355830.009	8272660.048
307	355845.608	8272661.480	307	355845.808	8272661.538
308	355859.901	8272662.828	308	355860.112	8272662.887
309	355872.205	8272663.989	309	355872.425	8272664.049
310	355888.388	8272665.515	310	355888.621	8272665.576
311	355889.709	8272666.955	311	355889.943	8272667.017
312	355889.525	8272694.315	312	355889.758	8272694.397
313	355889.399	8272712.813	313	355889.632	8272712.909
314	355889.068	8272761.673	314	355889.301	8272761.806
315	355872.500	8272759.153	315	355872.721	8272759.284
316	355853.402	8272756.248	316	355853.608	8272756.377
317	355835.327	8272753.498	317	355835.520	8272753.625
318	355817.628	8272750.806	318	355817.807	8272750.931
319	355791.456	8272746.825	319	355791.616	8272746.947
320	355793.193	8272732.952	320	355793.354	8272733.063
321	355795.026	8272718.317	321	355795.188	8272718.417
322	355796.506	8272706.491	322	355796.669	8272706.582
323	355789.935	8272706.044	323	355790.094	8272706.135
324	355792.434	8272679.559	324	355792.594	8272679.630
325	355794.693	8272679.752	325	355794.855	8272679.823
326	355796.074	8272667.330	326	355796.237	8272667.392
327	355813.164	8272707.625	327	355813.340	8272707.717
328	355817.762	8272707.937	328	355817.941	8272708.030
329	355828.209	8272708.648	329	355828.396	8272708.741
330	355835.330	8272709.134	330	355835.523	8272709.227
331	355843.179	8272709.667	331	355843.378	8272709.761
332	355853.012	8272710.337	332	355853.218	8272710.431
333	355858.186	8272710.688	333	355858.396	8272710.783



Coordenadas utm modo RTK IMU (inclinado)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK		
Nro	ESTE (m)	NORTE (m)	Nro	ESTE (m)	NORTE (m)
334	355871.381	8272711.587	334	355871.601	8272711.682
335	355871.023	8272694.190	335	355871.243	8272694.272
336	355700.759	8272572.131	336	355700.850	8272572.121
337	355696.593	8272630.961	337	355696.681	8272630.996
338	355671.965	8272632.258	338	355672.035	8272632.294
339	355679.051	8272566.096	339	355679.126	8272566.082
340	355636.749	8272564.210	340	355636.792	8272564.194
341	355671.965	8272632.258	341	355672.035	8272632.294
342	355630.686	8272627.989	342	355630.725	8272628.021
343	355618.749	8272561.822	343	355618.779	8272561.805
344	355748.599	8272635.036	344	355748.726	8272635.074
345	355576.468	8272565.126	345	355576.466	8272565.111
346	355577.566	8272562.897	346	355577.565	8272562.880
347	355581.782	8272560.523	347	355581.784	8272560.505
348	355624.404	8272568.494	348	355624.438	8272568.482
349	355618.982	8272624.491	349	355619.012	8272624.521
350	355617.689	8272626.327	350	355617.718	8272626.358
351	355613.559	8272628.179	351	355613.585	8272628.212
352	355576.795	8272624.684	352	355576.793	8272624.714
353	355573.240	8272622.729	353	355573.236	8272622.757
354	355572.229	8272620.355	354	355572.224	8272620.382
355	355623.220	8272563.918	355	355623.253	8272563.902
356	355753.204	8272576.175	356	355753.335	8272576.168
357	355570.246	8272549.395	357	355570.239	8272549.368
358	355571.333	8272534.213	358	355571.327	8272534.175
359	355551.898	8272548.917	359	355551.878	8272548.890
360	355552.394	8272539.358	360	355552.374	8272539.324
361	355557.009	8272539.598	361	355556.992	8272539.564
362	355557.325	8272533.487	362	355557.309	8272533.448
363	355523.582	8272548.181	363	355523.540	8272548.153
364	355525.158	8272523.420	364	355525.117	8272523.374
365	355539.738	8272524.113	365	355539.708	8272524.067
366	355538.575	8272548.571	366	355538.545	8272548.544
367	355579.940	8272413.452	367	355579.941	8272413.323
368	355532.275	8272411.530	368	355532.240	8272411.400
369	355534.916	8272409.196	369	355534.883	8272409.064
370	355579.795	8272416.081	370	355579.795	8272415.954

3.7.6. Levantamiento topográfico con GPS diferencial modo RTK

Obtenidas las coordenadas ajustadas del punto de control tipo orden C (PUN07142) se inicia con la configuración e instalación del equipo sobre el punto control, asimismo se configura el rover para la conexión entre ambos equipos mediante el UHF interno que nos permite alcanzar a una distancia de 5km. El levantamiento en algunos vértices de lotes se realizó en las columnas del techo esto con el fin de obtener mayor precisión al momento de su lectura, ya que en los lotes con voladuras el equipo detecta un margen de error no permisible por lo que se optó hacer los levantamientos en las columnas de los techos.

Figura 17

Levantamiento modo RTK de vértices lotes.



Nota: La figura muestra diferentes puntos de levantamiento en modo RTK.

Las coordenadas obtenidas con el levantamiento modo RTK con equipo GNSS I90 IMU RTK, con los resultados se realiza la conversión de coordenadas UTM a coordenadas locales topográficas para obtener distancias verdaderas. En un set de coordenadas en el sistema de proyección UTM, se debe seleccionar un punto de control que será empleado como origen del sistema que en nuestro caso



será el PUN07142. Los valores de coordenadas de este punto "origen" serán iguales tanto en UTM como en Topográficas. Este plano obtenido se denomina Plano Topográfico Local (PTL). Para establecer una base de levantamiento, se debe emplear solo los dos puntos que conforman la base, se convierte solo la orientación. El origen del sistema siempre debe tener coordenadas UTM Verificar que el sistema de referencia sea el WGS84, así como la zona seleccionada sea la 19 que es el ámbito del proyecto.

Tabla 6

Coordenadas RTK UTM y topográficas

Coordenadas utm modo RTK (v)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK (v)		
Nro	Este (m)	Norte (m)	Nro	Este (m)	Norte (m)
PUN07142	8272584.925	355579.123	PUN07142	8272584.925	355579.123
1	8272549.335	355578.049	1	355578.048	8272549.309
2	8272539.753	355578.253	2	355578.253	8272539.719
3	8272527.779	355579.031	3	355579.030	8272527.736
4	8272517.840	355579.676	4	355579.676	8272517.790
5	8272516.958	355581.508	5	355581.510	8272516.907
6	8272505.726	355582.505	6	355582.508	8272505.667
7	8272493.873	355583.383	7	355583.386	8272493.805
8	8272481.759	355584.466	8	355584.470	8272481.681
9	8272481.710	355583.372	9	355583.375	8272481.632
10	8272457.164	355585.594	10	355585.598	8272457.068
11	8272443.503	355586.501	11	355586.507	8272443.397
12	8272424.123	355588.120	12	355588.126	8272424.002
13	8272415.203	355588.882	13	355588.889	8272415.076
14	8272415.957	355600.707	14	355600.723	8272415.830
15	8272416.825	355615.752	15	355615.780	8272416.699
16	8272417.390	355615.850	16	355615.878	8272417.264
17	8272417.884	355623.858	17	355623.892	8272417.759
18	8272418.279	355635.873	18	355635.916	8272418.154
19	8272419.337	355652.976	19	355653.032	8272419.212
20	8272568.008	355901.015	20	355901.257	8272567.995
21	8272420.087	355663.974	21	355664.038	8272419.963



Coordenadas utm modo RTK (v)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK (v)		
Nro	Este (m)	Norte (m)	Nro	Este (m)	Norte (m)
22	8272420.518	355673.470	22	355673.540	8272420.395
23	8272421.186	355690.368	23	355690.451	8272421.062
24	8272440.923	355688.752	24	355688.835	8272440.815
25	8272468.010	355686.759	25	355686.840	8272467.922
26	8272452.991	355688.147	26	355688.229	8272452.892
27	8272481.921	355686.422	27	355686.502	8272481.843
28	8272495.743	355685.796	28	355685.876	8272495.676
29	8272505.723	355685.283	29	355685.363	8272505.664
30	8272513.447	355684.904	30	355684.983	8272513.393
31	8272521.224	355684.425	31	355684.504	8272521.176
32	8272532.106	355690.959	32	355691.043	8272532.067
33	8272528.957	355684.152	33	355684.231	8272528.915
34	8272541.759	355684.084	34	355684.163	8272541.727
35	8272553.779	355683.649	35	355683.728	8272553.755
36	8272541.737	355683.709	36	355683.787	8272541.705
37	8272553.011	355667.558	37	355667.625	8272552.987
38	8272552.566	355660.801	38	355660.863	8272552.542
39	8272552.320	355655.206	39	355655.264	8272552.296
40	8272551.732	355643.943	40	355643.992	8272551.707
41	8272551.496	355638.729	41	355638.774	8272551.471
42	8272551.204	355630.419	42	355630.458	8272551.178
43	8272551.039	355625.834	43	355625.869	8272551.013
44	8272550.784	355617.006	44	355617.035	8272550.758
45	8272550.420	355608.767	45	355608.789	8272550.394
46	8272550.083	355596.056	46	355596.069	8272550.057
47	8272549.895	355589.947	47	355589.955	8272549.868
48	8272528.431	355591.935	48	355591.944	8272528.388
49	8272529.682	355610.191	49	355610.214	8272529.641
50	8272518.977	355610.925	50	355610.949	8272518.927
51	8272507.729	355611.698	51	355611.723	8272507.671
52	8272495.872	355612.512	52	355612.537	8272495.805
53	8272484.088	355613.321	53	355613.346	8272484.012
54	8272461.793	355622.754	54	355622.787	8272461.700
55	8272448.485	355623.089	55	355623.122	8272448.383
56	8272447.390	355615.062	56	355615.089	8272447.287
57	8272425.104	355599.857	57	355599.872	8272424.983
58	8272519.504	355633.508	58	355633.549	8272519.455
59	8272440.309	355643.035	59	355643.083	8272440.200
60	8272439.928	355633.657	60	355633.698	8272439.819
61	8272462.581	355642.129	61	355642.176	8272462.489



Coordenadas utm modo RTK (v)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK (v)		
Nro	Este (m)	Norte (m)	Nro	Este (m)	Norte (m)
62	8272466.188	355641.983	62	355642.030	8272466.098
63	8272467.032	355662.736	63	355662.799	8272466.944
64	8272452.331	355663.124	64	355663.188	8272452.231
65	8272440.256	355663.443	65	355663.506	8272440.147
66	8272440.506	355672.942	66	355673.013	8272440.397
67	8272502.821	355640.493	67	355640.539	8272502.759
68	8272493.787	355640.861	68	355640.907	8272493.718
69	8272479.606	355641.437	69	355641.484	8272479.527
70	8272506.374	355640.349	70	355640.395	8272506.315
71	8272505.785	355634.845	71	355634.887	8272505.726
72	8272519.504	355633.508	72	355633.549	8272519.455
73	8272527.848	355632.695	73	355632.735	8272527.805
74	8272539.494	355631.560	74	355631.600	8272539.460
75	8272539.854	355639.909	75	355639.955	8272539.820
76	8272540.078	355645.083	76	355645.133	8272540.044
77	8272540.534	355655.713	77	355655.771	8272540.500
78	8272540.775	355661.308	78	355661.369	8272540.742
79	8272541.065	355668.072	79	355668.138	8272541.032
80	8272554.073	355689.905	80	355689.988	8272554.050
81	8272532.079	355692.514	81	355692.599	8272532.039
82	8272510.661	355693.344	82	355693.429	8272510.605
83	8272489.951	355694.477	83	355694.564	8272489.880
84	8272485.402	355694.719	84	355694.806	8272485.328
85	8272479.240	355695.358	85	355695.446	8272479.161
86	8272469.256	355696.068	86	355696.156	8272469.169
87	8272465.937	355696.316	87	355696.404	8272465.847
88	8272465.933	355696.149	88	355696.237	8272465.843
89	8272461.730	355696.631	89	355696.719	8272461.637
90	8272454.353	355697.105	90	355697.193	8272454.255
91	8272440.066	355698.121	91	355698.210	8272439.957
92	8272421.627	355699.300	92	355699.390	8272421.504
93	8272422.289	355719.944	93	355720.049	8272422.166
94	8272425.387	355775.269	94	355775.416	8272425.267
95	8272507.806	355769.829	95	355769.972	8272507.748
96	8272513.793	355769.322	96	355769.465	8272513.739
97	8272525.833	355768.435	97	355768.578	8272525.789
98	8272547.932	355766.934	98	355767.075	8272547.904
99	8272557.768	355766.230	99	355766.371	8272557.747
100	8272557.166	355754.042	100	355754.174	8272557.145
101	8272556.848	355745.884	101	355746.009	8272556.826



Coordenadas utm modo RTK (v)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK (v)		
Nro	Este (m)	Norte (m)	Nro	Este (m)	Norte (m)
102	8272556.546	355740.025	102	355740.146	8272556.525
103	8272555.535	355723.380	103	355723.488	8272555.513
104	8272554.897	355711.873	104	355711.972	8272554.874
105	8272554.802	355705.274	105	355705.368	8272554.779
106	8272440.992	355718.989	106	355719.094	8272440.883
107	8272442.122	355733.134	107	355733.250	8272442.015
108	8272455.604	355731.827	108	355731.941	8272455.507
109	8272463.079	355731.103	109	355731.217	8272462.988
110	8272470.132	355730.419	110	355730.533	8272470.045
111	8272469.511	355706.077	111	355706.173	8272469.424
112	8272466.177	355706.209	112	355706.305	8272466.088
113	8272482.257	355729.210	113	355729.323	8272482.179
114	8272488.573	355728.632	114	355728.744	8272488.500
115	8272493.104	355728.208	115	355728.320	8272493.035
116	8272502.811	355727.251	116	355727.363	8272502.749
117	8272511.383	355725.904	117	355726.014	8272511.328
118	8272520.730	355724.435	118	355724.544	8272520.682
119	8272521.525	355731.286	119	355731.401	8272521.478
120	8272522.735	355741.725	120	355741.847	8272522.689
121	8272523.421	355747.629	121	355747.756	8272523.375
122	8272546.950	355746.403	122	355746.528	8272546.922
123	8272537.219	355740.999	123	355741.121	8272537.183
124	8272527.197	355730.757	124	355730.871	8272527.154
125	8272536.350	355725.913	125	355726.024	8272536.313
126	8272527.197	355713.904	126	355714.006	8272527.153
127	8272532.024	355705.175	127	355705.270	8272531.984
128	8272557.813	355774.812	128	355774.959	8272557.793
129	8272555.853	355773.341	129	355773.487	8272555.831
130	8272532.880	355775.343	130	355775.491	8272532.841
131	8272506.493	355777.642	131	355777.792	8272506.434
132	8272480.135	355779.938	132	355780.089	8272480.057
133	8272464.334	355781.314	133	355781.466	8272464.244
134	8272424.364	355784.795	134	355784.949	8272424.243
135	8272428.821	355856.426	135	355856.634	8272428.704
136	8272654.670	355881.254	136	355881.482	8272654.723
137	8272431.298	355896.222	137	355896.460	8272431.183
138	8272458.971	355895.532	138	355895.770	8272458.876
139	8272485.303	355894.876	139	355895.113	8272485.228
140	8272523.295	355893.930	140	355894.167	8272523.248
141	8272559.510	355893.026	141	355893.262	8272559.491



Coordenadas utm modo RTK (v)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK (v)		
Nro	Este (m)	Norte (m)	Nro	Este (m)	Norte (m)
142	8272560.742	355891.919	142	355892.155	8272560.724
143	8272559.840	355855.821	143	355856.029	8272559.821
144	8272559.489	355841.800	144	355841.998	8272559.469
145	8272558.148	355788.141	145	355788.298	8272558.128
146	8272532.700	355790.179	146	355790.338	8272532.661
147	8272532.076	355841.468	147	355841.665	8272532.036
148	8272531.905	355855.482	148	355855.690	8272531.865
149	8272522.748	355855.371	149	355855.579	8272522.701
150	8272510.780	355855.018	150	355855.225	8272510.724
151	8272484.292	355854.235	151	355854.442	8272484.216
152	8272482.232	355854.263	152	355854.470	8272482.155
153	8272467.124	355854.467	153	355854.674	8272467.036
154	8272457.950	355854.522	154	355854.729	8272457.854
155	8272564.212	355771.953	155	355772.098	8272564.197
156	8272565.641	355814.776	156	355814.953	8272565.626
157	8272568.192	355891.356	157	355891.591	8272568.180
158	8272569.741	355892.882	158	355893.118	8272569.730
159	8272589.082	355891.942	159	355892.178	8272589.085
160	8272612.934	355890.778	160	355891.012	8272612.955
161	8272649.905	355887.161	161	355887.392	8272649.954
162	8272651.801	355886.238	162	355886.469	8272651.852
163	8272654.138	355883.788	163	355884.017	8272654.190
164	8272654.670	355881.254	164	355881.482	8272654.722
165	8272652.278	355857.121	165	355857.330	8272652.329
166	8272651.110	355854.689	166	355854.896	8272651.160
167	8272646.478	355852.377	167	355852.583	8272646.524
168	8272646.534	355848.581	168	355848.784	8272646.581
169	8272646.557	355847.010	169	355847.212	8272646.604
170	8272652.275	355846.521	170	355846.722	8272652.326
171	8272653.638	355845.027	171	355845.227	8272653.690
172	8272650.188	355806.645	172	355806.816	8272650.237
173	8272650.791	355806.633	173	355806.804	8272650.840
174	8272650.644	355804.810	174	355804.979	8272650.693
175	8272648.653	355780.109	175	355780.260	8272648.700
176	8272648.159	355780.144	176	355780.296	8272648.206
177	8272647.068	355766.217	177	355766.358	8272647.115
178	8272631.541	355767.292	178	355767.433	8272631.576
179	8272618.820	355768.173	179	355768.315	8272618.846
180	8272603.260	355769.250	180	355769.393	8272603.274
181	8272596.356	355769.728	181	355769.871	8272596.365



Coordenadas utm modo RTK (v)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK (v)		
Nro	Este (m)	Norte (m)	Nro	Este (m)	Norte (m)
182	8272582.202	355770.708	182	355770.852	8272582.200
183	8272581.026	355814.124	183	355814.301	8272581.023
184	8272582.571	355814.059	184	355814.236	8272582.570
185	8272582.425	355797.025	185	355797.189	8272582.424
186	8272598.205	355796.434	186	355796.597	8272598.215
187	8272605.280	355796.160	187	355796.323	8272605.295
188	8272621.911	355842.951	188	355843.149	8272621.939
189	8272630.841	355842.581	189	355842.780	8272630.876
190	8272630.773	355849.872	190	355850.076	8272630.808
191	8272631.185	355805.694	191	355805.864	8272631.220
192	8272629.874	355563.889	192	355563.878	8272629.908
193	8272628.878	355552.142	193	355552.122	8272628.911
194	8272625.903	355517.022	194	355516.975	8272625.933
195	8272582.536	355520.222	195	355520.178	8272582.534
196	8272573.900	355520.859	196	355520.815	8272573.892
197	8272554.910	355522.261	197	355522.218	8272554.888
198	8272554.389	355523.391	198	355523.349	8272554.366
199	8272555.146	355549.579	199	355549.557	8272555.123
200	8272556.038	355569.338	200	355569.331	8272556.017
201	8272574.620	355568.114	201	355568.106	8272574.612
202	8272584.424	355567.364	202	355567.356	8272584.424
203	8272599.072	355566.244	203	355566.234	8272599.083
204	8272564.469	355548.341	204	355548.317	8272564.453
205	8272574.308	355547.701	205	355547.677	8272574.300
206	8272583.608	355547.097	206	355547.073	8272583.607
207	8272583.774	355551.249	207	355551.228	8272583.774
208	8272598.137	355550.676	208	355550.654	8272598.147
209	8272598.392	355554.923	209	355554.904	8272598.402
210	8272638.567	355563.099	210	355563.087	8272638.608
211	8272636.695	355561.651	211	355561.638	8272636.734
212	8272635.030	355542.525	212	355542.497	8272635.068
213	8272632.905	355518.100	213	355518.054	8272632.941
214	8272699.486	355512.315	214	355512.264	8272699.573
215	8272650.813	355516.542	215	355516.495	8272650.863
216	8272703.711	355536.427	216	355536.395	8272703.800
217	8272707.477	355557.930	217	355557.914	8272707.569
218	8272672.150	355560.580	218	355560.566	8272672.215
219	8272670.483	355539.377	219	355539.347	8272670.547
220	8272652.979	355540.932	220	355540.903	8272653.030
221	8272637.538	355569.279	221	355569.271	8272637.578



Coordenadas utm modo RTK (v)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK (v)		
Nro	Este (m)	Norte (m)	Nro	Este (m)	Norte (m)
222	8272638.753	355582.831	222	355582.834	8272638.794
223	8272639.607	355592.363	223	355592.373	8272639.648
224	8272640.367	355600.849	224	355600.865	8272640.409
225	8272639.464	355607.132	225	355607.153	8272639.505
226	8272642.249	355621.856	226	355621.888	8272642.292
227	8272644.414	355646.020	227	355646.070	8272644.459
228	8272646.968	355674.433	228	355674.505	8272647.014
229	8272674.702	355671.251	229	355671.321	8272674.769
230	8272698.289	355668.547	230	355668.614	8272698.374
231	8272723.781	355665.623	231	355665.688	8272723.886
232	8272725.045	355664.002	232	355664.066	8272725.150
233	8272721.049	355639.877	233	355639.923	8272721.151
234	8272715.909	355608.855	234	355608.877	8272716.008
235	8272712.379	355587.544	235	355587.550	8272712.475
236	8272708.538	355564.261	236	355564.250	8272708.631
237	8272710.468	355576.014	237	355576.012	8272710.563
238	8272699.307	355564.903	238	355564.892	8272699.393
239	8272699.362	355565.346	239	355565.335	8272699.448
240	8272673.216	355567.009	240	355567.000	8272673.282
241	8272669.693	355565.940	241	355565.930	8272669.756
242	8272675.007	355579.072	242	355579.072	8272675.075
243	8272676.386	355588.356	243	355588.363	8272676.455
244	8272682.552	355587.684	244	355587.690	8272682.626
245	8272682.918	355591.039	245	355591.048	8272682.992
246	8272683.553	355596.871	246	355596.884	8272683.627
247	8272684.837	355610.506	247	355610.530	8272684.912
248	8272685.325	355615.691	248	355615.719	8272685.401
249	8272676.779	355616.719	249	355616.747	8272676.848
250	8272676.969	355619.191	250	355619.221	8272677.038
251	8272678.747	355643.268	251	355643.316	8272678.818
252	8272672.285	355643.786	252	355643.835	8272672.351
253	8272694.867	355641.976	253	355642.023	8272694.949
254	8272726.893	355674.180	254	355674.252	8272727.000
255	8272717.610	355675.144	255	355675.216	8272717.710
256	8272710.683	355675.864	256	355675.937	8272710.778
257	8272701.530	355676.815	257	355676.888	8272701.618
258	8272688.340	355678.184	258	355678.259	8272688.418
259	8272673.748	355679.700	259	355679.776	8272673.815
260	8272647.572	355682.420	260	355682.498	8272647.619
261	8272650.253	355717.182	261	355717.285	8272650.302



Coordenadas utm modo RTK (v)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK (v)		
Nro	Este (m)	Norte (m)	Nro	Este (m)	Norte (m)
262	8272651.298	355730.708	262	355730.822	8272651.348
263	8272651.923	355738.802	263	355738.922	8272651.974
264	8272652.577	355747.267	264	355747.394	8272652.628
265	8272652.994	355752.655	265	355752.786	8272653.045
266	8272653.493	355759.116	266	355759.252	8272653.544
267	8272665.075	355758.360	267	355758.495	8272665.135
268	8272675.097	355757.705	268	355757.840	8272675.165
269	8272684.058	355757.120	269	355757.254	8272684.133
270	8272692.874	355756.545	270	355756.679	8272692.955
271	8272717.589	355754.931	271	355755.063	8272717.689
272	8272738.572	355753.561	272	355753.692	8272738.688
273	8272740.061	355751.638	273	355751.767	8272740.177
274	8272735.492	355722.262	274	355722.370	8272735.605
275	8272734.289	355714.523	275	355714.625	8272734.401
276	8272733.497	355714.669	276	355714.771	8272733.609
277	8272731.873	355704.723	277	355704.818	8272731.984
278	8272676.485	355715.155	278	355715.257	8272676.554
279	8272689.268	355714.168	279	355714.270	8272689.347
280	8272692.052	355713.927	280	355714.029	8272692.133
281	8272690.126	355724.088	281	355724.197	8272690.205
282	8272689.865	355724.098	282	355724.207	8272689.944
283	8272690.328	355729.090	283	355729.203	8272690.407
284	8272691.011	355736.457	284	355736.576	8272691.091
285	8272682.758	355737.222	285	355737.341	8272682.831
286	8272674.381	355746.749	286	355746.875	8272674.449
287	8272664.682	355751.752	287	355751.882	8272664.742
288	8272716.785	355736.814	288	355736.932	8272716.884
289	8272713.824	355736.934	289	355737.052	8272713.921
290	8272713.270	355723.156	290	355723.264	8272713.367
291	8272706.013	355723.449	291	355723.557	8272706.104
292	8272704.698	355709.765	292	355709.863	8272704.788
293	8272722.678	355706.223	293	355706.319	8272722.782
294	8272716.305	355707.263	294	355707.359	8272716.403
295	8272742.234	355761.337	295	355761.474	8272742.352
296	8272740.586	355759.982	296	355760.118	8272740.704
297	8272728.881	355760.779	297	355760.916	8272728.989
298	8272714.142	355761.783	298	355761.920	8272714.239
299	8272704.161	355762.463	299	355762.601	8272704.250
300	8272677.629	355764.270	300	355764.409	8272677.698
301	8272665.036	355765.127	301	355765.267	8272665.096



Coordenadas utm modo RTK (v)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK (v)		
Nro	Este (m)	Norte (m)	Nro	Este (m)	Norte (m)
302	8272655.469	355765.779	302	355765.920	8272655.522
303	8272654.107	355767.556	303	355767.698	8272654.159
304	8272656.906	355797.220	304	355797.384	8272656.960
305	8272658.542	355814.562	305	355814.739	8272658.598
306	8272659.980	355829.804	306	355829.992	8272660.036
307	8272661.469	355845.591	307	355845.791	8272661.527
308	8272662.818	355859.884	308	355860.095	8272662.876
309	8272663.979	355872.188	309	355872.408	8272664.038
310	8272665.505	355888.372	310	355888.604	8272665.566
311	8272666.945	355889.692	311	355889.926	8272667.007
312	8272694.305	355889.506	312	355889.740	8272694.387
313	8272712.803	355889.379	313	355889.612	8272712.899
314	8272761.663	355889.047	314	355889.280	8272761.796
315	8272759.143	355872.480	315	355872.700	8272759.274
316	8272756.238	355853.381	316	355853.587	8272756.367
317	8272753.487	355835.307	317	355835.499	8272753.614
318	8272750.795	355817.607	318	355817.786	8272750.919
319	8272746.813	355791.436	319	355791.595	8272746.935
320	8272732.939	355793.173	320	355793.334	8272733.051
321	8272718.304	355795.006	321	355795.168	8272718.405
322	8272706.478	355796.487	322	355796.650	8272706.569
323	8272706.031	355789.917	323	355790.075	8272706.122
324	8272679.546	355792.416	324	355792.576	8272679.617
325	8272679.739	355794.675	325	355794.837	8272679.810
326	8272667.317	355796.057	326	355796.220	8272667.379
327	8272707.612	355813.145	327	355813.321	8272707.705
328	8272707.926	355817.742	328	355817.922	8272708.018
329	8272708.636	355828.189	329	355828.377	8272708.729
330	8272709.122	355835.311	330	355835.504	8272709.216
331	8272709.656	355843.160	331	355843.359	8272709.750
332	8272710.326	355852.993	332	355853.199	8272710.420
333	8272710.678	355858.167	333	355858.377	8272710.772
334	8272711.576	355871.362	334	355871.581	8272711.672
335	8272694.176	355871.005	335	355871.225	8272694.259
336	8272572.113	355700.746	336	355700.837	8272572.103
337	8272630.944	355696.578	337	355696.667	8272630.978
338	8272632.233	355671.951	338	355672.020	8272632.268
339	8272566.070	355679.038	339	355679.113	8272566.056
340	8272564.184	355636.736	340	355636.779	8272564.168
341	8272632.233	355671.951	341	355672.020	8272632.268



Coordenadas utm modo RTK (v)			Conversión de coordenadas UTM a topográficas modo RTK (v)		
Nro	Este (m)	Norte (m)	Nro	Este (m)	Norte (m)
342	8272627.963	355630.672	342	355630.711	8272627.995
343	8272561.800	355618.737	343	355618.767	8272561.783
344	8272635.021	355748.584	344	355748.711	8272635.059
345	8272565.103	355576.455	345	355576.453	8272565.088
346	8272562.874	355577.554	346	355577.553	8272562.857
347	8272560.501	355581.770	347	355581.772	8272560.482
348	8272568.471	355624.391	348	355624.425	8272568.459
349	8272624.468	355618.968	349	355618.998	8272624.498
350	8272626.304	355617.675	350	355617.704	8272626.335
351	8272628.157	355613.545	351	355613.571	8272628.189
352	8272624.661	355576.781	352	355576.779	8272624.691
353	8272622.706	355573.226	353	355573.222	8272622.734
354	8272620.332	355572.215	354	355572.210	8272620.359
355	8272563.895	355623.207	355	355623.241	8272563.879
356	8272576.160	355753.191	356	355753.322	8272576.153
357	8272549.375	355570.235	357	355570.228	8272549.348
358	8272534.193	355571.323	358	355571.317	8272534.155
359	8272548.896	355551.888	359	355551.867	8272548.869
360	8272539.337	355552.384	360	355552.364	8272539.303
361	8272539.577	355556.998	361	355556.982	8272539.543
362	8272533.465	355557.315	362	355557.299	8272533.427
363	8272548.159	355523.571	363	355523.529	8272548.131
364	8272523.398	355525.148	364	355525.108	8272523.352
365	8272524.090	355539.728	365	355539.699	8272524.045
366	8272548.549	355538.565	366	355538.534	8272548.521
367	8272413.428	355579.935	367	355579.936	8272413.299
368	8272411.509	355532.270	368	355532.235	8272411.378
369	8272409.175	355534.911	369	355534.878	8272409.043
370	8272416.060	355579.789	370	355579.790	8272415.933

Nota: la tabla muestra los resultados obtenidos en campo del levantamiento topográfico catastral en modo RTK(v) y la conversión de coordenadas UTM a Topográficas.

3.7.7. Levantamiento topográfico con estación total

3.7.7.1. Poligonal cerrada

Se toma el punto de control tipo orden C (PUN07142) para realizar nuestra poligonal cerrada. Para formar nuestra poligonal cerrada se



consideraron 12 puntos de control los cuales se encontraban distribuidos dentro del ámbito de estudio.

Figura 18

Ubicación de la poligonal topográfica.



Nota: en la figura se muestra el área de intervención del polígono.

Tabla 7

Planilla de datos obtenidos en campo.

POLIGONAL CERRADA 01 (BM-01 - BM-01)														
CLIENTE:											N° DE REGISTRO			
ESTRUCTURA:											FECHA:31-03-2022			
N° PLANO DE REFERENCIA:											UBICACIÓN: CABANILLA - LAMI			
PRODUCTO ENTREGABLE:														
Ítem	Lectura Atrás			Estación		Lectura Adelante			Serie	Lecturas		Ángulo Horizontal		
	Punto	Alt.	Longitud	Punto	Alt.	Punto	Alt.	Longitud		Directa	Invertida	G	M	S
1	BM-02		108.298	BM-01		P-01		34.875	1	Directa		193	13	41
										Invertida		13	13	41
			108.298					34.874	2	Directa		193	13	40
										Invertida		13	13	42
			108.298					34.875	3	Directa		193	13	41
		<i>Promedi</i>	108.298					<i>Promedi</i> 34.875			<i>Promedio</i>	193	13	41.0000
2	P-11		53.141	BM-01		P-01		34.875	1	Directa		194	33	17
										Invertida		14	33	17
			53.142					34.874	2	Directa		194	33	15
										Invertida		14	33	17
			53.142					34.875	3	Directa		194	33	18
										Invertida		14	33	16
		<i>Promedi</i>	53.14166667					<i>Promedi</i> 34.875			<i>Promedio</i>	194	33	16.6667
3	BM-01		34.874	P-01		P-02		136.211	1	Directa		175	28	18
								136.210		Invertida		355	28	18
			34.874					136.210	2	Directa		175	28	17
								136.211		Invertida		355	28	17
			34.875					136.211	3	Directa		175	28	18
								136.211		Invertida		355	28	19
			34.875					136.210	4	Directa		175	28	18
								136.210		Invertida		355	28	19
									5	Directa		175	28	18
								136.211		Invertida		355	28	18
		<i>Promedi</i>	34.8745					<i>Promedi</i> 136.211			<i>Promedio</i>	175	28	18.0000
4	P-01		136.210	P-02		P-03		110.249	1	Directa		90	53	14
								110.248		Invertida		270	53	17
			136.211					110.249	2	Directa		90	53	18
								110.248		Invertida		270	53	18
			136.211					110.249	3	Directa		90	53	17
										Invertida		270	53	18
			136.210						4	Directa		90	53	18
										Invertida		270	53	20
		<i>Promedi</i>	136.2105					<i>Promedi</i> 110.249			<i>Promedio</i>	90	53	17.5000
5	P-02		110.248	P-03		P-04		123.321	1	Directa		177	38	49
								123.322		Invertida		357	38	49
			110.248					123.321	2	Directa		177	38	48
								123.322		Invertida		357	38	47
			110.249					123.321	3	Directa		177	38	49
								123.321		Invertida		357	38	50
		<i>Promedi</i>	110.249					<i>Promedi</i> 123.321			<i>Promedio</i>	177	38	48.6667
6	P-03		123.321	P-04		P-05		88.993	1	Directa		176	0	37



							88.992			Invertida	356	0	37
		123.322					88.993	2	Directa		176	0	36
							88.992			Invertida	356	0	36
		123.321					88.993	2	Directa		176	0	37
							88.992			Invertida	356	0	36
		123.322					88.993	3	Directa		176	0	37
										Invertida	356	0	37
		<i>Promedi</i>	123.322				<i>Promedi</i>	88.993		<i>Promedio</i>	176	0	36.6250
7	P-04		88.992	P-05	P-06		224.597	1	Directa		96	7	45
							224.597			Invertida	276	7	46
			88.993				224.596	2	Directa		96	7	47
							224.597			Invertida	276	7	45
			88.993				224.597	3	Directa		96	7	46
							224.596			Invertida	276	7	47
		<i>Promedi</i>	88.99266667				<i>Promedi</i>	224.597		<i>Promedio</i>	96	7	46.0000
8	P-05		224.596	P-06	P-07		133.415	1	Directa		89	2	24
							133.414			Invertida	269	2	26
			224.595				133.414	2	Directa		89	2	25
							133.415			Invertida	269	2	26
			224.596				133.415	3	Directa		89	2	24
										Invertida	269	2	25
		<i>Promedi</i>	224.5956667				<i>Promedi</i>	133.415		<i>Promedio</i>	89	2	25.0000
9	P-06		133.414	P-07	P-08		100.485	1	Directa		263	51	52
							100.484			Invertida	83	51	52
			133.415				100.484	2	Directa		263	51	51
							100.485			Invertida	83	51	52
			133.415				100.485	3	Directa		263	51	50
							100.485			Invertida	83	51	53
		<i>Promedi</i>	133.4146667				<i>Promedi</i>	100.485		<i>Promedio</i>	263	51	51.6667
10	P-07		100.485	P-08	P-09		94.571	1	Directa		81	59	40
							94.572			Invertida	269	59	41
			100.484				94.571	2	Directa		81	59	40
							94.571			Invertida	269	59	40
			100.485				94.571	3	Directa		81	59	41
							94.571			Invertida	269	59	40
		<i>Promedi</i>	100.4846667				<i>Promedi</i>	94.571		<i>Promedio</i>	81	59	40.3333
11	P-08		94.570	P-09	P-010		98.724	1	Directa		191	30	59
							98.724			Invertida	11	30	58
			94.571				98.725	2	Directa		191	30	59
							98.724			Invertida	11	30	59
			94.572				98.724	3	Directa		191	30	58
							98.725			Invertida	11	30	59
		<i>Promedi</i>	94.571				<i>Promedi</i>	98.724		<i>Promedio</i>	191	30	58.6667
12	P-09		98.725	P-10	P-11		81.870	1	Directa		90	23	38
							81.871			Invertida	270	23	38
			98.724				81.870	2	Directa		90	23	37
							81.870			Invertida	270	23	38
			98.724				81.870	3	Directa		90	23	37
							81.870			Invertida	270	23	37
		<i>Promedi</i>	98.72433333				<i>Promedi</i>	81.870		<i>Promedio</i>	90	23	37.5000
13	P-10		81.871	P-11	BM-		53.142	1	Directa		172	29	45
							53.142			Invertida	352	29	45
			81.870				53.141	2	Directa		172	29	46
							53.141			Invertida	352	29	44
			81.870				53.142	3	Directa		172	29	45
							53.142			Invertida	352	29	45
		<i>Promedi</i>	81.87033333				<i>Promedi</i>	53.142		<i>Promedio</i>	172	29	45.0000

Nota: en la figura se muestra los datos de ángulos y distancias obtenidos en cada lectura de cada vértice.

Tabla 8

Ajuste de poligonal cerrada.

CALCULO DE POLIGONAL CERRADA															
LUBICACION:		CABANILLA - LAMPA						FECHA:		1/04/2022					
LEVANTADO POR:															
CALCULADO POR:															
PUNTO		ORIGEN DE COORDENADAS													
AZIMUT		A-B		183 9 57		PUNTO A:		X Y		355579.12 8272584.93					
PUNTO	ANGULO HORIZONTAL				DIST. (m)	ANG. CORR.	AZIMUT RADS	COORDENADAS PARCIALES			COOR. CORREGIDAS		COORDENADAS ABSOLUTAS		
	GRAD.	MINI.	SEG.	RADS.				PN	PE	Y	X	PN	PE	NORTE	ESTE
PUN07143							183.166	Y=LCOS[Z]	X=LSENO[Z]						
P-01	194	33	17	194.555	34.875	194.554	178.637	-34.822	-1.926	0.000	0.000	-34.82	-1.926	8272550.103	355577.197
P-02	175	28	18	175.472	136.211	175.471	89.525	-136.172	3.240	0.001	0.000	-136.17	3.240	8272413.932	355580.437
P-03	90	53	18	90.888	110.249	90.888	87.171	0.915	110.245	0.001	0.000	0.92	110.245	8272414.847	355690.682
P-04	177	38	49	177.647	123.321	177.646	83.181	6.086	123.171	0.001	0.000	6.09	123.171	8272420.934	355813.852
P-05	176	0	37	176.010	88.993	176.010	359.310	10.567	88.363	0.001	0.000	10.57	88.363	8272431.502	355902.216
P-06	96	7	46	96.129	224.597	96.129	268.349	224.581	-2.706	0.002	0.000	224.58	-2.706	8272656.084	355899.510
P-07	89	2	25	89.040	133.415	89.040	352.213	-3.843	-133.360	0.001	0.000	-3.84	-133.360	8272652.242	355766.150
P-08	263	51	52	263.864	100.485	263.864	254.207	99.558	-13.614	0.001	0.000	99.56	-13.614	8272751.801	355752.535
P-09	81	59	40	81.994	94.571	81.994	265.723	-25.738	-91.001	0.001	0.000	-25.74	-91.001	8272726.064	355661.534
P-10	191	30	59	191.516	98.724	191.516	176.116	-7.363	-98.449	0.001	0.000	-7.36	-98.449	8272718.702	355563.085
P-11	90	23	38	90.394	81.870	90.393	168.612	-81.682	5.545	0.001	0.000	-81.68	5.545	8272637.020	355568.630
PUN07143	172	29	45	172.496	53.142	172.495	183.166	-52.096	10.493	0.000	0.000	-52.10	10.493	8272584.925	355579.123
Σ							1800.007	1280.453	1800.000	-0.009	0.002	0.000	0.000		
GRAD.		MINI.		SEG.		Ea=		Et=		Er=					
183		9		57		0.007		0.009		0.000					
12								194861.090							
8272584.93								0.000							
355579.12						Ca=									
						-0.003									

Nota: la tabla muestra la compensación de la poligonal topográfico.

3.7.7.1.1. Resultado del ajuste de la poligonal cerrada

Tabla 9

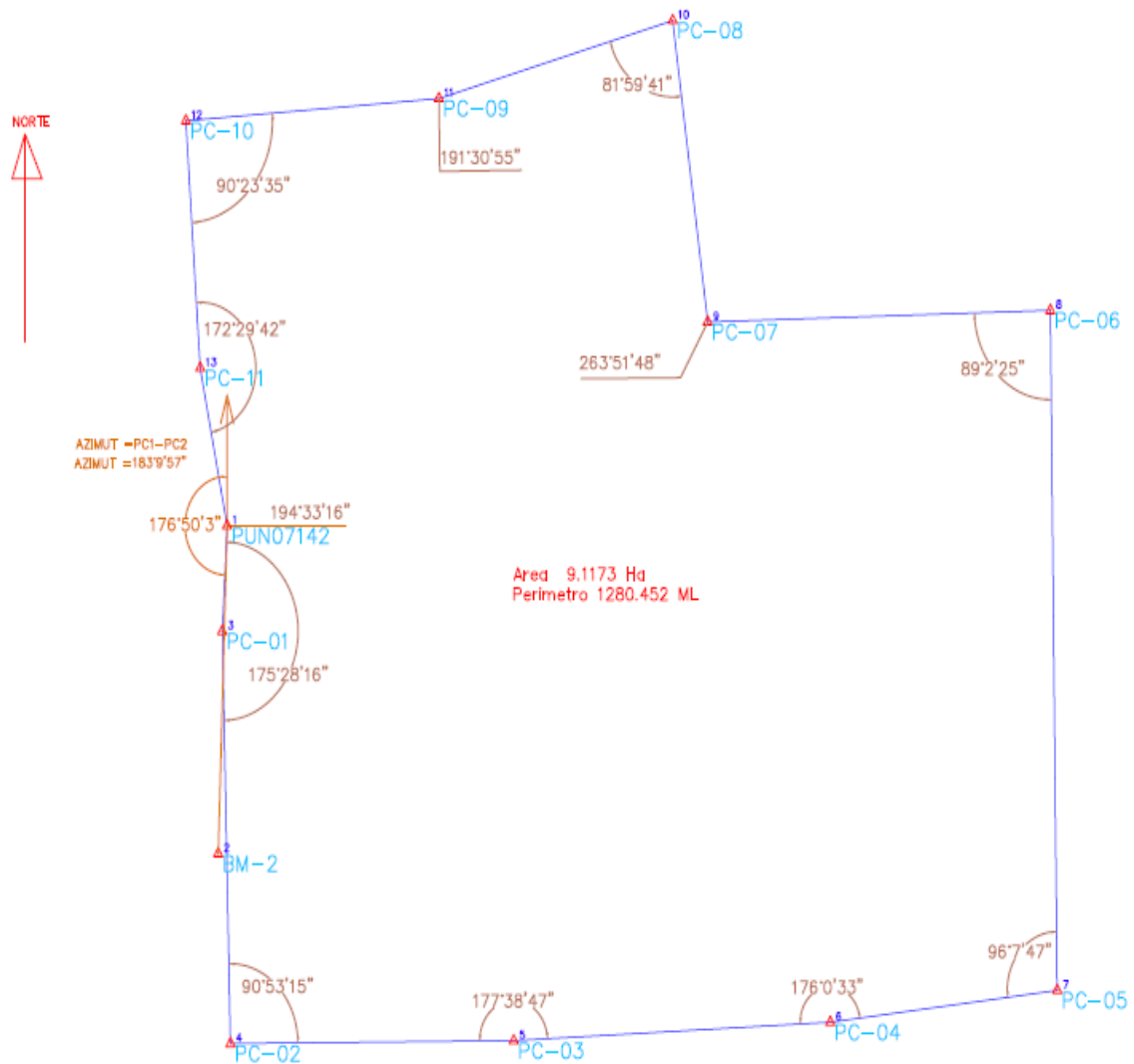
Resultados del ajuste de la poligonal topográfico

Coordenadas compensadas		
Estación	Norte (m)	Este (m)
	Y	X
PUN07142	8272584.925	355579.123
P-01	8272550.103	355577.1969
P-02	8272413.932	355580.4369
P-03	8272414.847	355690.6819
P-04	8272420.934	355813.8524
P-05	8272431.502	355902.2157
P-06	8272656.084	355899.5096
P-07	8272652.242	355766.1498
P-08	8272751.801	355752.5354
P-09	8272726.064	355661.5341
P-10	8272718.702	355563.0849
P-11	8272637.02	355568.6298

Nota: la tabla muestra las coordenadas ajustadas de la poligonal topográfico.

Figura 19

Comprobación de distancias con estación total.



Nota: en la figura se muestra la poligonal con ángulos internos compensados.

3.7.7.2. Levantamiento topográfico de lotes y manzanas con estación total

Una vez realizada la poligonal topográfica y debidamente ajustada se procede a realizar el levantamiento o toma de datos de vértices de lotes y manzanas.

Figura 20

Levantamiento de vértices lotes y manzanas.



Nota. Levantamiento de lotes y manzanas haciendo uso de la estación total.

Tabla 10

Coordenadas del levantamiento topográfico con estación total.

Coordenadas estación total					
Nro.	Este (m)	Norte (m)	Nro.	Este (m)	Norte (m)
1	355578.074	8272549.310	186	355796.590	8272598.206
2	355578.228	8272539.702	187	355796.317	8272605.286
3	355579.008	8272527.719	188	355843.115	8272621.928
4	355579.651	8272517.812	189	355842.773	8272630.848
5	355581.487	8272516.930	190	355850.069	8272630.799
6	355582.484	8272505.649	191	355805.858	8272631.211
7	355583.361	8272493.826	192	355563.871	8272629.909
8	355584.445	8272481.703	193	355552.088	8272628.912
9	355583.332	8272481.654	194	355516.948	8272625.936
10	355585.554	8272457.089	195	355520.166	8272582.534
11	355586.462	8272443.418	196	355520.806	8272573.892
12	355588.081	8272424.023	197	355522.207	8272554.889
13	355588.859	8272415.097	198	355523.338	8272554.373
14	355600.677	8272415.850	199	355549.526	8272555.126
15	355615.750	8272416.711	200	355569.353	8272556.022
16	355615.832	8272417.277	201	355568.076	8272574.614
17	355623.862	8272417.779	202	355567.347	8272584.422
18	355635.887	8272418.160	203	355566.223	8272599.082
19	355653.003	8272419.225	204	355548.288	8272564.457
20	355901.237	8272567.994	205	355547.648	8272574.303
21	355664.010	8272419.966	206	355547.045	8272583.612
22	355673.513	8272420.397	207	355551.200	8272583.776
23	355690.423	8272421.072	208	355550.627	8272598.130



Coordenadas estación total					
Nro.	Este (m)	Norte (m)	Nro.	Este (m)	Norte (m)
24	355688.807	8272440.822	209	355554.878	8272598.403
25	355686.797	8272467.932	210	355563.079	8272638.588
26	355688.203	8272452.902	211	355561.632	8272636.715
27	355686.460	8272481.854	212	355542.471	8272635.050
28	355685.850	8272495.691	213	355518.026	8272632.942
29	355685.320	8272505.671	214	355512.261	8272699.552
30	355684.941	8272513.400	215	355516.468	8272650.845
31	355684.478	8272521.193	216	355536.372	8272703.778
32	355691.018	8272532.077	217	355557.887	8272707.577
33	355684.207	8272528.927	218	355560.559	8272672.213
34	355684.140	8272541.736	219	355539.340	8272670.545
35	355683.707	8272553.768	220	355540.894	8272653.027
36	355683.761	8272541.711	221	355569.262	8272637.561
37	355667.599	8272552.994	222	355582.825	8272638.793
38	355660.837	8272552.559	223	355592.365	8272639.650
39	355655.238	8272552.298	224	355600.838	8272640.393
40	355643.970	8272551.712	225	355607.145	8272639.488
41	355638.748	8272551.481	226	355621.880	8272642.291
42	355630.436	8272551.194	227	355646.045	8272644.443
43	355625.847	8272551.027	228	355674.495	8272647.007
44	355617.011	8272550.769	229	355671.315	8272674.762
45	355608.767	8272550.401	230	355668.609	8272698.366
46	355596.030	8272550.068	231	355665.685	8272723.879
47	355590.015	8272549.869	232	355664.045	8272725.214
48	355591.904	8272528.398	233	355639.901	8272721.143
49	355610.174	8272529.656	234	355608.854	8272716.001
50	355610.921	8272518.943	235	355587.527	8272712.467
51	355611.682	8272507.677	236	355564.225	8272708.669
52	355612.495	8272495.825	237	355575.991	8272710.555
53	355613.305	8272484.026	238	355564.889	8272699.393
54	355622.783	8272461.709	239	355565.330	8272699.448
55	355623.117	8272448.392	240	355566.993	8272673.283
56	355615.084	8272447.301	241	355565.925	8272669.750
57	355599.840	8272424.998	242	355579.065	8272675.075
58	355633.547	8272519.463	243	355588.338	8272676.445
59	355643.037	8272440.219	244	355587.668	8272682.625
60	355633.653	8272439.838	245	355591.042	8272682.991
61	355642.172	8272462.506	246	355596.853	8272683.627
62	355641.988	8272466.101	247	355610.507	8272684.911
63	355662.794	8272466.950	248	355615.695	8272685.390
64	355663.159	8272452.243	249	355616.725	8272676.849
65	355663.500	8272440.148	250	355619.189	8272677.039



Coordenadas estación total					
Nro.	Este (m)	Norte (m)	Nro.	Este (m)	Norte (m)
66	355673.007	8272440.400	251	355643.293	8272678.813
67	355640.535	8272502.770	252	355643.830	8272672.353
68	355640.903	8272493.726	253	355642.001	8272694.938
69	355641.479	8272479.538	254	355674.231	8272726.997
70	355640.366	8272506.322	255	355675.196	8272717.696
71	355634.857	8272505.741	256	355675.916	8272710.774
72	355633.546	8272519.476	257	355676.867	8272701.615
73	355632.707	8272527.824	258	355678.237	8272688.404
74	355631.598	8272539.476	259	355679.750	8272673.806
75	355639.949	8272539.827	260	355682.469	8272647.604
76	355645.105	8272540.056	261	355717.258	8272650.288
77	355655.765	8272540.516	262	355730.794	8272651.343
78	355661.345	8272540.758	263	355738.894	8272651.954
79	355668.133	8272541.042	264	355747.366	8272652.623
80	355689.962	8272554.058	265	355752.758	8272653.042
81	355692.592	8272532.041	266	355759.253	8272653.566
82	355693.426	8272510.617	267	355758.482	8272665.114
83	355694.536	8272489.887	268	355757.835	8272675.144
84	355694.778	8272485.336	269	355757.250	8272684.112
85	355695.437	8272479.162	270	355756.667	8272692.933
86	355696.126	8272469.172	271	355755.039	8272717.667
87	355696.395	8272465.861	272	355753.685	8272738.660
88	355696.206	8272465.850	273	355751.739	8272740.145
89	355696.710	8272461.654	274	355722.359	8272735.588
90	355697.184	8272454.272	275	355714.624	8272734.382
91	355698.199	8272439.969	276	355714.760	8272733.592
92	355699.379	8272421.515	277	355704.817	8272731.964
93	355720.006	8272422.174	278	355715.244	8272676.534
94	355775.443	8272425.279	279	355714.260	8272689.325
95	355769.943	8272507.760	280	355714.022	8272692.121
96	355769.461	8272513.741	281	355724.190	8272690.195
97	355768.574	8272525.790	282	355724.204	8272689.934
98	355767.048	8272547.902	283	355729.196	8272690.393
99	355766.367	8272557.746	284	355736.569	8272691.078
100	355754.137	8272557.120	285	355737.334	8272682.817
101	355745.972	8272556.828	286	355746.862	8272674.430
102	355740.109	8272556.500	287	355751.869	8272664.729
103	355723.462	8272555.518	288	355736.926	8272716.869
104	355711.948	8272554.876	289	355737.046	8272713.904
105	355705.363	8272554.781	290	355723.257	8272713.352
106	355719.083	8272440.899	291	355723.530	8272706.086
107	355733.206	8272442.021	292	355709.855	8272704.774



Coordenadas estación total					
Nro.	Este (m)	Norte (m)	Nro.	Este (m)	Norte (m)
108	355731.935	8272455.516	293	355706.293	8272722.769
109	355731.175	8272462.998	294	355707.332	8272716.384
110	355730.524	8272470.055	295	355761.449	8272742.336
111	355706.164	8272469.424	296	355760.092	8272740.680
112	355706.263	8272466.090	297	355760.890	8272728.966
113	355729.312	8272482.178	298	355761.893	8272714.225
114	355728.733	8272488.506	299	355762.589	8272704.232
115	355728.311	8272493.047	300	355764.396	8272677.684
116	355727.352	8272502.748	301	355765.238	8272665.082
117	355726.006	8272511.329	302	355765.905	8272655.506
118	355724.534	8272520.657	303	355767.670	8272654.144
119	355731.397	8272521.454	304	355797.371	8272656.944
120	355741.808	8272522.690	305	355814.724	8272658.580
121	355747.750	8272523.376	306	355829.979	8272660.015
122	355746.502	8272546.896	307	355845.778	8272661.505
123	355741.112	8272537.190	308	355860.065	8272662.854
124	355730.861	8272527.129	309	355872.394	8272664.016
125	355726.016	8272536.329	310	355888.590	8272665.543
126	355713.997	8272527.161	311	355889.899	8272666.984
127	355705.262	8272531.992	312	355889.730	8272694.365
128	355774.953	8272557.798	313	355889.586	8272712.870
129	355773.460	8272555.836	314	355889.254	8272761.770
130	355775.483	8272532.844	315	355872.674	8272759.254
131	355777.783	8272506.442	316	355853.563	8272756.350
132	355780.058	8272480.064	317	355835.474	8272753.597
133	355781.434	8272464.242	318	355817.760	8272750.903
134	355784.940	8272424.243	319	355791.589	8272746.922
135	355856.621	8272428.675	320	355793.327	8272733.033
136	355881.462	8272654.691	321	355795.156	8272718.391
137	355896.453	8272431.154	322	355796.637	8272706.547
138	355895.762	8272458.886	323	355790.047	8272706.101
139	355895.102	8272485.199	324	355792.564	8272679.596
140	355894.161	8272523.253	325	355794.810	8272679.786
141	355893.255	8272559.495	326	355796.207	8272667.355
142	355892.149	8272560.728	327	355813.311	8272707.691
143	355856.023	8272559.826	328	355817.912	8272707.992
144	355841.992	8272559.475	329	355828.364	8272708.703
145	355788.297	8272558.134	330	355835.494	8272709.199
146	355790.312	8272532.668	331	355843.331	8272709.723
147	355841.639	8272532.042	332	355853.172	8272710.393
148	355855.685	8272531.871	333	355858.369	8272710.745
149	355855.568	8272522.707	334	355871.573	8272711.644



Coordenadas estación total					
Nro.	Este (m)	Norte (m)	Nro.	Este (m)	Norte (m)
150	355855.198	8272510.730	335	355871.215	8272694.244
151	355854.414	8272484.222	336	355700.822	8272572.082
152	355854.430	8272482.156	337	355696.652	8272630.966
153	355854.633	8272467.024	338	355672.008	8272632.255
154	355854.718	8272457.854	339	355679.099	8272566.054
155	355772.098	8272564.199	340	355636.765	8272564.158
156	355814.927	8272565.615	341	355672.008	8272632.260
157	355891.568	8272568.167	342	355630.699	8272627.987
158	355893.136	8272569.777	343	355618.750	8272561.770
159	355892.152	8272589.080	344	355748.678	8272635.046
160	355890.987	8272612.942	345	355576.421	8272565.077
161	355887.369	8272649.951	346	355577.517	8272562.846
162	355886.437	8272651.849	347	355581.736	8272560.473
163	355883.994	8272654.187	348	355624.393	8272568.452
164	355881.459	8272654.720	349	355618.966	8272624.484
165	355857.331	8272652.324	350	355617.692	8272626.330
166	355854.897	8272651.153	351	355613.556	8272628.178
167	355852.583	8272646.517	352	355576.764	8272624.687
168	355848.784	8272646.575	353	355573.207	8272622.730
169	355847.213	8272646.597	354	355572.195	8272620.352
170	355846.724	8272652.297	355	355623.208	8272563.867
171	355845.229	8272653.683	356	355753.290	8272576.136
172	355806.818	8272650.210	357	355570.194	8272549.331
173	355806.806	8272650.813	358	355571.282	8272534.143
174	355804.981	8272650.665	359	355551.833	8272548.858
175	355780.265	8272648.745	360	355552.346	8272539.292
176	355780.276	8272648.190	361	355556.964	8272539.532
177	355766.379	8272647.147	362	355557.282	8272533.416
178	355767.435	8272631.551	363	355523.512	8272548.119
179	355768.315	8272618.842	364	355525.089	8272523.340
180	355769.387	8272603.250	365	355539.682	8272524.030
181	355769.865	8272596.376	366	355538.519	8272548.507
182	355770.845	8272582.196	367	355579.915	8272413.286
183	355814.294	8272580.995	368	355532.214	8272411.363
184	355814.229	8272582.563	369	355534.857	8272409.027
185	355797.182	8272582.398	370	355579.782	8272415.918

Nota: en la tabla se muestra las coordenadas obtenidas de campo con el levantamiento topográfico catastral con Estación total.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DE CALCULO DE ÁREAS LOTES Y MANZANAS OBTENIDAS DE 3 MÉTODOS DE MEDICIÓN

Resultados obtenidos del cálculo de áreas de lotes con los 3 diferentes métodos de medición son los siguientes:

Tabla 11

Resultados de Áreas obtenidos por los 3 métodos de medición.

N°	Desc.	Área m ² RTK_ V	Área m ² Estación Total	Área m ² RTK_ IMU	N°	Desc.	Área m ² RTK_ V	Área m ² Estación Total	Área m ² RTK_ IMU
1	Lote	1221.118	1221.007	1221.058	62	Lote	1076.728	1076.730	1076.710
2	Lote	740.649	740.565	740.601	63	Lote	1151.452	1152.960	1151.449
3	Lote	746.202	746.710	746.178	64	Lote	2839.401	2840.188	2839.365
4	Lote	441.627	441.735	441.561	65	Lote	1143.239	1143.902	1143.244
5	Lote	423.006	422.972	422.969	66	Lote	2086.678	2086.632	2086.738
6	Lote	416.077	415.967	416.077	67	Lote	1876.679	1876.042	1876.252
7	Lote	624.481	624.087	624.452	68	Lote	331.723	332.143	331.724
8	Lote	1261.299	1261.147	1261.232	69	Lote	830.137	829.666	830.100
9	Lote	703.126	704.599	703.118	70	Lote	543.625	543.955	543.637
10	Lote	631.236	631.399	631.192	71	Lote	307.627	307.157	307.624
11	Lote	784.696	785.113	784.650	72	Lote	198.861	198.872	198.864
12	Lote	839.406	839.402	839.331	73	Lote	202.027	202.225	202.040
13	Lote	908.493	909.043	908.430	74	Lote	474.566	474.321	474.563
14	Lote	384.921	384.465	384.911	75	Lote	789.494	788.999	789.472
15	Lote	348.402	348.035	348.388	76	Lote	3664.239	3665.649	3664.318
16	Lote	465.872	466.014	465.856	77	Lote	386.886	386.670	386.885
17	Lote	291.293	291.349	291.292	78	Lote	492.043	491.816	492.024
18	Lote	212.777	212.663	212.777	79	Lote	258.080	258.005	258.079
19	Lote	342.059	342.018	342.075	80	Lote	219.047	218.751	219.056
20	Lote	454.713	454.847	454.725	81	Lote	412.621	412.494	412.631
21	Lote	706.849	706.509	706.902	82	Lote	213.605	213.917	213.605
22	Lote	784.377	784.271	784.343	83	Lote	154.837	155.001	154.837
23	Lote	171.949	171.941	171.938	84	Lote	652.906	652.880	652.912
24	Lote	372.112	372.131	372.114	85	Lote	270.552	271.081	270.550



N°	Desc.	Área m ² RTK_ V	Área m ² Estación Total	Área m ² RTK_ IMU	N°	Desc.	Área m ² RTK_ V	Área m ² Estación Total	Área m ² RTK_ IMU
25	Lote	172.139	172.144	172.139	86	Lote	393.444	392.471	393.433
26	Lote	76.520	76.518	76.516	87	Lote	2952.172	2954.423	2952.212
27	Lote	308.977	309.029	308.979	88	Lote	97.775	97.739	97.773
28	Lote	558.857	558.770	558.828	89	Lote	60.860	60.746	60.862
29	Lote	927.806	927.954	927.807	90	Lote	128.927	128.922	128.932
30	Lote	542.223	542.442	542.232	91	Lote	66.175	66.022	66.183
31	Lote	637.416	637.593	637.373	92	Lote	80.544	80.658	80.552
32	Lote	437.153	437.606	437.131	93	Lote	190.758	190.700	190.765
33	Lote	488.417	488.445	488.406	94	Lote	637.397	637.057	637.319
34	Lote	370.682	370.960	370.667	95	Lote	412.853	412.610	412.849
35	Lote	995.064	994.809	995.054	96	Lote	807.640	807.758	807.656
36	Lote	770.454	770.640	770.445	97	Lote	428.239	427.858	428.261
37	Lote	807.829	807.613	807.816	98	Lote	631.734	631.327	631.739
38	Lote	875.344	875.934	875.353	99	Lote	615.101	615.045	615.141
39	Lote	834.244	833.923	834.242	100	Lote	365.690	365.354	365.700
40	Lote	923.194	923.163	923.160	101	Lote	304.564	304.639	304.546
41	Lote	530.603	530.480	530.619	102	Lote	325.906	325.662	325.914
42	Lote	707.063	707.064	707.061	103	Lote	191.154	191.153	191.169
43	Lote	748.344	747.977	748.336	104	Lote	1155.314	1155.919	1155.299
44	Lote	742.922	742.813	742.920	105	Lote	679.510	678.668	679.513
45	Lote	1013.812	1014.098	1013.811	106	Lote	243.921	244.098	243.918
46	Lote	336.387	336.368	336.404	107	Lote	715.257	715.735	715.265
47	Lote	386.051	386.070	386.045	108	Lote	107.276	107.230	107.276
48	Lote	742.119	741.869	742.114	109	Lote	500.986	501.492	500.951
49	Lote	678.289	679.023	678.303	110	Lote	349.008	348.882	348.993
50	Lote	908.509	908.576	908.446	111	Lote	347.921	346.954	347.921
51	Lote	5171.414	5171.320	5171.476	112	Lote	331.653	332.270	331.665
52	Lote	1417.979	1417.864	1417.933	113	Lote	336.356	335.843	336.313
53	Lote	754.314	753.601	754.284	114	Lote	364.894	365.233	365.188
54	Lote	398.204	398.604	398.215	115	Lote	257.934	257.707	257.933
55	Lote	188.376	187.901	188.389	116	Lote	1513.463	1513.073	1513.462
56	Lote	814.280	813.260	814.236	117	Lote	356.145	356.799	356.142
57	Lote	374.264	374.371	374.267	118	Lote	230.807	231.031	230.807
58	Lote	1389.112	1389.187	1389.313	119	Lote	194.972	195.014	194.954
59	Lote	388.248	388.751	388.475	120	Lote	383.473	384.159	383.512
60	Lote	1413.412	1413.358	1413.387	121	Lote	522.188	521.572	522.031
61	Lote	1515.856	1517.150	1515.849	122	Lote	241.681	241.549	241.681

Nota: Esta tabla muestra los cálculos de áreas de lotes que se realizó en gabinete luego de los trabajos de campo.



Resultados obtenidos del cálculo de áreas de manzanas con los 3 diferentes métodos de medición son los siguientes:

Tabla 12

Resultados de áreas de manzanas obtenidos por los 3 métodos de medición.

Cant.	Desc.	Área m² RTK_Vertical	Área m² Estación Total	Área m² RTK_IMU
1	Manzana	3149.596	3150.016	3149.397
2	Manzana	7791.011	7792.587	7790.599
3	Manzana	6560.040	6560.154	6560.014
4	Manzana	11709.685	11709.833	11709.584
5	Manzana	3442.725	3443.197	3442.606
6	Manzana	10331.353	10330.149	10331.283
7	Manzana	6512.823	6513.167	6513.474
8	Manzana	13728.685	13728.323	13728.669
9	Manzana	10132.328	10132.521	10132.372
10	Manzana	15255.071	15255.115	15255.054
11	Manzana	3081.857	3081.508	3081.871
12	Manzana	3095.732	3095.050	3095.742
13	Manzana	2739.484	2739.421	2739.512

Nota: Esta tabla muestra los cálculos de áreas de manzanas que se realizó en gabinete luego de los trabajos de campo.

4.2. DIFERENCIA DE AREAS LOTES Y MANZANAS

Tabla 13

Diferencia de áreas de lotes respecto al método de medición RTK (V).

N°	Desc.	Diferencia de áreas entre estación total Y RTK (V)	Diferencia de áreas entre RTK (IMU) Y RTK (V)	N°	Desc.	Diferencia de áreas entre estación total y RTK (V)	Diferencia de áreas entre RTK (IMU) Y RTK (V)
1	Lote	-0.111	-0.060	62	Lote	0.002	-0.018
2	Lote	-0.084	-0.048	63	Lote	1.508	-0.003
3	Lote	0.508	-0.024	64	Lote	0.787	-0.036
4	Lote	0.108	-0.066	65	Lote	0.663	0.005
5	Lote	-0.034	-0.037	66	Lote	-0.046	0.060
6	Lote	-0.110	0.000	67	Lote	-0.637	-0.427
7	Lote	-0.394	-0.029	68	Lote	0.420	0.001
8	Lote	-0.152	-0.067	69	Lote	-0.471	-0.037
9	Lote	1.473	-0.008	70	Lote	0.330	0.012
10	Lote	0.163	-0.044	71	Lote	-0.470	-0.003
11	Lote	0.417	-0.046	72	Lote	0.011	0.003
12	Lote	-0.004	-0.075	73	Lote	0.198	0.013
13	Lote	0.550	-0.063	74	Lote	-0.245	-0.003
14	Lote	-0.456	-0.010	75	Lote	-0.495	-0.022
15	Lote	-0.367	-0.014	76	Lote	1.410	0.079
16	Lote	0.142	-0.016	77	Lote	-0.216	-0.001
17	Lote	0.056	-0.001	78	Lote	-0.227	-0.019
18	Lote	-0.114	0.000	79	Lote	-0.075	-0.001
19	Lote	-0.041	0.016	80	Lote	-0.296	0.009
20	Lote	0.134	0.012	81	Lote	-0.127	0.010
21	Lote	-0.340	0.053	82	Lote	0.312	0.000
22	Lote	-0.106	-0.034	83	Lote	0.164	0.000
23	Lote	-0.008	-0.011	84	Lote	-0.026	0.006
24	Lote	0.019	0.002	85	Lote	0.529	-0.002
25	Lote	0.005	0.000	86	Lote	-0.973	-0.011
26	Lote	-0.002	-0.004	87	Lote	2.251	0.040
27	Lote	0.052	0.002	88	Lote	-0.036	-0.002
28	Lote	-0.087	-0.029	89	Lote	-0.114	0.002
29	Lote	0.148	0.001	90	Lote	-0.005	0.005
30	Lote	0.219	0.009	91	Lote	-0.153	0.008
31	Lote	0.177	-0.043	92	Lote	0.114	0.008
32	Lote	0.453	-0.022	93	Lote	-0.058	0.007
33	Lote	0.028	-0.011	94	Lote	-0.340	-0.078
34	Lote	0.278	-0.015	95	Lote	-0.243	-0.004

N°	Desc.	Diferencia de áreas entre estación total Y RTK (V)	Diferencia de áreas entre RTK (IMU) Y RTK (V)	N°	Desc.	Diferencia de áreas entre estación total y RTK (V)	Diferencia de áreas entre RTK (IMU) Y RTK (V)
35	Lote	-0.255	-0.010	96	Lote	0.118	0.016
36	Lote	0.186	-0.009	97	Lote	-0.381	0.022
37	Lote	-0.216	-0.013	98	Lote	-0.407	0.005
38	Lote	0.590	0.009	99	Lote	-0.056	0.040
39	Lote	-0.321	-0.002	100	Lote	-0.336	0.010
40	Lote	-0.031	-0.034	101	Lote	0.075	-0.018
41	Lote	-0.123	0.016	102	Lote	-0.244	0.008
42	Lote	0.001	-0.002	103	Lote	-0.001	0.015
43	Lote	-0.367	-0.008	104	Lote	0.605	-0.015
44	Lote	-0.109	-0.002	105	Lote	-0.842	0.003
45	Lote	0.286	-0.001	106	Lote	0.177	-0.003
46	Lote	-0.019	0.017	107	Lote	0.478	0.008
47	Lote	0.019	-0.006	108	Lote	-0.046	0.000
48	Lote	-0.250	-0.005	109	Lote	0.506	-0.035
49	Lote	0.734	0.014	110	Lote	-0.126	-0.015
50	Lote	0.067	-0.063	111	Lote	-0.967	0.000
51	Lote	-0.094	0.062	112	Lote	0.617	0.012
52	Lote	-0.115	-0.046	113	Lote	-0.513	-0.043
53	Lote	-0.713	-0.030	114	Lote	0.339	0.294
54	Lote	0.400	0.011	115	Lote	-0.227	-0.001
55	Lote	-0.475	0.013	116	Lote	-0.390	-0.001
56	Lote	-1.020	-0.044	117	Lote	0.654	-0.003
57	Lote	0.107	0.003	118	Lote	0.224	0.000
58	Lote	0.075	0.201	119	Lote	0.042	-0.018
59	Lote	0.503	0.227	120	Lote	0.686	0.039
60	Lote	-0.054	-0.025	121	Lote	-0.616	-0.157
61	Lote	1.294	-0.007	122	Lote	-0.132	0.000

Nota: Esta tabla muestra la diferencia de áreas de lotes de los métodos de medición con Estación total y método RTK (IMU) con respecto a los resultados de áreas de la medición RTK (V).

Tabla 14

Diferencia de áreas de manzanas respecto al método de medición RTK (V).

N°	Desc.	Diferencia de Áreas entre Estación Total Y RTK(V)	Diferencia de Áreas Entre Rtk (Imu) Y RTK (V)
1	Manzana	0.420	-0.199
2	Manzana	1.576	-0.412
3	Manzana	0.114	-0.026



N°	Desc.	Diferencia de Áreas entre Estación Total Y RTK(V)	Diferencia de Áreas Entre Rtk (Imu) Y RTK (V)
4	Manzana	0.148	-0.101
5	Manzana	0.472	-0.119
6	Manzana	-1.204	-0.070
7	Manzana	0.344	0.651
8	Manzana	-0.362	-0.016
9	Manzana	0.193	0.044
10	Manzana	0.044	-0.017
11	Manzana	-0.349	0.014
12	Manzana	-0.682	0.010
13	Manzana	-0.063	0.028

Nota: Esta tabla muestra la diferencia de áreas de manzanas de los métodos de medición con Estación total y método RTK (IMU) con respecto a los resultados de áreas de la medición RTK (V).

4.3. DIFERENCIA DE PERIMETROS LOTES Y MANZANAS

Tabla 15

Diferencia de perímetros de lotes respecto al método de medición RTK (V)

N°.	Desc.	Perímetro RTK (v)	Perímetro estación total	Perímetro RTK_IMU	Dif. estación total y RTK- V	Dif. estación total y RTK IMU
1	Lote	148.866	148.842	148.861	-0.023	-0.005
2	Lote	111.968	111.962	111.964	-0.006	-0.004
3	Lote	112.187	112.237	112.184	0.050	-0.002
4	Lote	85.062	85.076	85.056	0.014	-0.005
5	Lote	95.669	95.695	95.665	0.026	-0.004
6	Lote	95.983	95.975	95.980	-0.008	-0.004
7	Lote	102.024	101.997	102.022	-0.028	-0.002
8	Lote	145.546	145.523	145.541	-0.023	-0.005
9	Lote	105.304	105.396	105.303	0.092	-0.001
10	Lote	100.833	100.836	100.830	0.003	-0.003
11	Lote	112.060	112.090	112.057	0.030	-0.003
12	Lote	117.757	117.761	117.751	0.005	-0.006
13	Lote	129.371	129.395	129.363	0.025	-0.007
14	Lote	104.408	104.393	104.402	-0.015	-0.006
15	Lote	92.470	92.443	92.467	-0.027	-0.003
16	Lote	98.074	98.093	98.071	0.020	-0.002
17	Lote	81.147	81.158	81.147	0.011	0.000
18	Lote	76.868	76.849	76.869	-0.019	0.001



N°.	Desc.	Perímetro RTK (v)	Perímetro estación total	Perímetro RTK_IMU	Dif. estación total y RTK- V	Dif. estación total y RTK IMU
19	Lote	86.140	86.141	86.141	0.001	0.001
20	Lote	89.679	89.631	89.683	-0.048	0.004
21	Lote	110.397	110.368	110.401	-0.029	0.003
22	Lote	115.753	115.724	115.751	-0.029	-0.002
23	Lote	57.281	57.278	57.280	-0.003	-0.001
24	Lote	101.153	101.155	101.153	0.002	0.000
25	Lote	66.632	66.613	66.630	-0.019	-0.002
26	Lote	36.458	36.435	36.457	-0.023	-0.001
27	Lote	93.814	93.809	93.813	-0.005	-0.001
28	Lote	107.074	107.054	107.072	-0.020	-0.002
29	Lote	123.145	123.157	123.145	0.012	0.000
30	Lote	101.858	101.887	101.859	0.029	0.001
31	Lote	124.790	124.815	124.787	0.025	-0.003
32	Lote	91.008	91.057	91.006	0.049	-0.002
33	Lote	95.724	95.745	95.723	0.021	-0.001
34	Lote	89.576	89.603	89.575	0.026	-0.002
35	Lote	131.396	131.397	131.395	0.001	-0.001
36	Lote	122.839	122.850	122.839	0.012	0.000
37	Lote	126.379	126.372	126.378	-0.007	-0.001
38	Lote	131.321	131.355	131.321	0.034	0.000
39	Lote	131.357	131.348	131.357	-0.008	0.000
40	Lote	158.874	158.866	158.877	-0.008	0.003
41	Lote	94.364	94.363	94.366	-0.001	0.002
42	Lote	125.631	125.624	125.631	-0.007	0.000
43	Lote	127.890	127.866	127.890	-0.024	0.000
44	Lote	128.259	128.255	128.259	-0.003	0.000
45	Lote	141.743	141.743	141.742	0.000	0.000
46	Lote	83.175	83.189	83.177	0.014	0.001
47	Lote	86.677	86.678	86.677	0.001	0.000
48	Lote	109.006	108.988	109.006	-0.018	0.000
49	Lote	112.777	112.812	112.775	0.035	-0.002
50	Lote	129.872	129.847	129.868	-0.024	-0.003
51	Lote	374.470	374.439	374.468	-0.031	-0.002
52	Lote	191.938	191.929	191.937	-0.010	-0.001
53	Lote	121.270	121.241	121.268	-0.029	-0.002
54	Lote	83.129	83.158	83.130	0.029	0.001
55	Lote	67.806	67.770	67.807	-0.036	0.001
56	Lote	171.953	171.871	171.952	-0.082	-0.001
57	Lote	79.270	79.270	79.270	0.000	0.001
58	Lote	158.029	158.023	158.032	-0.005	0.003



N°.	Desc.	Perímetro RTK (v)	Perímetro estación total	Perímetro RTK_IMU	Dif. estación total y RTK- V	Dif. estación total y RTK IMU
59	Lote	83.433	83.475	83.456	0.042	0.023
60	Lote	149.763	149.766	149.762	0.002	-0.001
61	Lote	155.809	155.865	155.809	0.056	0.000
62	Lote	134.461	134.448	134.460	-0.013	-0.001
63	Lote	137.871	137.948	137.870	0.077	0.000
64	Lote	223.632	223.633	223.630	0.002	-0.001
65	Lote	178.665	178.668	178.666	0.003	0.001
66	Lote	207.020	206.997	207.023	-0.023	0.003
67	Lote	205.411	205.391	205.411	-0.020	0.001
68	Lote	74.428	74.458	74.428	0.030	0.000
69	Lote	162.847	162.780	162.845	-0.067	-0.002
70	Lote	121.412	121.366	121.411	-0.045	-0.001
71	Lote	70.544	70.491	70.544	-0.053	0.000
72	Lote	79.195	79.206	79.195	0.011	0.001
73	Lote	60.739	60.801	60.740	0.061	0.001
74	Lote	87.277	87.252	87.277	-0.025	0.000
75	Lote	123.479	123.434	123.478	-0.044	0.000
76	Lote	274.977	274.997	274.981	0.020	0.004
77	Lote	78.806	78.782	78.806	-0.025	0.000
78	Lote	97.766	97.739	97.765	-0.027	0.000
79	Lote	84.208	84.182	84.208	-0.026	0.000
80	Lote	83.626	83.568	83.626	-0.058	0.001
81	Lote	97.164	97.102	97.165	-0.062	0.001
82	Lote	80.645	80.675	80.645	0.030	0.001
83	Lote	77.102	77.143	77.102	0.041	0.000
84	Lote	105.698	105.704	105.698	0.007	0.001
85	Lote	68.023	68.039	68.022	0.017	-0.001
86	Lote	79.528	79.419	79.528	-0.109	0.000
87	Lote	294.903	294.927	294.901	0.025	-0.001
88	Lote	40.168	40.167	40.168	-0.002	0.000
89	Lote	33.836	33.815	33.836	-0.021	0.001
90	Lote	45.461	45.458	45.462	-0.003	0.001
91	Lote	34.825	34.792	34.827	-0.033	0.002
92	Lote	37.329	37.346	37.331	0.018	0.002
93	Lote	55.801	55.790	55.802	-0.011	0.001
94	Lote	128.642	128.616	128.641	-0.026	-0.001
95	Lote	118.625	118.602	118.625	-0.024	0.000
96	Lote	134.331	134.278	134.329	-0.053	-0.002
97	Lote	108.979	108.914	108.980	-0.065	0.001
98	Lote	118.139	118.081	118.140	-0.058	0.001



N°.	Desc.	Perímetro RTK (v)	Perímetro estación total	Perímetro RTK_IMU	Dif. estación total y RTK-V	Dif. estación total y RTK IMU
99	Lote	117.290	117.260	117.292	-0.030	0.002
100	Lote	78.923	78.883	78.924	-0.040	0.001
101	Lote	74.568	74.564	74.567	-0.004	-0.001
102	Lote	72.580	72.555	72.581	-0.025	0.001
103	Lote	59.222	59.221	59.224	-0.001	0.002
104	Lote	153.054	153.092	153.053	0.038	-0.001
105	Lote	128.869	128.868	128.868	-0.001	-0.001
106	Lote	76.804	76.808	76.803	0.004	0.000
107	Lote	114.976	115.035	114.977	0.059	0.001
108	Lote	41.796	41.787	41.796	-0.009	0.000
109	Lote	101.452	101.528	101.451	0.076	-0.001
110	Lote	82.183	82.154	82.181	-0.028	-0.001
111	Lote	82.292	82.206	82.292	-0.085	0.000
112	Lote	81.359	81.388	81.359	0.029	0.001
113	Lote	83.493	83.434	83.492	-0.060	-0.002
114	Lote	78.919	78.955	78.951	0.036	0.032
115	Lote	67.963	67.941	67.963	-0.022	0.000
116	Lote	159.142	159.107	159.142	-0.035	0.000
117	Lote	84.699	84.743	84.699	0.044	0.000
118	Lote	60.836	60.853	60.835	0.018	0.000
119	Lote	59.898	59.912	59.897	0.014	-0.001
120	Lote	78.140	78.193	78.143	0.053	0.004
121	Lote	92.664	92.621	92.665	-0.043	0.000
122	Lote	71.774	71.740	71.774	-0.034	0.000

Nota: Esta tabla muestra la diferencia de perímetros de lotes de los métodos de medición con Estación total y método RTK (IMU) con respecto a los resultados de áreas de la medición RTK (V).

Tabla 16

Diferencia de perímetros de manzanas respecto al método de medición RTK (V)

N°.	Desc.	Perímetro RTK (V)	Perímetro estación total	Perímetro RTK_IMU	Dif. Estación total y RTK-V	Dif. Estación total y RTK IMU
1	Manzana	228.500	228.505	228.493	0.005	-0.008
2	Manzana	357.964	358.084	357.961	0.120	-0.003
3	Manzana	323.998	323.982	324.002	-0.016	0.004
4	Manzana	437.220	437.208	437.219	-0.012	-0.001
5	Manzana	239.661	239.712	239.662	0.051	0.001

N°.	Desc.	Perímetro RTK (V)	Perímetro estación total	Perímetro RTK IMU	Dif. Estación total y RTK-V	Dif. Estación total y RTK IMU
6	Manzana	418.957	418.961	418.954	0.004	-0.003
7	Manzana	368.924	368.909	368.920	-0.015	-0.004
8	Manzana	478.103	478.082	478.102	-0.021	-0.001
9	Manzana	419.891	419.966	419.891	0.074	0.000
10	Manzana	493.503	493.555	493.504	0.052	0.000
11	Manzana	222.953	222.932	222.954	-0.022	0.000
12	Manzana	216.129	216.130	216.129	0.001	0.000
13	Manzana	214.611	214.607	214.612	-0.004	0.001

Nota: Esta tabla muestra la diferencia de perímetros de manzanas de los métodos de medición con Estación total y método RTK (IMU) con respecto a los resultados de áreas de la medición RTK (V).

4.4. ANALISIS ESTADISTICOS

4.4.1. Prueba de hipótesis para el primer objetivo

herramienta estadística que ayuda a tomar decisiones sobre afirmaciones que hacemos acerca de una población. Utiliza datos de una muestra para evaluar la validez de estas afirmaciones, siguiendo un proceso riguroso. El objetivo es determinar si la evidencia de la muestra es suficiente para respaldar o refutar la afirmación que estamos haciendo sobre la población en general.

- Determinar la diferencia de áreas de manzanas y lotes en un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanillas, 2022.

4.4.1.1. Hipótesis

H_0 = **No Existe** diferencia de áreas de manzanas y lotes en un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanillas, 2022.



H1 = **Existe** diferencia de áreas de manzanas y lotes en un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanillas, 2022.

Con el fin de determinar si los datos que se van a utilizar en la estadística provienen de una distribución normal, con datos homogéneos y que no tenga valores extremos se ha de realizar las pruebas de normalidad, homogeneidad de los datos.

4.4.1.2. Prueba de normalidad

Se ha empleado la Prueba de Kolmogorov - Smirnov para los datos de diferencia de las áreas de lotes obtenidas con DIF. ST Y RTK-V y los datos DIF. IMU Y RTK-V, por tratarse de una muestra que supera los 30 datos, los resultados se muestran en la Tabla 17.

Regla de decisión

$H_0 = DN \leq DV_c$; Se acepta la hipótesis nula, Son datos normales.

$H_1 = DN > DV_c$; Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna, No son datos normales.

Tabla 17

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para dif. de lotes

descripción estadística	DIF. ST Y RTK-V	DIF. IMU Y RTK-V
DMAS	0.127137	0.295849
DMENOS	0.0733048	0.222313
DN	0.127137	0.295849
VALOR-P	0.025449	0.000000

Nota: Valores de la prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que DIF. ST Y RTK-V proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Tabla 18

Test de Kolmogorov-Smirnov sobre bondad de ajuste.

Test de Kolmogorov-Smirnov sobre Bondad de Ajustes								
<i>Nivel de significación α</i>								
n	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
1	0.90000	0.95000	0.97500	0.99000	0.99500	0.99750	0.99900	0.99950
2	0.68337	0.77639	0.84189	0.90000	0.92929	0.95000	0.96838	0.97764
3	0.56481	0.63604	0.70760	0.78456	0.82900	0.86428	0.90000	0.92065
4	0.49265	0.56522	0.62394	0.68887	0.73424	0.77639	0.82217	0.85047
5	0.44698	0.50945	0.56328	0.62718	0.66853	0.70543	0.75000	0.78137
6	0.41037	0.46799	0.51926	0.57741	0.61661	0.65287	0.69571	0.72479
7	0.38148	0.43607	0.48342	0.53844	0.57581	0.60975	0.65071	0.67930
8	0.35831	0.40962	0.45427	0.50654	0.54179	0.57429	0.61368	0.64098
9	0.33910	0.38746	0.43001	0.47960	0.51332	0.54443	0.58210	0.60846
10	0.32260	0.36866	0.40925	0.45562	0.48893	0.51872	0.55500	0.58042
11	0.30829	0.35242	0.39122	0.43670	0.46770	0.49539	0.53135	0.55588
12	0.29577	0.33815	0.37543	0.41918	0.44905	0.47672	0.51047	0.53422
13	0.28470	0.32549	0.36143	0.40362	0.43247	0.45921	0.49189	0.51490
14	0.27481	0.31417	0.34890	0.38970	0.41762	0.44352	0.47520	0.49753
15	0.26589	0.30397	0.33750	0.37713	0.40420	0.42934	0.45611	0.48182
16	0.25778	0.29472	0.32733	0.36571	0.39201	0.41644	0.44637	0.46750
17	0.25039	0.28627	0.31796	0.35528	0.38086	0.40464	0.43380	0.45540
18	0.24360	0.27851	0.30936	0.34569	0.37062	0.39380	0.42224	0.44234



Test de Kolgomorov-Smirnov sobre Bondad de Ajustes

n	Nivel de significación α							
	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
19	0.23735	0.27136	0.30143	0.33685	0.36117	0.38379	0.41156	0.43119
20	0.23156	0.26473	0.29408	0.32866	0.35241	0.37451	0.40165	0.42085
21	0.22517	0.25858	0.28724	0.32104	0.34426	0.36588	0.39243	0.41122
22	0.22115	0.25283	0.28087	0.31394	0.33666	0.35782	0.38382	0.40223
23	0.21646	0.24746	0.27491	0.30728	0.32954	0.35027	0.37575	0.39380
24	0.21205	0.24242	0.26931	0.30104	0.32286	0.34318	0.36787	0.38588
25	0.20790	0.23768	0.26404	0.29518	0.31657	0.33651	0.36104	0.37743
26	0.20399	0.23320	0.25908	0.28962	0.30963	0.33022	0.35431	0.37139
27	0.20030	0.22898	0.25438	0.28438	0.30502	0.32425	0.34794	0.36473
28	0.19680	0.22497	0.24993	0.27942	0.29971	0.31862	0.34190	0.35842
29	0.19348	0.22117	0.24571	0.27471	0.29466	0.31327	0.33617	0.35242
30	0.19032	0.21756	0.24170	0.27023	0.28986	0.30818	0.33072	0.34672
31	0.18732	0.21412	0.23788	0.26596	0.28529	0.30333	0.32553	0.34129
32	0.18445	0.21085	0.23424	0.26189	0.28094	0.29870	0.32058	0.33611
33	0.18171	0.20771	0.23076	0.25801	0.27577	0.29428	0.31584	0.33115
34	0.17909	0.21472	0.22743	0.25429	0.27271	0.29005	0.31131	0.32641
35	0.17659	0.20185	0.22425	0.25073	0.26897	0.28600	0.30597	0.32187
36	0.17418	0.19910	0.22119	0.24732	0.26532	0.28211	0.30281	0.31751
37	0.17188	0.19646	0.21826	0.24404	0.26180	0.27838	0.29882	0.31333
38	0.16966	0.19392	0.21544	0.24089	0.25843	0.27483	0.29498	0.30931
39	0.16753	0.19148	0.21273	0.23785	0.25518	0.27135	0.29125	0.30544
40	0.16547	0.18913	0.21012	0.23494	0.25205	0.26803	0.28772	0.30171
41	0.16349	0.18687	0.20760	0.23213	0.24904	0.26482	0.28429	0.29811
42	0.16158	0.18468	0.20517	0.22941	0.24613	0.26173	0.28097	0.29465
43	0.15974	0.18257	0.20283	0.22679	0.24332	0.25875	0.27778	0.29130
44	0.15795	0.18051	0.20056	0.22426	0.24060	0.25587	0.27468	0.28806
45	0.15623	0.17856	0.19837	0.22181	0.23798	0.25308	0.27169	0.28493
46	0.15457	0.17665	0.19625	0.21944	0.23544	0.25038	0.26880	0.28190
47	0.15295	0.17481	0.19420	0.21715	0.23298	0.24776	0.26600	0.27896
48	0.15139	0.17301	0.19221	0.21493	0.23059	0.24523	0.26328	0.27611
49	0.14987	0.17128	0.19028	0.21281	0.22832	0.24281	0.26069	0.27339
50	0.14840	0.16959	0.18841	0.21068	0.22604	0.24039	0.25809	0.27067
n>50	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.52}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.73}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.85}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.95}{\sqrt{n}}$

Nota. Bondad de ajustes Kolgomorov – Smirnov, fuente <https://es.slideshare.net/Yosybelen/tablas-estadsticas-completas>.

Como se tiene 122 datos para calcular el DN se recurre a la Tabla 18 (anexo 1) Test de Kolmogorok – Smirnov, y que se va aplicar la fórmula mayor a 50 datos para un nivel de confianza de 0.05.

$$DN = \frac{1.36}{\sqrt{122}}$$

$$DN = 1.231$$

Como el $DN = 1.231$ es mayor a 0.1271 y a 0.2958, Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna. En ambos casos No son datos normales.

4.4.1.3. Prueba de homogeneidad áreas lotes

Se ha empleado la prueba de homogeneidad de Levene. Los datos utilizados son los que se presentan en la tabla 20.

Tabla 19

ANOVA para DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.145336	1	0.145336	1.23	0.2692
Intra grupos	28.6803	242	0.118513		
Total (Corr.)	28.8256	243			

Nota. Datos de la prueba ANOVA

De la tabla de contraste de valor tabulado F de la distribución (anexo 1), se obtiene el $F_{t(0.95, 1, 242)}$ de 2.33, definiéndose la zona de aceptación de H_0 .

Verificación de varianza

Tabla 20

Prueba de Levene diferencia de áreas de lotes.

	Prueba	Valor-P
Levene's	88.7749	0.0000

Nota. Datos obtenidos de la prueba de Levene.

H_0 : Se acepta, si $F_c < F_t$; Tiene una distribución homogénea.

H_0 : Se rechaza, si $F_c > F_t$; y se acepta H_1 ; No tiene una distribución homogénea.

Tabla 21

ANOVA para DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.145336	1	0.145336	1.23	0.2692
Intra grupos	28.6803	242	0.118513		
Total (Corr.)	28.8256	243			

Nota. Datos de la prueba ANOVA.

De la tabla A1 de contraste de valor tabulado F de la distribución (anexo 1), se obtiene el $F_{t(0.95, 1, 242)}$ de 3.92.

Para la prueba de hipótesis, se tiene la siguiente la zona de aceptación.

H_0 : Se acepta, si $F_c < F_t$; Tiene una distribución homogénea

H_0 : Se rechaza, si $F_c > F_t$; y se acepta H_1 ; No tiene una distribución homogénea

Como $F_c > F_t$, es decir $88.7749 > 3.92$, se rechaza la H_0 , por lo tanto, se concluye que se tiene una confianza del 95% que las variables



DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V No tiene una distribución homogénea.

En conclusión, los resultados de las diferencias de las áreas de la Estación total – RTK –V y los datos de las diferencias de las áreas de IMU y RTK –V no son NORMALES y NO son Homogéneos, por lo que son datos no paramétricos, por lo que se utilizara estadística no paramétrica de Wilcoxon Rank – Sum Test.

4.4.1.4. Prueba no paramétrica Wilcoxon de dif. de lotes

Hipótesis Nula : mediana1 = mediana2

Hipótesis Alternativa : mediana1 \neq mediana2

Comparación De Medianas

Mediana de muestra 1: -0.0135

Mediana de muestra 2: -0.002

Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas

Rango Promedio de muestra 1: 119.59

Rango Promedio de muestra 2: 125.41

W = 7797.0 valor-P = 0.520141

No se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0.05.

La prueba W de Mann-Whitney para comparar las medianas de dos muestras. Esta prueba se construye combinando las dos muestras,



ordenando los datos de menor a mayor, y comparando los ranqueo promedio de las dos muestras en los datos combinados. Debido a que el valor-P es mayor ó igual que 0.05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un 95.0%. En este caso se acepta la hipótesis nula No Existe diferencia significativa de áreas de lotes con el levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanillas, 2022

Se concluye que las áreas de los lotes obtenidas con Estación total y RTK IMU son estadísticamente iguales.

4.4.1.5. Grado de precisión del RTK-IMU vs estación total de diferencia áreas en lotes

Para la determinación del grado de precisión de los datos obtenidos con los diferentes equipos, primeramente, se ha de determinar los resultados Estadísticos Generales, las cuales se presentan en la tabla 22.

Tabla 22

Resumen Estadístico diferencia de áreas de lotes.

Características estadísticas	DIF. ST Y RTK-V	DIF. IMU Y RTK-V
Recuento	122	122
Promedio	0.0434672	0.00534426
Desviación Estándar	0.482857	0.0622552
Coefficiente de Variación	1110.85%	1164.9%
Mínimo	-1.02	-0.294
Máximo	2.251	0.427
Rango	3.271	0.721



Sesgo Estandarizado	5.86169	4.85288
Curtosis Estandarizada	9.52875	51.915

Nota: Resumen estadístico descriptivo.

Para la determinación de la precisión se evaluará con la Desviación Estándar.

Como se puede ver en la Tabla 22, la DS de DIF. IMU Y RTK-V= 0.062 es menor de la DIF. ST Y RTK-V = 0.483, por lo que podemos concluir que las áreas obtenidas con el IMU son más precisas que las áreas obtenidas con Estación Total.

Para la determinación de la exactitud se ha trabajado con el promedio obtenido.

Como se puede ver de la Tabla 22 que el promedio de DIF. IMU Y RTK-V= 0.005 es menor de la DIF. ST Y RTK-V = 0.0435, por lo que podemos concluir que las áreas lotes obtenidas con el IMU son más exactas que las áreas obtenidas con Estación Total.

4.4.2. Área de manzanas

Para probar si hay diferencia en las áreas de las manzanas calculadas con coordenadas con Estación total y GPS método RTK IMU se han establecido 13 áreas entre manzanas, estas han sido comparadas con las áreas obtenidas con GPSD GNSS en RTK en Vertical.

4.4.2.1. Prueba de normalidad dif. Área manzanas

Se ha empleado la Prueba de SHAPIRO - WILK para los datos de diferencia de las áreas obtenidas con DIF. ST Y RTK-V y los datos DIF.

IMU Y RTK-V, por tratarse de una muestra que NO supera los 30 datos, los resultados se muestran en la Tabla 23.

Regla de decisión

H0; Se acepta la hipótesis nula, la muestra tiene una distribución normal

H1; Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna, la muestra no tiene una distribución normal.

Tabla 23

Prueba de Normalidad de W de Shapiro-Wilk.

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.862629	0.0025255

Nota: Datos de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

4.4.2.2. Prueba de homogeneidad de dif. de manzanas

Se ha empleado la prueba de homogeneidad de Levene. Los datos utilizados son los que se presentan en la tabla 25.

Tabla 24

ANOVA para DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.00737862	1	0.00737862	0.03	0.8637
Intra grupos	5.87749	24	0.244895		



Total (Corr.)	5.88487	25
---------------	---------	----

Nota: Datos obtenidos de la prueba de ANOVA.

De la tabla de contraste de valor tabulado F de la distribución (anexo 1), se obtiene el $F_{t(0.95, 1, 24)}$ de 4.26, definiéndose la zona de aceptación de H_0 .

Verificación de varianza

Tabla 25

Prueba de Levene.

	Prueba	Valor-P
Levene's	5.27581	0.0307

Nota: datos de la prueba de Levene.

De la tabla de contraste de valor tabulado F de la distribución (anexo 1), se obtiene el $F_{t(0.95, 1, 24)}$ de 4.26.

Para la prueba de hipótesis, se tiene la siguiente la zona de aceptación.

H_0 : Se acepta, si $F_c < F_t$; Tiene una distribución homogénea

H_1 : Se rechaza, si $F_c > F_t$; y se acepta H_1 ; No tiene una distribución homogénea

Como $F_c > F_t$, es decir $5.276 > 4.26$, se rechaza la H_0 , por lo tanto, se concluye que se tiene una confianza del 95% que las variables DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V No tiene una distribución homogénea.

En conclusión, los resultados de las diferencias de las áreas de las manzanas obtenidas con Estación total y RTK -V y los datos de las diferencias de las áreas de RTK IMU y RTK -V no son NORMALES y

NO son Homogéneos, por lo que son datos no paramétricos, por lo que se utilizara estadística no paramétrica de Wilcoxon Rank – Sum Test.

4.4.2.3. Prueba no paramétrica Wilcoxon de dif. de manzanas

Hipótesis Nula : $mediana1 = mediana2$

Hipótesis Alternativa : $mediana1 \neq mediana2$

Comparación de medianas

- Mediana de muestra 1: 0.114
- Mediana de muestra 2: 0.017

Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas

- Rango Promedio de muestra 1: 14.2308
- Rango Promedio de muestra 2: 12.7692

$W = 75.0$ valor-P = 0.644409

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

La prueba W de Mann-Whitney para comparar las medianas de dos muestras. Esta prueba se construye combinando las dos muestras, ordenando los datos de menor a mayor, y comparando los rangos promedio de las dos muestras en los datos combinados. Debido a que el valor-P es mayor ó igual que 0.05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un 95.0%. En este caso se acepta la hipótesis nula No Existe diferencia significativa de áreas de manzanas con el levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU

RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanillas, 2022.

Se concluye que las áreas de las manzanas obtenidas con Estación total y GPSD GNSS RTK IMU son estadísticamente iguales.

4.4.2.4. Grado de precisión del RTK-IMU vs estación en manzanas

Para la determinación del grado de precisión de los datos obtenidos con los diferentes equipos, primeramente, se ha de determinar los resultados Estadísticos Generales, las cuales se presentan en la tabla 26.

Tabla 26

Resumen estadístico diferencia de áreas de manzanas.

Características estadísticas	DIF. ST Y RTK-V	DIF. IMU Y RTK-V
Recuento	13	13
Promedio	0.0500769	0.0163846
Desviación Estándar	0.659187	0.235081
Coficiente de Variación	1316.35%	1434.76%
Mínimo	-1.204	-0.651
Máximo	1.576	0.412
Rango	2.78	1.063
Sesgo Estandarizado	0.611698	-2.5415
Curtosis Estandarizada	1.56768	4.55852

Para la determinación de la precisión se evaluará con la Desviación Estándar.

Como se puede ver en la Tabla 26, la DS de DIF. IMU Y RTK-V= 0.2351 es menor de la DIF. ST Y RTK-V = 0.6592, por lo que podemos concluir que las áreas de las manzanas obtenidas con el IMU son más precisas que las áreas obtenidas con Estación Total.

Para la determinación de la exactitud se ha trabajado con el promedio obtenido.



Como se puede ver de la Tabla 26, que el promedio de DIF. IMU Y RTK-V= 0.0164 es menor de la DIF. ST Y RTK-V = 0.0501, por lo que podemos concluir que las áreas de las manzanas obtenidas con el IMU son más exactas que las áreas obtenidas con Estación Total.

4.4.3. Prueba de hipótesis para el segundo objetivo

Con el fin de determinar si los datos provienen de una distribución normal, homogéneas se ha de realizar las pruebas de normalidad, homogeneidad de los datos con el fin de aplicar una estadística paramétrica o no paramétrica.

- Determinar la diferencia de perímetros de manzanas y lotes en un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanillas, 2022.

4.4.3.1. Hipótesis

H_0 = **No Existe** diferencia de Perímetros de manzanas y lotes en un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanillas, 2022.

H_1 = **Existe** diferencia de áreas de manzanas y lotes en un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanillas, 2022.

4.4.3.2. Prueba de normalidad de dif. de perímetros de lotes

Se ha empleado la Prueba de Kolmogorov-Smirnov para los datos de diferencia de las áreas obtenidas con DIF. ST Y RTK-V y los datos

DIF. IMU Y RTK-V, por tratarse de una muestra que supera los 30 datos, los resultados se muestran en la Tabla 27.

Regla de decisión

$H_0 = DN \leq DV_c$; Se acepta la hipótesis nula, Son datos normales.

$H_1 = DN > DV_c$; Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna, No son datos normales.

Tabla 27

Prueba de Kolmogorov - Smirnov para DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V

Descripción estadística	DIF. ST Y RTK-V	DIF. IMU Y RTK-V
DMAS	0.0619607	0.290764
DMENOS	0.0593883	0.197267
DN	0.0619607	0.290764
Valor-P	0.737059	0.0

Como se tiene 122 datos para calcular el DN se recurre a la tabla 18 (anexo 1) Test de Kolmogorok – Smirnov, y que se va a aplicar la formula mayores a 50 datos para un nivel de confianza de 0.05.

$$DN = \frac{1.36}{\sqrt{122}}$$

$$DN = 1.231$$

Como el $DN = 1.231$ es mayor a 0.7371 y a 0.2908, Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna. En ambos casos no son datos normales.

4.4.3.3. Prueba de homogeneidad de dif. de perímetros de lotes

Se ha empleado la prueba de homogeneidad de Levene. Los datos utilizados son los que se presentan en la tabla 29.

Tabla 28

ANOVA para DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V de perímetros de lotes.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.00122179	1	0.00122179	2.01	0.1579
Intra grupos	0.147362	242	0.00060894		
Total (Corr.)	0.148584	243			

Nota: Datos del análisis de ANOVA.

Verificación de varianza

Tabla 29

Prueba de Levene diferencia de perímetros de lotes.

	Prueba	Valor-P
Levene's	155.582	0.0000

Nota: Datos de la prueba de Levene.

De la tabla de contraste de valor tabulado F de la distribución (anexo 1), se obtiene el $F_{(0.95, 1, 242)}$ de 3.92.

Para la prueba de hipótesis, se tiene la siguiente la zona de aceptación.

H_0 : Se acepta, si $F_c < F_i$; Tiene una distribución homogénea

H_0 : Se rechaza, si $F_c > F_i$; y se acepta H_1 ; No tiene una distribución homogénea



Como $F_c > F_t$, es decir $155.582 > 3.92$, se rechaza la H_0 , por lo tanto, se concluye que se tiene una confianza del 95% que las variables DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V No tiene una distribución homogénea.

En conclusión, los resultados de la diferencia de los perímetros de la Estación total – RTK –V y los datos de las diferencias de las áreas de IMU y RTK –V NO SON NORMALES y NO SON HOMOGÉNEOS, por lo que son datos no paramétricos, por lo que se utilizara estadística no paramétrica de Wilcoxon Rank – Sum Test.

4.4.3.4. Prueba no paramétrica Wilcoxon de dif. de perímetros de lotes

- Hipótesis Nula: $mediana1 = mediana2$
- Hipótesis Alt.: $mediana1 \neq mediana2$
- Rango Promedio de muestra 1: 113.086
- Rango Promedio de muestra 2: 131.914
- $W = 8590.5$ valor-P = 0.0367186

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

La prueba W de Mann-Whitney para comparar las medianas de dos muestras. Esta prueba se construye combinando las dos muestras, ordenando los datos de menor a mayor, y comparando los ranqueos promedio de las dos muestras en los datos combinados. Debido a que el valor-P es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente



significativa entre las medianas con un nivel de confianza del 95.0%. EN este caso se acepta la H1 **Existe** diferencia de perímetros de lotes con el levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanillas, 2022.

Se concluye que los perímetros de los lotes obtenidos con Estación total y RTK IMU son estadísticamente diferentes.

4.4.3.5. Grado de precisión del RTK-IMU vs estación total de diferencia de perímetros de lotes

Para la determinación del grado de precisión de los datos obtenidos con los diferentes equipos en la determinación del perímetro, primeramente, se ha de determinar los resultados Estadísticos Generales, las cuales se presentan en la tabla 30.

Tabla 30

Resumen estadístico de perímetros de lotes.

	DIF. ST Y RTK-V	DIF. IMU Y RTK-V
Recuento	122	122
Promedio	-0.0044918	-0.0000163934
Desviación Estándar	0.0346547	0.00411404
Coefficiente de Variación	-771.509%	-25095.7%
Mínimo	-0.109	-0.032
Máximo	0.092	0.007
Rango	0.201	0.039
Sesgo Estandarizado	0.111152	-23.7165
Curtosis Estandarizada	0.986675	84.3175

Nota: Resumen estadística descriptiva.



Para la determinación de la precisión se evaluará con la Desviación Estándar.

Como se puede ver en la Tabla 30, la DS de DIF. IMU Y RTK-V= 0.00411 es menor de la DIF. ST Y RTK-V = 0.03465, por lo que podemos concluir que los perímetros obtenidos con el IMU son más precisos que los perímetros obtenidos con Estación Total.

Para la determinación de la exactitud se ha trabajado con el promedio obtenido.

Como se puede ver de la Tabla 30, que el promedio de DIF. IMU Y RTK-V= -0.0000163934 es menor de la DIF. ST Y RTK-V = -0.0044918, por lo que podemos concluir que los perímetros obtenidos con el IMU son más exactos que los perímetros de lotes obtenidos con Estación Total.

4.4.4. Perímetro de las manzanas

Para probar si hay diferencia en los perímetros de las manzanas calculadas con coordenadas con Estación total y IMU se han establecido 13 perímetros de las manzanas, estas han sido comparadas con los perímetros obtenidos con GPSD en RTK en Vertical ver tabla16.

Antes de realizar las pruebas estadísticas, primero se ha realizado la verificación si los datos provienen de datos normales y homogéneos.

4.4.4.1. Prueba de normalidad para perímetros de manzanas

Se ha empleado la Prueba de SHAPIRO - WILK para los datos de diferencia de las áreas obtenidas con DIF. ST Y RTK-V y los datos DIF. IMU Y RTK-V, por tratarse de una muestra que NO supera los 30 datos, los resultados se muestran en la Tabla 31.

Regla de decisión

H0; Se acepta la hipótesis nula, la muestra tiene una distribución normal

H1; Se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna, la muestra no tiene una distribución normal.

Tabla 31

Prueba de Normalidad de W de Shapiro-Wilk

Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.681186	0.00000296432

Nota: Datos de la prueba de Shapiro-Wilk.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que Col_1 proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

4.4.4.2. Prueba de homogeneidad para perímetros de manzanas

Se ha empleado la prueba de homogeneidad de Levene. Los datos utilizados son los que se presentan en la tabla 33.

Tabla 32

ANOVA para DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V perímetros manzanas.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0.00158496	1	0.00158496	1.63	0.2133
Intra grupos	0.0232697	24	0.00096957		
Total (Corr.)	0.0248547	25			

De la tabla de contraste de valor tabulado F de la distribución (anexo 1), se obtiene el $F_{t(0.95, 1, 24)}$ de 4.26, definiéndose la zona de aceptación de H_0 .

Verificación de varianza

Tabla 33

Prueba de Levene.

	Prueba	Valor-P
Levene's	25.0823	0.0000

De la tabla de contraste de valor tabulado F de la distribución (anexo 1), se obtiene el $F_{t(0.95, 1, 24)}$ de 4.26.

Para la prueba de hipótesis, se tiene la siguiente la zona de aceptación.

H_0 : Se acepta, si $F_c < F_t$; Tiene una distribución homogénea

H_0 : Se rechaza, si $F_c > F_t$; y se acepta H_1 ; No tiene una distribución homogénea



Como $F_c > F_t$, es decir $25.0823 > 4.26$, se rechaza la H_0 , por lo tanto, se concluye que se tiene una confianza del 95% que las variables **DIF. ST Y RTK-V y DIF. IMU Y RTK-V** No tiene una distribución homogénea.

En conclusión, los resultados de las diferencias de las áreas de las manzanas obtenidas con Estación total – RTK –V y los datos de las diferencias de los perímetros de IMU y RTK –V no son normales y no son homogéneos, por lo que son datos no paramétricos, por lo que se utilizara estadística no paramétrica de Wilcoxon Rank – Sum Test.

4.4.4.3. Prueba no paramétrica Wilcoxon para perímetros de manzanas

Comparación de Medianas

- Mediana de muestra 1: 0.001
- Mediana de muestra 2: 0

Prueba W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas

- Hipótesis Nula: $mediana1 = mediana2$
- Hipótesis Alt.: $mediana1 \neq mediana2$
- Rango Promedio de muestra 1: 13.4615
- Rango Promedio de muestra 2: 13.5385

$$W = 85.0 \quad \text{valor-P} = 1.0$$

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

La prueba W de Mann-Whitney para comparar las medianas de dos muestras. Esta prueba se construye combinando las dos muestras, ordenando los datos de menor a mayor, y comparando los rankeos promedio de las dos muestras en los datos combinados. Debido a que el valor-P es mayor ó igual que 0.05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un 95.0%. En este caso se acepta la H_0 **No Existe** diferencia de perímetros de lotes con el levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanillas, 2022.

Se concluye que los perímetros de las manzanas obtenidas con Estación total y RTK IMU son estadísticamente iguales.

4.4.4.4. Grado de precisión de los perímetros de manzanas con RTK-IMU vs estación total

Para la determinación del grado de precisión de los datos obtenidos con los diferentes equipos, primeramente, se ha de determinar los resultados Estadísticos Generales, las cuales se presentan en la tabla 34.

Tabla 34

Resumen Estadístico de perímetros de manzanas.

Características estadísticas	DIF. ST Y RTK-V	DIF. IMU Y RTK-V
Recuento	13	13
Promedio	0.0166923	0.00107692
Desviación Estándar	0.0439382	0.00292864
Coficiente de Variación	263.224%	271.945%
Mínimo	-0.022	-0.004
Máximo	0.12	0.008



Características estadísticas	DIF. ST Y RTK-V	DIF. IMU Y RTK-V
Rango	0.142	0.012
Sesgo Estandarizado	1.97716	1.25376
Curtosis Estandarizada	0.785326	1.39206

Nota: Resumen estadístico descriptivo.

Para la determinación de la precisión se evaluará con la Desviación Estándar.

Como se puede ver en la Tabla 34, la DS de DIF. IMU Y RTK-V= 0.00292864 es menor de la DIF. ST Y RTK-V = 0.0439382, por lo que podemos concluir que los perímetros de las manzanas obtenidas con el IMU son más precisos que los perímetros obtenidos con Estación Total.

Para la determinación de la exactitud se ha trabajado con el promedio obtenido.

Como se puede ver de la Tabla 34 que el promedio de DIF. IMU Y RTK-V= 0.00107692 es menor de la DIF. ST Y RTK-V = 0.0166923, por lo que podemos concluir que los perímetros de las manzanas obtenidas con el IMU son más exactos que los perímetros obtenidos con Estación Total.

4.4.5. Prueba de hipótesis para el tercer objetivo

- Determinar la diferencia de tiempos de ejecución en un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanillas, 2022.

Para determinar la diferencia de tiempos de ejecución en un levantamiento catastral urbano, se menciona las actividades generales realizadas y sus respectivos tiempos, tanto para el levantamiento con Estación Total como con el

sistema RTK-IMU. A continuación, se presenta la Tabla de actividades con sus respectivos tiempos de ejecución.

Tabla 35

Tiempos de ejecución del levantamiento catastral urbano con estación total y RTK IMU.

Item.	Actividades de campo	Duración	Comienzo	Fin
1	grado de precisión del GPSD GNSS con tecnología IMU RTK en un levantamiento catastral urbano en el distrito de cabanilla,2022	22 días	17/03/2022	8/04/2022
1.1	levantamiento catastral con GPSD método RTK IMU	9 días	17/03/2022	26/03/2022
1.1.1	reconocimiento de campo	1 día	17/03/2022	18/03/2022
1.1.2	monumentación	1 día	18/03/2022	19/03/2022
1.1.3	georreferenciación	1 día	19/03/2022	20/03/2022
1.1.4	post proceso de data	1 día	20/03/2022	21/03/2022
1.1.5	informe técnico certificación instituto geográfico nacional levantamiento de lotes y	1 día	21/03/2022	22/03/2022
1.1.6	manzanas con GPS I90 IMU modo RTK	4 días	22/03/2022	26/03/2022
1.2	levantamiento catastral con estación total	13 días	26/03/2022	8/04/2022
1.2.1	reconocimiento de campo	1 día	26/03/2022	27/03/2022
1.2.2	monumentación	1 día	27/03/2022	28/03/2022
1.2.3	georreferenciación	1 día	28/03/2022	29/03/2022
1.2.4	post proceso de data	1 día	29/03/2022	30/03/2022
1.2.5	informe técnico certificación instituto geográfico nacional	1 día	30/03/2022	31/03/2022
1.2.6	poligonal topográfico	1 día	31/03/2022	1/04/2022
1.2.7	ajuste de la poligonal	1 día	1/04/2022	2/04/2022
1.2.8	levantamiento de manzanas y lotes con estación total	6 días	2/04/2022	8/04/2022

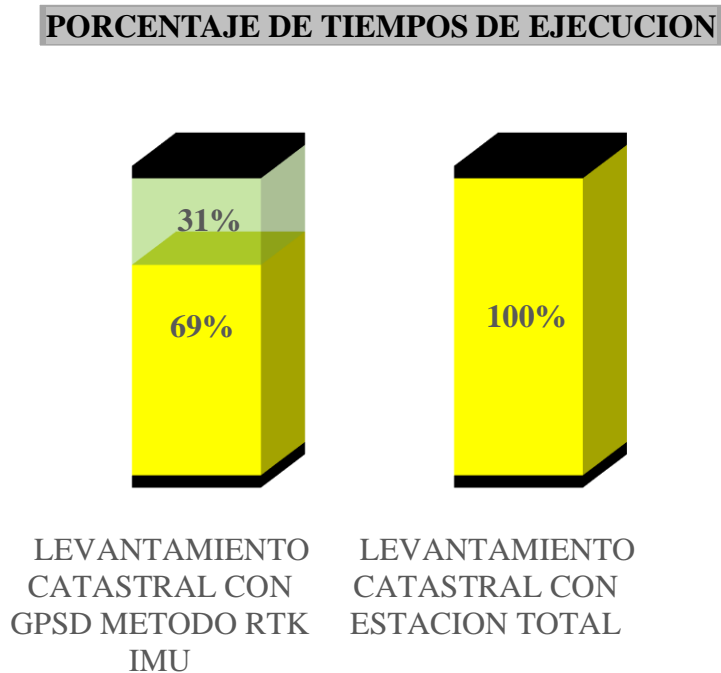
Nota. En la tabla se muestra el cronograma de ejecución de los trabajos de campo con los dos métodos con dos equipos diferentes, estación total y GPSD modo RTK IMU.

Como se observa en la Tabla 35, los tiempos que se han utilizado para un levantamiento con Estación Total son mayores en 4 días, en comparación con el tiempo de 09 días que se toma para realizar el levantamiento catastral con el

sistema RTK IMU, haciendo que se ahorre en un 31% en tiempo tal como muestra la figura 21.

Figura 21

Diferencia en porcentaje de tiempos del levantamiento catastral.



Nota: En la figura se muestra los porcentajes de los tiempos de ejecución con los dos métodos de levantamiento, el porcentaje se calculó en base al tiempo total de la estación total para obtener la diferencia.

4.4.6. Prueba de hipótesis para el cuarto objetivo

- Determinar la diferencia de costos de ejecución en un levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional (estación total) en el distrito de Cabanilla, 2022.

Para la determinación de la diferencia de costos en la ejecución del levantamiento catastral urbano, primeramente, se han colocado los insumos, equipos e instrumentos utilizados, así como las horas hombre del personal de

apoyo, con sus respectivos costos según la cantidad utilizada en dichas actividades, tanto para el levantamiento con Estación Total como con el sistema RTK-IMU. A continuación, se presenta la Tablas de costos según las actividades con sus respectivos costos de ejecución.

Tabla 36

Costos de ejecución del levantamiento catastral urbano con sistema RTK IMU.

COSTOS DE LEVANTAMIENTO CATASTRAL CON GPSD I90 IMU					
Actividad	Detalles	Und. De medida	Cant.	Costo unitario	Precio parcial
	bolsa de cemento	Bls.	2	26	52
	arena	M3	1	50	50
monumentación de 02 puntos control geodésico de orden C	encofrado de madera	Und.	2	25	50
	placa de bronce	Und.	1	100	100
	fierro 1/2	Und.	1	50	50
	pintura en aerosol	Und.	1	7.5	7.5
Georreferenciación	alquiler de equipos GPSD base y Robert.	Días.	5	400	2000
	data ERP	Und.	1	119.6	119.6
Post procesamiento y certificación de punto de control geodésico orden c	ficha técnica	Und.	1	116.7	116.7
	procesamiento línea base e informe técnico	Und.	1	250	250
	certificación IGN de 1 punto orden C	Und.	1	307.7	307.7
Movilidad personal técnico	camioneta, chofer	Días.	7	350	2450
Personal de apoyo		Hh.	64	30	1920
elaboración de planos y ploteo		Hh.	40	14.37	574.8
imprevistos		Global	1	1000	1000
viáticos		Días.	4	150	600
		Días	7	100	700
TOTAL					10348.3

Nota: En la tabla 36 se muestra los costos de ejecución de los trabajos de campo con equipo GPSD modo RTK IMU.

Tabla 37

Costos de ejecución del levantamiento catastral urbano con Estación Total.

COSTOS DE LEVANTAMIENTO CATASTRAL CON ESTACION TOTAL					
Actividad	Detalle	Und. De medida	Cant .	Costo unitario	Precio parcial
	Bolsa de cemento	Bl.	2	26	52
Monumentación de 02 puntos control geodésico de orden C	Arena	M3	1	50	50
	Encofrado de madera	Und	2	25	50
	Placa de bronce	Und	1	100	100
	Fierro 1/2	Und	1	50	50
	Pintura en aerosol	Und	1	7.5	7.5
Georreferenciación	Alquiler de equipos GPSD base y robert.	días	1	400	400
	Data ERP	Und	1	119.6	119.6
Procesamiento y certificación de punto de control geodésico orden c	Ficha técnica	Und.	1	116.7	116.7
	Procesamiento línea base e informe técnico	Und.	1	250	250
	Certificación IGN 1 punto orden C	Und.	1	307.7	307.7
Alquiler de equipo estación total		Días.	7	200	1400
Movilidad camioneta		Días.	10	350	3500
Personal técnico		Hh.	160	30	4800
Personal de apoyo		Hh.	112	14.37	1609.44
Elaboración de planos y ploteo		Global.	1	1000	1000
Imprevistos		Días.	8	150	1200
Viáticos		Días.	10	100	1000
TOTAL S/.					16012.94

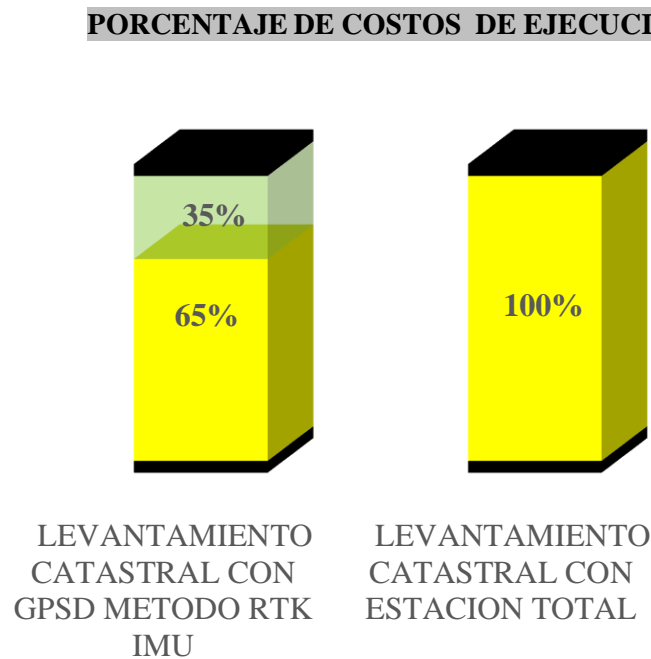
Nota: En la tabla 37 se muestra los costos de ejecución de los trabajos de campo con equipo estación total.

Como puede observarse en la Tablas 36 y 37, los costos que se han utilizado para un levantamiento con Estación Total son de 16,012.94 soles, en comparación con el costo de 10348.3 soles que se toma para realizar el

levantamiento catastral con el sistema RTK IMU, haciendo que se ahorró en un 35% con el uso del sistema RTK-IMU.

Figura 22

Diferencia en porcentaje del costo de ejecución del levantamiento catastral.



Nota: En la figura se muestra los porcentajes de los costos de ejecución con los dos métodos de levantamiento, el porcentaje se calculó en base al costo total de la estación total para obtener la diferencia.

4.5. CALCULO DE TOLERANCIAS CATASTRALES REGISTRALES

Con la finalidad de verificar nuestros resultados se realiza el análisis de diferencia de áreas respecto a las tolerancias permisibles según los rangos de áreas m².

Tabla 38

Rangos de tolerancia catastral urbano.

NATURALEZA URBANA	
Rango de áreas (m ²)	tolerancia (%)
Menores de 200	2.5
De 200 a 1000	2.0
Mayores a 1000	1.0

Nota: en la tabla 38 se muestra los rangos de tolerancia catastral urbano en base a rango de área en m².

Fuente directiva n°01-20080SNCP/CNC.

Tabla 39

Análisis de diferencias respecto a las tolerancias catastrales registrales.

Can t.	Desc.	Dif. De áreas m ² entre ET y RTK (V)	Dif. De áreas m ² entre RTK (IMU) Y RTK (V)	Tolerancia registral permisible m ²	% de error de áreas ET vs RTK (V)	% de error de áreas RTK IMU vs RTK (V)	% Tolerancia registral según rango de área
1	Lote	-0.111	-0.060	12.211	-0.01%	0.00%	1%
2	Lote	-0.084	-0.048	14.813	-0.01%	-0.01%	2%
3	Lote	0.508	-0.024	14.924	0.07%	0.00%	2%
4	Lote	0.108	-0.066	8.833	0.02%	-0.01%	2%
5	Lote	-0.034	-0.037	8.460	-0.01%	-0.01%	2%
6	Lote	-0.110	0.000	8.322	-0.03%	0.00%	2%
7	Lote	-0.394	-0.029	12.490	-0.06%	0.00%	2%
8	Lote	-0.152	-0.067	12.613	-0.01%	-0.01%	1%
9	Lote	1.473	-0.008	14.063	0.21%	0.00%	2%
10	Lote	0.163	-0.044	12.625	0.03%	-0.01%	2%
11	Lote	0.417	-0.046	15.694	0.05%	-0.01%	2%
12	Lote	-0.004	-0.075	16.788	0.00%	-0.01%	2%
13	Lote	0.550	-0.063	18.170	0.06%	-0.01%	2%
14	Lote	-0.456	-0.010	7.698	-0.12%	0.00%	2%
15	Lote	-0.367	-0.014	6.968	-0.11%	0.00%	2%
16	Lote	0.142	-0.016	9.317	0.03%	0.00%	2%
17	Lote	0.056	-0.001	5.826	0.02%	0.00%	2%
18	Lote	-0.114	0.000	4.256	-0.05%	0.00%	2%
19	Lote	-0.041	0.016	6.841	-0.01%	0.00%	2%
20	Lote	0.134	0.012	9.094	0.03%	0.00%	2%



Can t.	Desc.	Dif. De áreas m ² entre ET y RTK (V)	Dif. De áreas m ² entre RTK (IMU) Y RTK (V)	Tolerancia registral permisible m ²	% de error de áreas ET vs RTK (V)	% de error de áreas RTK IMU vs RTK (V)	% Tolerancia registral según rango de área
21	Lote	-0.340	0.053	14.137	-0.05%	0.01%	2%
22	Lote	-0.106	-0.034	15.688	-0.01%	0.00%	2%
23	Lote	-0.008	-0.011	4.299	0.00%	-0.01%	2.5%
24	Lote	0.019	0.002	7.442	0.01%	0.00%	2%
25	Lote	0.005	0.000	4.303	0.00%	0.00%	2.5%
26	Lote	-0.002	-0.004	1.913	0.00%	-0.01%	2.5%
27	Lote	0.052	0.002	6.180	0.02%	0.00%	2%
28	Lote	-0.087	-0.029	11.177	-0.02%	-0.01%	2%
29	Lote	0.148	0.001	18.556	0.02%	0.00%	2%
30	Lote	0.219	0.009	10.844	0.04%	0.00%	2%
31	Lote	0.177	-0.043	12.748	0.03%	-0.01%	2%
32	Lote	0.453	-0.022	8.743	0.10%	-0.01%	2%
33	Lote	0.028	-0.011	9.768	0.01%	0.00%	2%
34	Lote	0.278	-0.015	7.414	0.07%	0.00%	2%
35	Lote	-0.255	-0.010	19.901	-0.03%	0.00%	2%
36	Lote	0.186	-0.009	15.409	0.02%	0.00%	2%
37	Lote	-0.216	-0.013	16.157	-0.03%	0.00%	2%
38	Lote	0.590	0.009	17.507	0.07%	0.00%	2%
39	Lote	-0.321	-0.002	16.685	-0.04%	0.00%	2%
40	Lote	-0.031	-0.034	18.464	0.00%	0.00%	2%
41	Lote	-0.123	0.016	10.612	-0.02%	0.00%	2%
42	Lote	0.001	-0.002	14.141	0.00%	0.00%	2%
43	Lote	-0.367	-0.008	14.967	-0.05%	0.00%	2%
44	Lote	-0.109	-0.002	14.858	-0.01%	0.00%	2%
45	Lote	0.286	-0.001	10.138	0.03%	0.00%	1%
46	Lote	-0.019	0.017	6.728	-0.01%	0.01%	2%
47	Lote	0.019	-0.006	7.721	0.00%	0.00%	2%
48	Lote	-0.250	-0.005	14.842	-0.03%	0.00%	2%
49	Lote	0.734	0.014	13.566	0.11%	0.00%	2%
50	Lote	0.067	-0.063	18.170	0.01%	-0.01%	2%
51	Lote	-0.094	0.062	51.714	0.00%	0.00%	1%
52	Lote	-0.115	-0.046	14.180	-0.01%	0.00%	1%
53	Lote	-0.713	-0.030	15.086	-0.09%	0.00%	2%
54	Lote	0.400	0.011	7.964	0.10%	0.00%	2%
55	Lote	-0.475	0.013	4.709	-0.25%	0.01%	2.5%
56	Lote	-1.020	-0.044	16.286	-0.13%	-0.01%	2%



Can t.	Desc.	Dif. De áreas m ² entre ET y RTK (V)	Dif. De áreas m ² entre RTK (IMU) Y RTK (V)	Tolerancia registral permissible m ²	% de error de áreas ET vs RTK (V)	% de error de áreas RTK IMU vs RTK (V)	% Tolerancia registral según rango de área
57	Lote	0.107	0.003	7.485	0.03%	0.00%	2%
58	Lote	0.075	0.201	13.891	0.01%	0.01%	1%
59	Lote	0.503	0.227	7.765	0.13%	0.06%	2%
60	Lote	-0.054	-0.025	14.134	0.00%	0.00%	1%
61	Lote	1.294	-0.007	15.159	0.09%	0.00%	1%
62	Lote	0.002	-0.018	10.767	0.00%	0.00%	1%
63	Lote	1.508	-0.003	11.515	0.13%	0.00%	1%
64	Lote	0.787	-0.036	28.394	0.03%	0.00%	1%
65	Lote	0.663	0.005	11.432	0.06%	0.00%	1%
66	Lote	-0.046	0.060	20.867	0.00%	0.00%	1%
67	Lote	-0.637	-0.427	18.767	-0.03%	-0.02%	1%
68	Lote	0.420	0.001	6.634	0.13%	0.00%	2%
69	Lote	-0.471	-0.037	16.603	-0.06%	0.00%	2%
70	Lote	0.330	0.012	10.873	0.06%	0.00%	2%
71	Lote	-0.470	-0.003	6.153	-0.15%	0.00%	2%
72	Lote	0.011	0.003	4.972	0.01%	0.00%	2.5%
73	Lote	0.198	0.013	4.041	0.10%	0.01%	2%
74	Lote	-0.245	-0.003	9.491	-0.05%	0.00%	2%
75	Lote	-0.495	-0.022	15.790	-0.06%	0.00%	2%
76	Lote	1.410	0.079	36.642	0.04%	0.00%	1%
77	Lote	-0.216	-0.001	7.738	-0.06%	0.00%	2%
78	Lote	-0.227	-0.019	9.841	-0.05%	0.00%	2%
79	Lote	-0.075	-0.001	5.162	-0.03%	0.00%	2%
80	Lote	-0.296	0.009	4.381	-0.14%	0.00%	2%
81	Lote	-0.127	0.010	8.252	-0.03%	0.00%	2%
82	Lote	0.312	0.000	4.272	0.15%	0.00%	2%
83	Lote	0.164	0.000	3.871	0.11%	0.00%	2.5%
84	Lote	-0.026	0.006	13.058	0.00%	0.00%	2%
85	Lote	0.529	-0.002	5.411	0.20%	0.00%	2%
86	Lote	-0.973	-0.011	7.869	-0.25%	0.00%	2%
87	Lote	2.251	0.040	29.522	0.08%	0.00%	1%
88	Lote	-0.036	-0.002	2.444	-0.04%	0.00%	2.5%
89	Lote	-0.114	0.002	1.522	-0.19%	0.00%	2.5%
90	Lote	-0.005	0.005	3.223	0.00%	0.00%	2.5%
91	Lote	-0.153	0.008	1.654	-0.23%	0.01%	2.5%
92	Lote	0.114	0.008	2.014	0.14%	0.01%	2.5%



Can t.	Desc.	Dif. De áreas m ² entre ET y RTK (V)	Dif. De áreas m ² entre RTK (IMU) Y RTK (V)	Tolerancia regstral permisible m ²	% de error de áreas ET vs RTK (V)	% de error de áreas RTK IMU vs RTK (V)	% Tolerancia regstral según rango de área
93	Lote	-0.058	0.007	4.769	-0.03%	0.00%	2.5%
94	Lote	-0.340	-0.078	12.748	-0.05%	-0.01%	2%
95	Lote	-0.243	-0.004	8.257	-0.06%	0.00%	2%
96	Lote	0.118	0.016	16.153	0.01%	0.00%	2%
97	Lote	-0.381	0.022	8.565	-0.09%	0.01%	2%
98	Lote	-0.407	0.005	12.635	-0.06%	0.00%	2%
99	Lote	-0.056	0.040	12.302	-0.01%	0.01%	2%
100	Lote	-0.336	0.010	7.314	-0.09%	0.00%	2%
101	Lote	0.075	-0.018	6.091	0.02%	-0.01%	2%
102	Lote	-0.244	0.008	6.518	-0.07%	0.00%	2%
103	Lote	-0.001	0.015	4.779	0.00%	0.01%	2.5%
104	Lote	0.605	-0.015	11.553	0.05%	0.00%	1%
105	Lote	-0.842	0.003	13.590	-0.12%	0.00%	2%
106	Lote	0.177	-0.003	4.878	0.07%	0.00%	2%
107	Lote	0.478	0.008	14.305	0.07%	0.00%	2%
108	Lote	-0.046	0.000	2.682	-0.04%	0.00%	2.5%
109	Lote	0.506	-0.035	10.020	0.10%	-0.01%	2%
110	Lote	-0.126	-0.015	6.980	-0.04%	0.00%	2%
111	Lote	-0.967	0.000	6.958	-0.28%	0.00%	2%
112	Lote	0.617	0.012	6.633	0.19%	0.00%	2%
113	Lote	-0.513	-0.043	6.727	-0.15%	-0.01%	2%
114	Lote	0.339	0.294	7.298	0.09%	0.08%	2%
115	Lote	-0.227	-0.001	5.159	-0.09%	0.00%	2%
116	Lote	-0.390	-0.001	15.135	-0.03%	0.00%	1%
117	Lote	0.654	-0.003	7.123	0.18%	0.00%	2%
118	Lote	0.224	0.000	4.616	0.10%	0.00%	2%
119	Lote	0.042	-0.018	4.874	0.02%	-0.01%	2.5%
120	Lote	0.686	0.039	7.669	0.18%	0.01%	2%
121	Lote	-0.616	-0.157	10.444	-0.12%	-0.03%	2%
122	Lote	-0.132	0.000	4.834	-0.05%	0.00%	2%
1	Manzan a	0.420	-0.199	31.496	0.01%	-0.01%	1%
2	Manzan a	1.576	-0.412	77.910	0.02%	-0.01%	1%
3	Manzan a	0.114	-0.026	65.600	0.00%	0.00%	1%

Can t.	Desc.	Dif. De áreas m ² entre ET y RTK (V)	Dif. De áreas m ² entre RTK (IMU) Y RTK (V)	Tolerancia registral permisible m ²	% de error de áreas ET vs RTK (V)	% de error de áreas RTK IMU vs RTK (V)	% Tolerancia registral según rango de área
4	Manzan a	0.148	-0.101	117.097	0.00%	0.00%	1%
5	Manzan a	0.472	-0.119	34.427	0.01%	0.00%	1%
6	Manzan a	-1.204	-0.070	103.314	-0.01%	0.00%	1%
7	Manzan a	0.344	0.651	65.128	0.01%	0.01%	1%
8	Manzan a	-0.362	-0.016	137.287	0.00%	0.00%	1%
9	Manzan a	0.193	0.044	101.323	0.00%	0.00%	1%
10	Manzan a	0.044	-0.017	152.551	0.00%	0.00%	1%
11	Manzan a	-0.349	0.014	30.819	-0.01%	0.00%	1%
12	Manzan a	-0.682	0.010	30.957	-0.02%	0.00%	1%
13	Manzan a	-0.063	0.028	27.395	0.00%	0.00%	1%

Nota: en la tabla se muestra la comparación de diferencia de áreas frente a las tolerancias catastrales registrales en porcentajes.

4.6. DISCUSIÓN

4.6.1. Ámbito nacional

De acuerdo a los resultados encontrados por Morales, (2022) en su tesis titulada "Optimización de levantamiento topográfico y la aplicación de sistema global de navegación por satélite en la trocha carrozable del Centro Poblado La Ensenada 2022" tuvo como objetivo optimizar los levantamientos topográficos aplicando el sistema global de navegación por satélite. Donde utilizo el equipo



GPS IMU South Galaxy G1 Plus para optimizar el levantamiento topográfico y reducir el tiempo y recursos en la ejecución. Como resultado concluye que el rendimiento por jornal de 8 h igual a un día se tuvo que en el levantamiento con la estación total fue de 1.675 Km de Longitud y 3.465 Km con el receptor GNSS en longitud trabajada, el costo para el levantamiento con la estación total fue igual a/ 640.20 por km de longitud trabajada y con el receptor GNSS el monto total de s/ 504.82 por Km.

Con el cual se coincide en los resultados obtenidos con respecto a tiempo de rendimiento del levantamiento topográfico con RTK IMU que representaría el 52% de ahorro con respecto al avance con levantamiento topográfico estación total y en base nuestro resultado el tiempo que se ocupó en realizar el levantamiento topográfico catastral con RTK IMU tenemos un 31% de ahorro de tiempo en referencia al tiempo de ejecución del levantamiento topográfico catastral con estación total.

Según la directiva N°01- 2008 – SNCP/CNC “tolerancias catastrales – registrales” Las tolerancias catastrales registrales se refieren a los márgenes de tolerancia utilizados en las mediciones de superficies de propiedades urbanas y rurales. Estas tolerancias son establecidas por la geomática con el objetivo de garantizar la precisión y organización del catastro, facilitando así la inscripción de transacciones y cargas en el registro de propiedades. Las tolerancias catastrales registrales se visualizan en la tabla 38.

Al cual respondemos; según los resultados de las diferencias de áreas obtenidas de los métodos de medición del levantamiento catastral con estación total, GPSD método RTK IMU y GPSD método RTK. Contrastados con las



tolerancias catastrales registrales que se muestra en la tabla N°39 se verifica que los resultados no superan las tolerancias porcentuales según el rango de áreas m² que se muestra en la tabla de naturaleza urbana. Por lo que la propuesta de realizar un levantamiento catastral urbano con GPSD en modo RTK IMU muestra resultados favorables.

4.6.2. **Ámbito local**

Según Vizcarra y Vizcarra, (2019) Tuvo como objetivo general comparar el control topográfico utilizado en la construcción de la presa de relaves, utilizando tanto una estación total como un GPS diferencial en modo RTK, como resultado del análisis no hay diferencias significativas en el replanteo entre la estación total y el GPS diferencial, ya que se encuentran en un rango de 1 a 12 mm. en norte, de 1 a 14 mm. en este y de 0 a 13 mm. Además, se observó que existe una diferencia significativa en el tiempo de control topográfico y durante el replanteo entre ambos equipos a las características propias de la ubicación del proyecto.

Se reafirma los resultados respecto al a tiempo existe una diferencia significativa al realizar el control topográfico y replanteo con GPS diferencial en modo RTK y estación total, entendiéndose que con el GPS diferencial en modo RTK se ocupa menos tiempo. En relación a la precisión según el cálculo estadístico no hay diferencia significativa, según nuestros resultados en relación al cálculo estadístico de diferencia de áreas son estadísticamente iguales.



V. CONCLUSIONES

De acuerdo al objetivo general, el grado de precisión del levantamiento catastral urbano con GPSD GNNSS con tecnología IMU-RTK en la obtención de áreas de lotes, áreas de manzanas, perímetros de lotes y perímetros de manzanas tienen valores Estadísticos de Desviación Estándar (DS) de 0.062, 0.2351, 0.00411 y 0.00293 respectivamente, valores mucho menores a las precisiones de la Estación Total con valores estadísticos de Desviación Estándar de 0.483, 0.6592, 0.03465 y 0.0439, existiendo una diferencia estadística, concluyendo que se obtiene mejores precisiones en los levantamientos catastrales urbanos con el GPSD GNSS con Tecnología IMU-RTK.

Respecto del primer objetivo específico mediante un levantamiento catastral con el uso de GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional con estación total, con respecto a las áreas de los lotes se ha determinado que estadísticamente no existe diferencia entre ambos métodos de levantamiento catastral, con un valor-P de 0.520141 y un valor W de 7797.0 según la Prueba de Mann-Whitney (Wilcoxon). Igualmente, las áreas de las manzanas obtenidas por los dos métodos son estadísticamente iguales con un Valor-P de 0.644409 y un valor W de 75.0 según la Prueba de Mann-Whitney (Wilcoxon).

En relación al segundo objetivo específico mediante un levantamiento catastral con el uso de GPSD GNSS con tecnología IMU RTK y el método convencional con estación total, con respecto a los perímetros de lotes se ha determinado que estadísticamente existe diferencia con un valor-P de 0.0367186 y un valor W de 8590.5 según la Prueba de Mann-Whitney (Wilcoxon). Sin embargo, los perímetros de las manzanas obtenidas por los dos métodos son estadísticamente iguales con un Valor-P de 1.000 y un valor W de 85.0 según la Prueba de Mann-Whitney (Wilcoxon).



De acuerdo al tercer objetivo específico en base al tiempo de ejecución DE UN levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK es aproximadamente de 9 días, y el tiempo por el método convencional (Estación Total) es de 13 días. Por lo que se concluye que los tiempos necesarios para un levantamiento con Estación Total son mayores en 4 días, haciendo que se ahorre en un 31% en tiempo con el GPSD GNSS Sistema IMU-RTK.

Finalmente, respecto del cuarto objetivo específico relacionado a los costos de ejecución se concluye que existe un 35% de ahorro al ejecutar un levantamiento topográfico catastral con GPSD GNSS con tecnología IMU RTK.



VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda emplear el uso del equipo topográfico GPS diferencial con sistema IMU RTK para levantamiento topográficos catastrales, ya que proporciona resultados similares a los resultados que muestra un levantamiento con estación total, asimismo reduce los tiempos de ejecución y optimiza los costos.

Se debe realizar los levantamientos con GPS Diferencial con tecnología IMU – RTK con inclinaciones máximas de 30 grados con respecto a la vertical, ya que, al elevar el ángulo de inclinación la compensación varía en precisión.

Se recomienda que al realizar el establecimiento de los puntos de control sean ubicados en áreas donde no haya interferencias para una buena recepción de señal con el fin de tener una mejor calidad de obtención de datos en tiempo real, considerar las especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global del Instituto Geográfico Nacional Perú.

Se recomienda que los equipos a utilizar cuentan con un certificado de calibración lo que nos permitirá obtener mejores resultados y disminuir márgenes de error en un levantamiento catastral.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aroni De la Cruz, J. L. (2021). *Análisis del levantamiento catastral GNSS (RTK) y base gráfica COFOPRI, de predios afectados por derecho de vía, región Ancash, 2020*. Tesis. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14076/22209>.
- Alfaro Diaz, J. (2020). *El catastro y el planeamiento urbano en el Perú*.
- Arenzana Hernández, V. (2010). *Medida del área de un recinto por procedimientos mecánicos. Fundamentos matemáticos del planímetro*. 1–8.
- Baybura, T., Tiryakioğlu, İ., Ali Uğur, M., Solak, H., & Şafak, Ş. (2019). *Examining the Accuracy of Network RTK and Long Base RTK. Research Article*. Obtenido de https://pdfs.semanticscholar.org/e72b/29e80e859d9e69b11d239062b3e41a8f9641.pdf?_gl=1*_1jto2k2*_ga*ODA4NDkxMzQ0LjE2OTcwODU1NzY.*_ga_H7P4ZT52H5*MTY5NzgyODYxMy4zLjAuMTY5NzgyODYyMi41MS4wLjA.
- Blandon Santana, A., & Mosquera A, I. D. (2005). *Planimetría*. Facultad de Ingeniería.
- Calero, J., Margarita Magaña Monge, N., & Oswaldo Soriano Melgar, A. (n.d.). *Análisis comparativo entre levantamientos topográficos con estación total como método directo y el uso de drones y GPS como métodos indirectos*.
- Casanova Matera, L. (2002). *Topografía plana*. MERIDA.
- Coelho Júnior, J. M., Rolim Neto, F. C., & C. O. Andrade, J. da S. (2020). *Topografía geral* 2a Ed: Vol. 2a Ed.
- Chambilla Risalazo, H., & Mamani Mamani, N. (2018). *Diferencia de áreas de los predios catastrales con estación total, drone e imágenes satelitales del Centro Poblado de Salcedo – Puno*. tesis. Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/10581>
- Dammalage, T., & Samarakoon, L. (2008). *Test Results of RTK and Real-Time DGPS Corrected Observations Based on NTRIP Protocol. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*.



- 1119-1124. Obtenido de
https://www.isprs.org/proceedings/XXXVII/congress/2_pdf/13_SS-15/04.pdf
- Davila Araiza, L. F. (2016). *MINIMIZACIÓN DEL ERROR DE POSICIÓN DE UN OBJETO EN MOVIMIENTO MEDIANTE UN SISTEMA GPS/IMU*. tesis. Universidad Autónoma de zacatecas, zacatecas.
- Directiva-Nro-01-2008-SNCP-CNC-Tolerancias-Catastrales-y-Registrales. (n.d.).
- Ferreccio, N. (2006). *Análisis de la técnica RTK*. Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). Obtenido de
<https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/view/227/203/676-1>
- Guimet Pereña, J. (2003). *Descripción y Teoría General del Catastro*.
<https://es.scribd.com/document/321919074/Descripcion-y-Teoria-General-Del-Catastro>.
- IGN. (2015). *Especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global*. Lima. Obtenido de
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/670923/ESPECIFICACIONES-TECNICAS-PARA-POSICIONAMIENTO.pdf?v=1588286032>
- Ibáñez Asensio, S., Gisbert Blanquer, J. M., & Moreno Ramón, H. (2011). *El Sistema de Coordenadas UTM*. 1–9.
- JING , Y., HAO, L., LING, Y., MING, L., YA, B., & JUNJIONG, S. (2020). *Performance Assessment of Single Frequency GNSS*. *Journal of Physics*, 9. Obtenido de <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1544/1/012166>
- Luo, X., Schaufler, S., Carrera, M., & Celebi, I. (2018). *High-Precision RTK Positioning with Calibration-Free Tilt Compensation*. articulo, 17. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/325022922_High-Precision_RTK_Positioning_with_Calibration-Free_Tilt_Compensation
- Morales Yamunaque, G. (2022). *Optimización de levantamiento topográfico y la aplicación de sistema global de navegación por satélite en la trocha carrozable*



del Centro Poblado La Ensenada 2022. Tesis. Universidad Cesar Vallejo, lima.
Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/98883>.

Mendoza Dueñas, J. (2019). *Topografía y Geodesia*. Lima: Editores Maraucano
E.I.R.L.

Osorio Campillo, H., & Rojas Sánchez, E. (2011). *La cartografía como medio
investigativo y pedagógico*. DEARQ, 1–19. <http://dearq.uniandes.edu.co>.

Pachas L., R. (2009). *El levantamiento topográfico: uso del gps y estación total* (Issue
16).

TERÁN LIMAICO, E. J. (2022). *Análisis de los aspectos técnicos y económicos de los
equipos. tesis.* Universidad Tecnica del Norte, Ibarra - Ecuador. Obtenido de
[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12654/2/03%20AGN%20090
%20TRABAJO%20GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12654/2/03%20AGN%20090%20TRABAJO%20GRADO.pdf)

Tuan, L., Hong Ping, Z., Xiaoji, N., & Zhouzheng, G. (2017). *Tightly-Coupled
Integration of Multi-GNSS Single-Frequency RTK and MEMS-IMU for
Enhanced Positioning Performance. Article, 22.* Obtenido de
<https://doi.org/10.3390/s17112462>

Villalba Sánchez, N. (2016). *Topografía Aplicada*. lima: Editorial Macro.

Vizcarra Quispe, H., & Vizcarra Quispe, A. E. (2019). *Comparación de control
topográfico, replanteo en la construcción, presa relaves con estación total y GPS
diferencial en tiempo real (RTK), Minera Las Bambas – Apurímac. tesis.*
Universidad Nacional del Altiplano, Puno. Obtenido de
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/10761>

Zaldívar Del Águila, R., & Duffóo Sánchez, V. (2021). *Dos Siglos Sin Ti: La falta de
un verdadero catastro en el Perú y sus consecuencias*. FORSETI, 10, 1–39.
<https://dle.rae.es/catastro>.



ANEXOS

ANEXO 1. Tabla de distribución F (0.05).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15	20	24	30	40	60	120
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.0	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93



20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.87	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35

Fuente: (Trapero *et al.*, 2010)

En las columnas se encuentran los valores F que corresponden al área 0.05 a la derecha.

En las columnas se encuentran los grados de libertad del numerador

En los renglones se encuentran los grados de libertad del denominador.

ANEXO 1. Reconocimiento del área de trabajo de investigación



ANEXO 2. Profundidad de excavación mayor a 60 cm.



ANEXO 3. Vaciado de monumento en molde.



ANEXO 4. Medida de la altura del instrumento.



ANEXO 5. Premarcado de vértices de lote y manzanas.



ANEXO 6. Levantamiento modo IMU RTK de vértices lotes.



ANEXO 7. Inicio de la poligonal.



ANEXO 8. Comprobación de distancias con estación total.







ANEXO 9. Levantamiento catastral urbano con GPSD en modo RTK (v) y RTK IMU.



ANEXO 10. Levantamiento catastral urbano con GPSD GNSS MODO RTK (v).



ANEXO 11. A.1 Ficha monográfica del punto base PUN07142.

		ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA	
		DESCRIPCION MONOGRAFICA	
NOMBRE	CODIGO	LOCALIDAD	ESTABLECIDA POR:
PUN07142	PUN07142	CABANILLA	ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA
UBICACION		CARACTERISTICAS DE LA MARCA	
PUNO - LAMPA - CABANILLA		PLACA DE BRONCE	
LATITUD (S) WGS84	LONGITUD (W) WGS84	NORTE (N) WGS84	ESTE (E) WGS84
15° 37' 13.79646"	70° 20' 49.96903"	8272584.925	355579.123
ALTURA ELIPSOIDAL		ELEVACION (EGM-08)	ZONA UTM
3922.640		3876.788	19
ORDEN DEL PUNTO GEODESICO			
ORDEN "C"			
CROQUIS TOPOGRAFICO		FOTO DE RASTREO DE ANTENA	
			
		FOTO DEL HITO	
			
DESCRIPCION			
<p>El punto PUN07142 Se encuentra ubicado al Oeste de la iglesia colonial San Juan Bautista a 74 m aprox. en el parque San Isidro del distrito de Cabanilla. El acceso al punto PUN07142 es por la carretera pavimentada partiendo desde el distrito de Juliaca con dirección al Distrito de Cabanilla 32km aprox. llegando hasta la Plaza de armas del distrito mencionado.</p> <p>El pilar de concreto tiene medidas de 40 x 40 cm (largo x ancho), con una profundidad de 60 cm con 2 varillas de fierro de 50 cm y con un espesor de ½ pulgada, en el centro del monumento esta incrustado una placa de bronce con su debida descripción.</p>			
DESCRITA / RECUPERADA	REVISADO	JEFE DE PROYECTO	FECHA



ANEXO 12. Solicitud de código para punto geodésico.




SOLICITUD DE CÓDIGOS PARA PUNTOS GEODÉSICOS

RELLENAR LOS SIGUIENTES DATOS:

PERSONA NATURAL / JURÍDICA A LA CUAL SE CERTIFICARÁN LOS PUNTOS GEODÉSICOS	ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA TOPOGRAFICA Y AGRIMENSURA
TELÉFONO Y/O CELULAR	943969095
CORREO ELECTRÓNICO	shirleyalexi@hotmail.com
CANTIDAD DE PUNTOS GEODÉSICOS	UNO(01)

Datos del Punto Geodésico 01	
ORDEN DE PUNTO GEODÉSICO	"C"
DEPARTAMENTO(**)	PUNO
PROVINCIA(**)	LAMPA
CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO 01 (*)	PUN07142

FIRMA, POSTFIRMA Y SELLO DE LA PERSONA NATURAL/JURÍDICA RESPONSABLE	
---	--

FIRMA Y SELLO DE LA SUB DIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES	 <p>S. PALACIOS A. SO3 EP Sub Dirección de Certificaciones 14/03/2022</p>
--	--

(*) Esta codificación no define límites políticos administrativos

(**) Tener precaución de indicar correctamente la provincia y departamento en los que se realizará el levantamiento. En caso de que el código no perteneciera a la provincia y/o departamento en el que se realizaron los trabajos, no se podrá proceder con la certificación.

AVISO!

1. Enviar la solicitud del código obligatoriamente en formato excel (Ejemplo: *.xlsx/*.xls) al correo certificacionign@ign.gob.pe, de lo contrario su solicitud no podrá admitida y respondida.
2. El código asignado por la Sub Dirección de Certificaciones del Instituto Geográfico Nacional tendrá validez por un tiempo no mayor a 6 meses para su certificación, caso contrario, será anulado y asignado para otros proyectos.

ANEXO 13. ficha técnica de la ERP PU02

	INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO	
<u>FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS DE RASTREO PERMANENTE</u>		
0. DATOS GENERALES:		
Preparado por:	Departamento de Procesamiento Geodésico	
Realizado:	30 de noviembre de 2020	
Versión:	3.1.0	
1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:		
Nombre:	Juliaca	
Código Nacional:	PU02	
Código Internacional:	42228M001	
Inscripción:	Placa de bronce	
Orden de la estación:	"0"	
Fecha de monumentación:	3 de abril de 2010	
2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:		
Departamento:	Puno	
Provincia:	San Román	
Distrito:	Juliaca	
Ubicación de la estación:	Universidad Peruana la Unión	
		
CROQUIS DE UBICACIÓN		
		
FECHA: 21/03/2022 16:50 / COMPROBANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: R001-003753		
PU02 1 4		



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



3. COORDENADAS DE LA ESTACIÓN:

Sistema de referencia: GRS80 / WGS84	Marco de referencia: ITRF2000
--------------------------------------	-------------------------------

3.1. GEODÉSICAS:

Latitud (S)	Longitud (O)
15°30'51.75428"	70°10'45.77081"
Altura Elipsoidal (m)	Factor de escala combinado
3880.6368	0.999797846646

3.2. CARTESIANAS

X (m)	Y (m)	Z (m)
2085642.8147	-5786561.0415	-1696048.2441

3.3. UTM

Este (m)	Norte (m)
373508.2286	8284432.1650
Zona: 19 Sur	

4. INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO GNSS

4.1. RECEPTOR:

Modelo: NET R9 TRIMBLE, Doble frecuencia
N° de serie: 5742R51312
Versión del firmware: 5.22
Fecha de instalación: 10 de mayo de 2018
Ubicación del receptor: El receptor se encuentra dentro de una caja metálica de color blanco humo empotrada a la pared, ubicada en el Laboratorio del Colegio Adventista del Titicaca de la mencionada universidad.

4.2. ANTENA:

Modelo: Zephyr Geodetic Model 3 (L1,L2) Trimble
N° de serie: 1551129465
Cubierta protectora: con domo
Medición de la antena: ARP (Base de soporte de la antena)
Altura de la antena: 0.0750 m
Fecha de instalación: 10 de mayo de 2018
Ubicación de la antena: La antena se encuentra sobre un monumento de concreto de 2.00 m de alto y 40 cm x 40 cm de ancho de color azul, ubicada en el techo de la oficina de informática de la mencionada universidad.

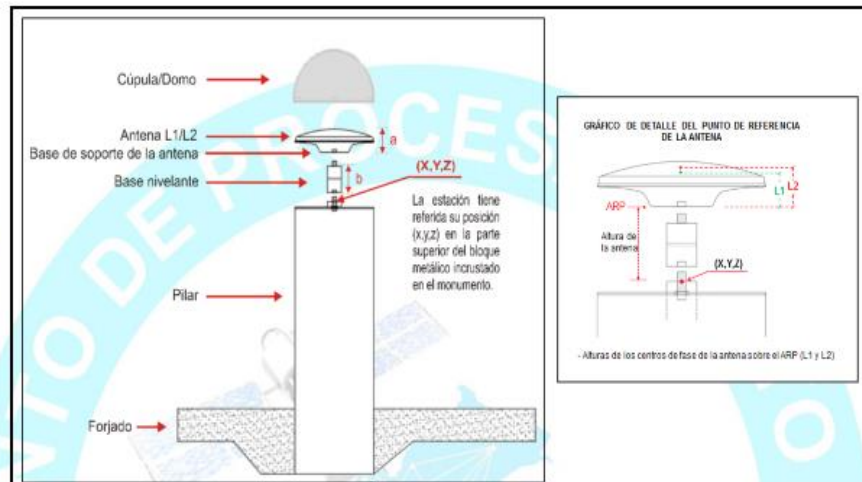


INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



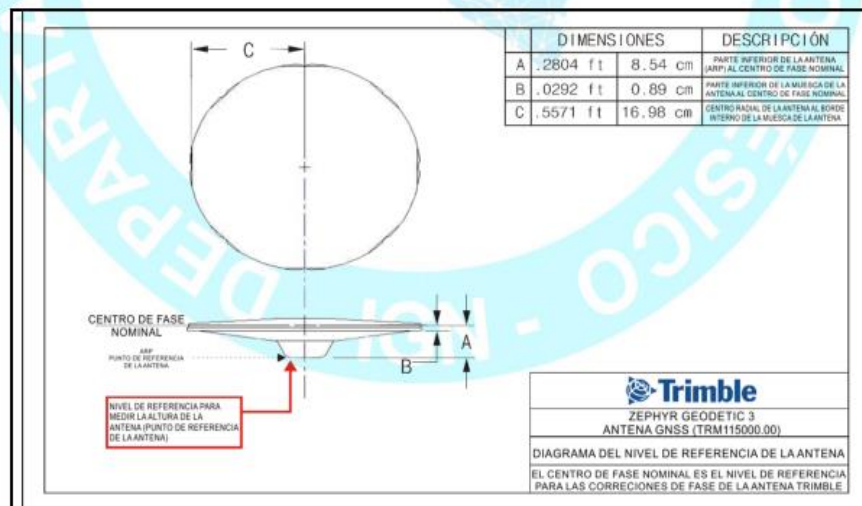
5. ESQUEMA DE LA ESTACIÓN

5.1. ESQUEMA DE ALTURA DE LA ANTENA



a = 8.54 cm	Distancia de compensación del centro de fase. (Phase Center Offset)
b = 7.50 cm	Distancia entre la base de soporte de la antena y el límite superior del bloque metálico incrustado en el monumento.

5.2. DIMENSIONES DE LA ANTENA





INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



6. INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESAMIENTO

Área de mantenimiento: DPG
Área de control: DPG
Área de procesamiento: DPG
Observables: L1, L2, C1, P2
Intervalo de registro: 5 seg
Máscara de elevación: 5°
Archivo diario: 24 HRS
Formato de archivo nativo: *T02
Datos para el procesamiento: 06 al 19 de septiembre de 2020
Tipo de órbita: Efemérides precisas finales
Archivo procesado: Rinex 2.11
Software de procesamiento: Gamit / Globk V 10.71
Procesador y analista GNSS: Lic. Franklin Maylle Gamarra
Revisado por: CAP. EP. Rogger Montoya Monroy

7. CONTACTOS

Oficina: Departamento de Procesamiento Geodésico
Dirección: Av. Andrés Aramburú 1184, Surquillo, Lima 34, Perú
Teléfono: 4759960 / 4753030 Anexo 120
Correo: cpg@ign.gob.pe / sirgas_peru@ign.gob.pe
Web site: http://209.45.65.186/rastreo_permanente

ANEXO 14. Certificado de calibración de la estación total

Topocad

SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.

MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y VENTAS DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS

N° 243-21

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Equipo : ESTACIÓN TOTAL
Marca : TOPCON
Modelo : GM-55
N° Serie : 1Y002391
Solicitado por : TOPOMING EIRL

Especificaciones:
Precisión Angular: 5"
Precisión Lineal: 1.5 mm + 1.5 ppm

RESULTADOS E INCERTIDUMBRE:
Las siguientes medidas angulares son resultado de un promedio de lecturas:

	Anteojo Directo	Anteojo Invertido	Diferencia
Lectura Vertical	90° 00' 00"	270° 00' 00"	00"
Lectura Horizontal	0° 00' 00"	180° 00' 00"	00"

EQUIPO PATRÓN EMPLEADO:

Equipo	Modelo	Serie
Estación Total LEICA	TS15 P 1"	1669395

Equipo patrón empleado para revisar periódicamente nuestro colimador de cuatro telescopios. El colimador SOUTH es un arreglo de telescopios con retículos enfocados al infinito, el grosor de sus trazos está dentro de la tolerancia de 01".

MÉTODO DE CALIBRACIÓN ANGULAR:
El proceso de medición ha sido realizado conforme al procedimiento DIN18723 (ISO 12857). La calibración se ha realizado en nuestras instalaciones, teniendo en cuenta una temperatura de 23 °C ± 1 °C. Consiste en determinar el cierre angular simulado por el sistema, cuando el colimador se encuentra enfocado a infinito.

VERIFICACIÓN DE DISTANCIAS:

	Distancia Nominal (m)	Distancia Medida* (m)	Error (m)
Medición Prisma	12.5015	12.5017	0.0002
Medición Laser	10.7110	10.7115	0.0005
Medición Laser	33.6080	33.6089	0.0009

*Las lecturas marcadas son un resultado de un promedio de mediciones seguidas.
TOPOCAD SERVICIOS GENERALES E.I.R.L. en su calidad de Servicio Técnico, certifica que este instrumento ha sido verificado y cumple con las especificaciones que el fabricante determina para el modelo de equipo a que corresponde.

Certificado por:

ING. CESAR M. RIVERA SANCHEZ
SUPERVISOR DE SERV. TÉCNICO

Firma y Sello

Fecha de emisión
01-01-2022

Fecha de vencimiento
30-06-2022

Este Certificado no atribuye al equipo otras características que las indicadas por los datos aquí contenidos. Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones.

CE III AR · 001 300 501 / 015 233 711

ANEXO 15. Certificado de calibración de los equipos GNSS



CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Mantimiento general	Reparacion	Operatividad OK	Garantia 1 año OK	NUEVO OK
---------------------	------------	---------------------------	-----------------------------	--------------------

DATOS DEL EQUIPO

Nombre : GPS DIFERENCIAL	Especificaciones de Precision (RMS) 1 2 3 · Horizontal: 2.5mm + 0.5 ppm RMS · Vertical: 5mm + 0.5 ppm RMS · Tiempo de observacion: Va de 4 a 30 minutos em funcion de la distancia entre los receptores y otros factores ambientales
Marca : CHCNAV	
Modelo : i90	
Colector Serie : 310614246	
Modelo No: HCE320	
Receptor BASE Serie : 3415524	
Receptor ROVER Serie : 3415491	

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Nro. : 008-00393
Fecha : 17/02/2022

METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES

▫ Los valores de rendimiento asumen un mínimo de 4 satélite, siguiendo los procedimientos recomendados en el manual del producto. Las zona de elevada recepción múltiple, los valores alto del PDOP y los periodos de condiciones atmosférica extremas pueden afectar al rendimiento

COSOLA GROUP S.A.C. bajo la acreditación de SGS ISO 9001-2008 certifica que el instrumento identificado a sido verificado en concordancia con los procedimientos de verificación establecida por el fabricante

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO

Fecha	Mantenimiento	Operatividad	Próxima Operatividad	Observación
17/02/2022		X	1 AÑO	% 100 OPERATIVO

Responsable de Verificación	Propietario	RUC
COSOLA GROUP S.A.C.	TOPOMING EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	20604987971
 Firma y Sello		



ANEXO 16. especificaciones técnicas de los equipos GNSS

ESPECIFICACIONES

GNSS Característica ⁽¹⁾	
Canales	624 canales
GPS	L1 C/A, L2C, L2P, L5
GLONASS	L1, L2
Galileo	E1, E5a, E5b
BeiDou	B1, B2, B3
SBAS	L1
QZSS	L1, L2, L5
GNSS Precisión ⁽²⁾	
Cinemática en Tiempo real (RTK)	Horizontal: 8 mm + 1 ppm RMS Vertical: 15 mm + 1 ppm RMS Tiempo de inicialización: < 10 s Fiabilidad de inicialización: > 99.9%
Cinemática en PostProcesamiento (PPK)	Horizontal: 2.5 mm + 1 ppm RMS Vertical: 5 mm + 1 ppm RMS
Post-procesamiento estático	Horizontal: 2.5 mm + 0.5 ppm RMS Vertical: 5 mm + 0.5 ppm RMS
Código diferencial	Horizontal: 0.25 m RMS
Autónomo	Horizontal: 1.5 m RMS Vertical: 3 m RMS
Tasa de posición.	Hasta 10 Hz
Tiempo de fijar a la primera vez ⁽³⁾	En frío: < 45s En caliente: < 10 s Readquisición: < 1 s
RTK con inclinación compensada	La incertidumbre adicional de la inclinación horizontal de bastón típicamente menor de 10 mm + 0.7 mm/°
Hardware	
Tamaño (LxAxA)	159 mm x 150 mm x 110 mm (6.3 pulg x 5.9 pulg x 4.3 pulg)
Peso	1.26 kg (2.77 lb)
Entornos	Operación: -40°C a +65°C (-40°F a +149°F) Almacenamiento: -40°C a +85°C (-40°F a +185°F)
Humedad	100% condensación
Protección	IP67 a prueba de agua y polvo, protegido de la inmersión temporal al agua de 1 m
Choque	Sobrevivir a una caída de 2m
Sensor de inclinación	IMU sin calibración para la compensación de la inclinación de bastón. Inmune a las perturbaciones magnéticas. Eburbuja nivelación
Panel	4 LED indicadores 1.46" OLED pantalla
Certificados	
FCC Parte 15 (Dispositivo clase B), FCC Parte 22, 24, 90; CE Mark; NGS Calibración de antena; MIL STD 810G, Method 514.7	

Comunicación	
Módem de red	Integrado 4G módem LTE (FDD): B1, B2, B3, B4, B5, B7, B8, B20 DC-HSPA+/HSPA+/HSPA/UMTS: B1, B2, B5, B8 EDGE/GPRS/GSM 850/900/1800/1900MHz
Wi-Fi	802.11 b/g/n, modo punto de acceso
Bluetooth®	v4.1 1 x 7-pin LEMO puerto (externo poder, RS-232)
Puertos	1 x USB Type-C puerto (descarga de datos, actualización del firmware) 1 x UHF antena puerto (TNC femenino)
UHF radio	Estándar Interno Rx/Tx: 410 - 470 MHz Poder de transmisión: 0.5 W a 2 W Protocolo: CHC, Transparent, TT450, 3AS Tasa de enlace: 9600bps a 19200bps
Formatos de datos	Rango: Típico 3 km a 5 km RTCM 2.x, RTCM 3.x, CMR entrada/salida HCN, HRC, RINEX 2.11, 3.02 NMEA 0183 salida NTRIP Client, NTRIP Caster
Almac.	32 GB memoria interna
Eléctrico	
Consumo del poder	5 W (depende del config del usuario)
Capacidad de la batería	2 x 3400 mAh, 7.4 V
Tiempo de operación con batería interna (4)	UHF recibir/transmitir (0.5 W): 6 h a 9 h Solo recibir por celular: hasta 9 h Estático: hasta 10 h
Poder externo	9 V DC a 28 V DC



*Todas las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.
(1) Cumplido, pero sujeto a la disponibilidad de la definición de servicio comercial de BDS ICD y Galileo. El BDS B3 y el Galileo E6 serán proporcionados a través de una futura actualización del firmware. (2) La precisión y la fiabilidad se determinan a cielo abierto, sin trayectos múltiples, con una geometría GNSS óptima y en condiciones atmosféricas. Las prestaciones asumen un mínimo de 5 satélites, seguimiento de las prácticas generales recomendadas del GPS. (3) Valores típicos observados. (4) La vida de la batería está sujeta a la temperatura de funcionamiento.

© 2020 Shanghai Huace Navigation Technology Ltd. Todos los derechos reservados. El CHC y el logo del CHC son marcas registradas de Shanghai Huace Navigation Technology Limited. El resto de las marcas comerciales son propiedad de sus respectivos propietarios. Revisión Mayo 2020.

WWW.CHCNAV.COM | SALES@CHCNAV.COM

CHC Navigation Oficina Central
Shanghai Huace Navigation Technology Ltd.
599 Gaojing Road, Building D,
Shanghai, 201702, China
+86 21 54260273

CHC Navigation Europa
Infopark Building, Sétány 1, 1117
Budapest, Hungary
+36 20 235 8248 +36 20 5999 369
info@chcnav.eu

CHC Navigation USA LLC
16412 N 92nd Street, Suite 115,
85260 Scottsdale, Arizona, USA
+1 480 676 4306

CHC Navigation India
409 Trade Center, Khokhra Circle,
Maninagar East, Ahmedabad,
Gujarat, India
+91 90 99 98 08 02



ANEXO 17. Post proceso de línea base.

Leica Geosystems AG
Heinrich Wild Strasse
CH-9435 Heerbrugg
St. Gallen, Switzerland

Phone: + 41 71 727 3131
Fax: + 41 71 727 4674

- when it has to be **right**



GNSS Processing Report

Report created: 24/03/2022 15:00:35

Project Details

General		Customer Details		Master Coordinate System	
Project Name:	JULIACA 19 MAR	Customer Name:	-	Coordinate System Name:	WGS84 UTM 19S
Owner:	-	Contact Person:	-	Transformation Type:	None
Lead Surveyor:	-	Number:	-	Residual Distribution:	None
Date Created:	24/03/2022 14:44:52	Email:	-	Ellipsoid:	WGS84
Last Accessed:	24/03/2022 14:44:53	Skype:	-	Projection Type:	UTM
Application Software:	Infinity 3.2	Website:	-	Geoid Model:	Peru_EGM08
				CSCS Model:	-

Path: C:\Users\RAUL\Documents\Leica Geosystems\Infinity\Projects\JULIACA 19 MAR\JULIACA 19 MAR.iprj
Size: 27.8 MB
Comments: -

Baseline PU02 - PUN07142

Processing Parameters (19/03/2022 12:15:37 - 19/03/2022 16:04:52)

Data	Selected	Used	Comments
Cut-Off Angle:	10°	10°	
Frequency:	L1/L2	L1/L2	The frequency has been changed.
Sampling Rate:	Use All	5.00 sec	
Satellite System:	GPS/GLONASS	GPS/GLONASS	
Ephemeris Type:	Precise	Precise	No frequency available for satellite R04. No frequency available for satellite R05. No frequency available for satellite R06. No frequency available for satellite R07. No frequency available for satellite R09. No frequency available for satellite R15. No frequency available for satellite R19. No frequency available for satellite R20. No frequency available for satellite R21.
Antenna Calibration Set:	NGS Absolute	NGS Absolute	
Processing Strategy			
Solution Type:	Phase Fixed	Phase Fixed	
Solution Optimisation:	Automatic	Iono Minimised	
Frequency to use in Iono Minimised:	Automatic	L1/L2	
Tropospheric Model:	VMF with GPT2 model	VMF with GPT2 model	
Ionospheric Model:	Automatic	Computed	
Allow Widelane Fix:	Automatic	Automatic	
General Settings			
Min. Distance for Iono Minimised:	15 km		
Possible Ambiguities Fix up to:	300 km		
Min. Duration for Float Solution (static):	00:05:00		

Results Baseline: PU02 - PUN07142

Acquisition



Start Time - End Time: 19/03/2022 12:15:37 - 19/03/2022 16:04:52
Duration: 03:49:15

Antennas

	Reference - PU02	Rover - PUN07142
Receiver Name / SN:	TRIMBLE NETR9 / 5742R51312	CHC I90 / 3415491
Antenna Name / SN:	TRM115000.00 TZGD / 51129465	CHCI90 / 3415491
Carrier Offset:	-	-
Height Reading:	0.0750 m	1.6550 m
Antenna Height:	0.0750 m	1.6550 m

Phase Center Offset

GPS	Reference - TRM115000.00 TZGD		Rover - CHCI90	
	L1	L2	L1	L2
East	0.0000 m	0.0002 m	0.0022 m	0.0027 m
North	0.0006 m	0.0007 m	0.0016 m	0.0015 m
Up	0.0644 m	0.0573 m	0.1053 m	0.1065 m

GLONASS	L1		L2	
	L1	L2	L1	L2
East	0.0000 m	0.0002 m	-	-
North	0.0006 m	0.0007 m	-	-
Up	0.0644 m	0.0573 m	-	-

Coordinates

	Reference - PU02	Rover - PUN07142	Reference - PU02	Rover - PUN07142
Point Role:	Control	Fixed PP		
WGS84 Latitude:	15° 30' 51.75428" S	15° 37' 13.79646" S	Easting:	373,508.2286 m
WGS84 Longitude:	70° 10' 45.77081" W	70° 20' 49.96903" W	Northing:	8,284,432.1649 m
WGS84 Ellip. Height:	3,880.6368 m	3,922.6401 m	Ortho. Height:	3,834.4711 m
WGS84 Cartesian X:	2,085,642.8147 m	2,067,636.7418 m		3,876.7880 m
WGS84 Cartesian Y:	-5,786,561.0415 m	-5,789,713.9233 m		
WGS84 Cartesian Z:	-1,696,048.2442 m	-1,707,378.6361 m		

Baseline Vector and Quality - WGS84

ΔLatitude:	-0° 06' 22.04218"	SD ΔLatitude:	0.0003 m
ΔLongitude:	-0° 10' 04.19822"	SD ΔLongitude:	0.0001 m
ΔHeight:	42.0033 m	SD ΔHeight:	0.0002 m
ΔX:	-18,006.0729 m	SD ΔX:	0.0001 m
ΔY:	-3,152.8818 m	SD ΔY:	0.0001 m
ΔZ:	-11,330.3919 m	SD ΔZ:	0.0003 m
Slope Dist.:	21,506.6758 m	SD Slope Dist.:	0.0002 m

M0:	0.2495 m	CQ 1D:	0.0002 m
Q11:	0.00000023	CQ 2D:	0.0004 m
Q12:	0.00000001	CQ 3D:	0.0004 m
Q22:	0.00000029		
Q13:	-0.00000004		
Q23:	-0.00000001		
Q33:	0.00000185		

Frequency:	L1/L2	GDOP:	1.4 - 2.8	GPS SVs:	10/10
Solution Optimisation:	Iono Minimised	PDOP:	1.1 - 2.1	GLONASS SVs:	8/8
Solution Type:	Phase Fixed	HDOP:	0.6 - 1.0	Beidou SVs:	-
		VDOP:	1.0 - 1.9	Galileo SVs:	-
				QZSS SVs:	-

Ephemeris Type:

GPS	Precise
GLONASS	Precise

Processing Info (19/03/2022 12:15:37 - 19/03/2022 16:04:52)

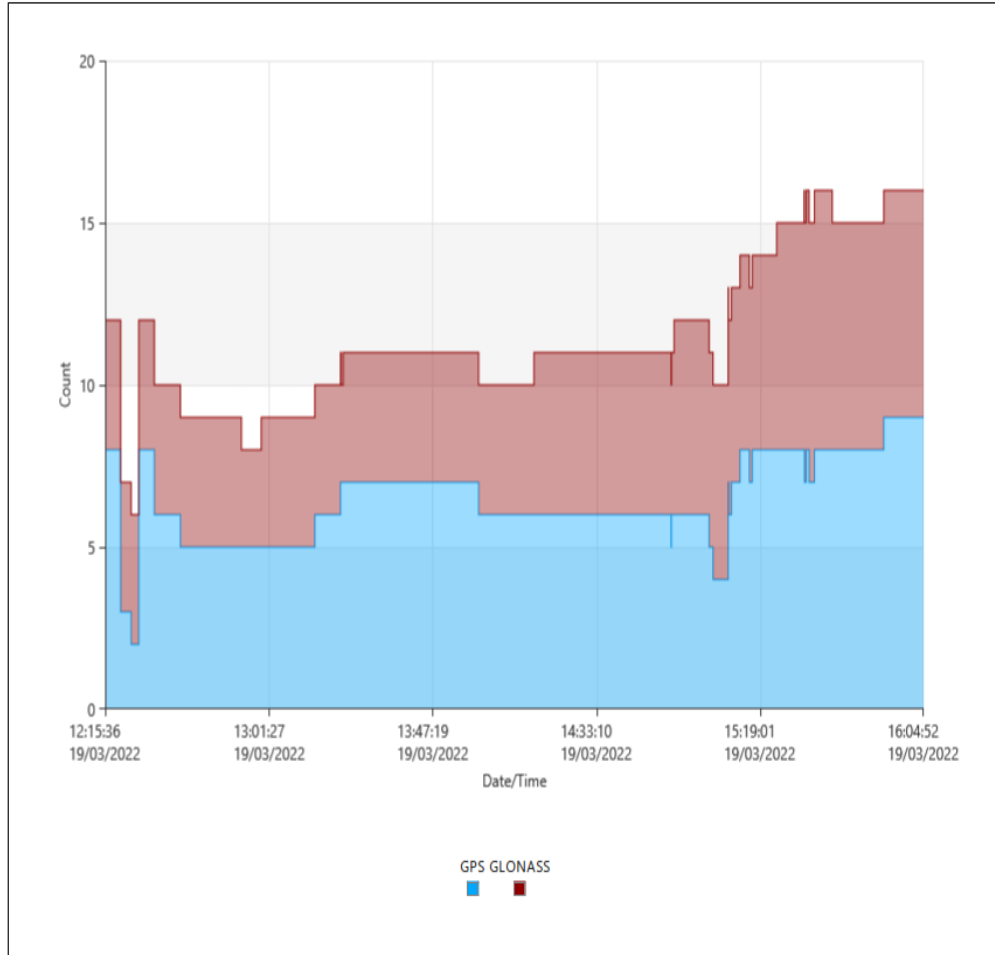
Processed Date/Time: 24/03/2022 14:53:19



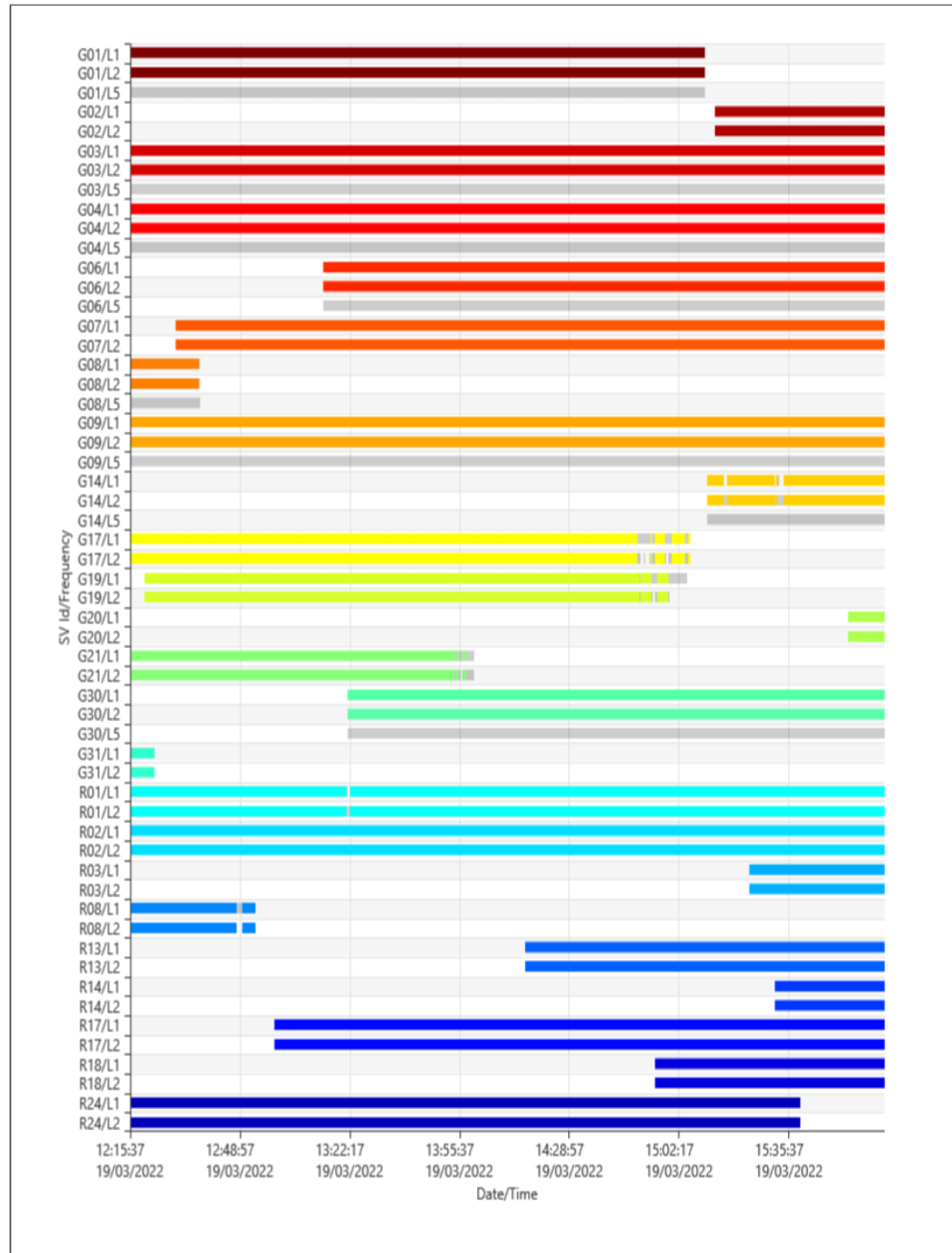
Satellites

Satellite System	Used	Manually Disabled
GPS	G01 G02 G03 G04 G06 G07 - G08 G09 G14 G17 G19 G20 G21 G30 G31	
GLONASS	R01 R02 R03 R08 R13 R14 - R17 R18 R24	

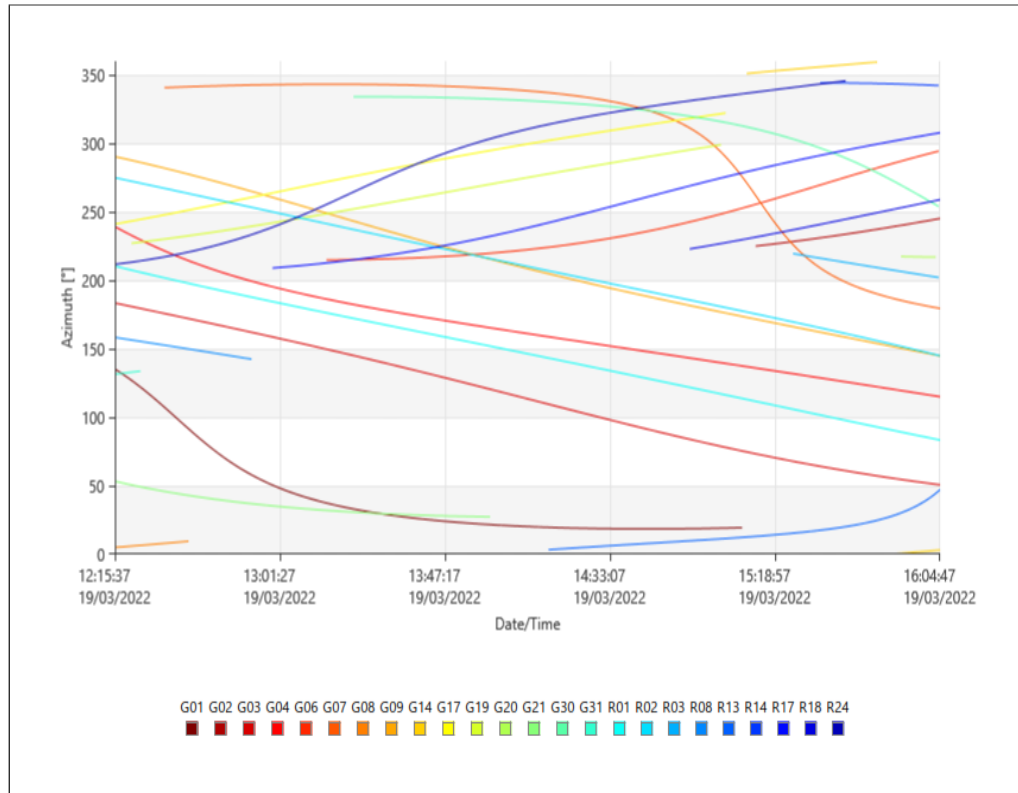
SVs Tracked



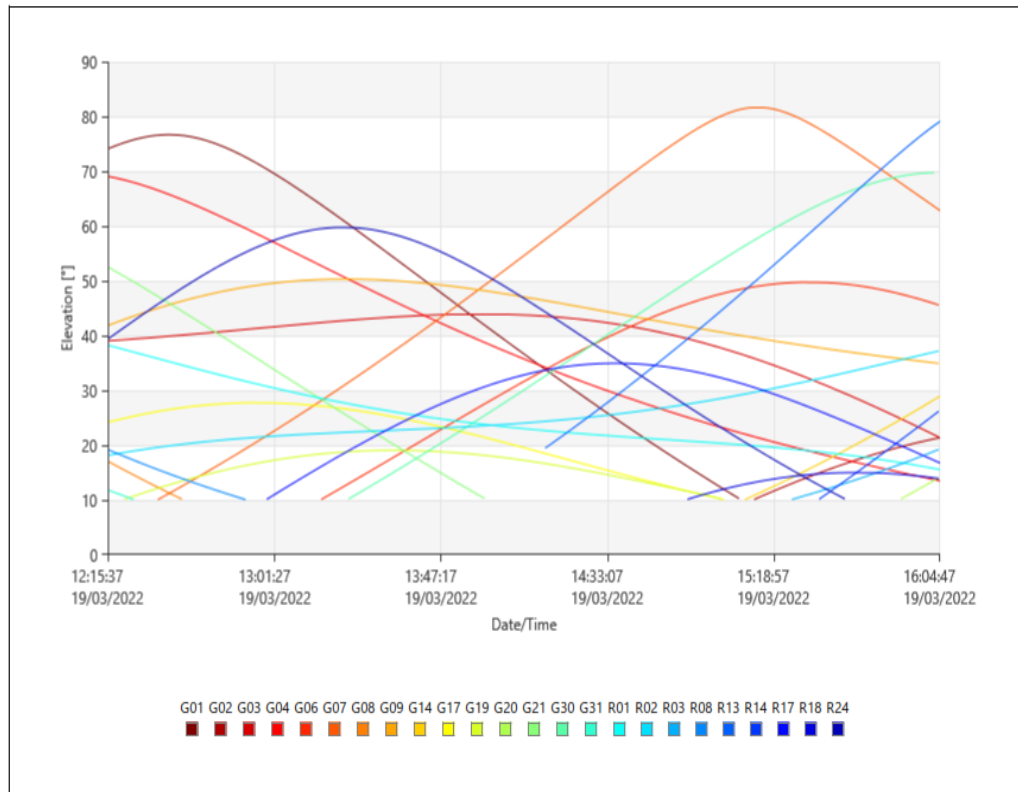
Signals Tracked



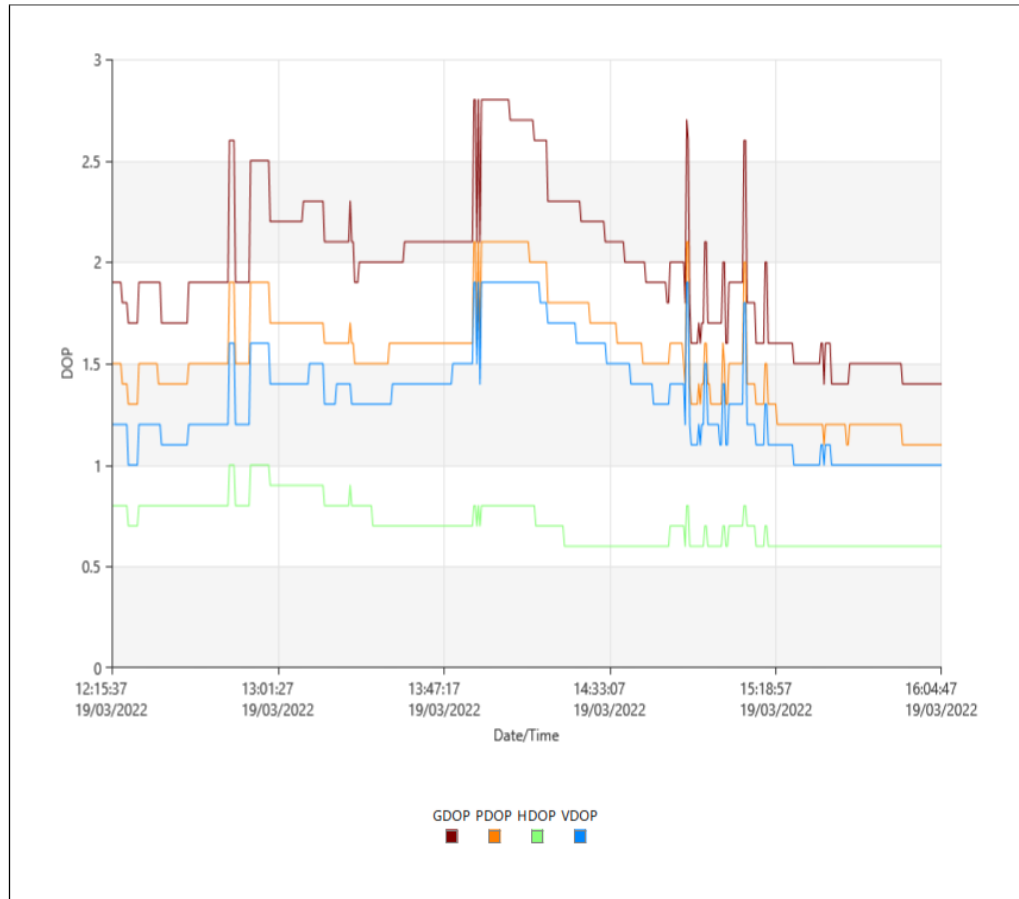
Azimuth



Elevation



DOP



Observation Statistics

Common Epochs: 2752

GPS Observations

Frequency	Used	Rejected
L1	23,688	239
L2	23,688	165
L5	0	15,258

GLONASS Observations

Frequency	Used	Rejected
L1	13,649	26
L2	13,649	13

Ambiguity Statistics

Number of Ambiguities	GPS	GLONASS
Fixed	59	25
Total	79	26
Independently fixed	1,793	1,790
Possible independently fixed	1,793	1,793

Average time between independent fixes: 00:00:10

% of Epochs	GPS		GLONASS	
	L1 [%]	L2 [%]	L1 [%]	L2 [%]
Fixed	99.91	99.67	99.99	100.00
Not fixed	0.09	0.33	0.01	0.00
Not fixed - contradiction	0.00	0.00	0.00	0.00
Not fixed - missing phase	0.00	0.00	0.00	0.00

Status	From Epoch	To Epoch	Duration
Fixed	19/03/2022 12:15:37	19/03/2022 16:04:52	03:49:15



Computed Ionospheric Model

Models: 2
Sampling Rate: 30 sec
Height of Single Layer: 350 km

Model 1

Origin Latitude: 15° 30' 51.75428" S Valid from Epoch: 19/03/2022 06:59:39
Origin Longitude: 70° 10' 45.77081" W Valid until Epoch: 19/03/2022 12:59:38
Origin Date/Time: 19/03/2022 06:59:39

Deg. Latitude	Deg. Time	Value	RMS
0	0	0.7549073412	0.0126489476
0	1	1.8889574018	0.0116582881
0	2	-0.2323764434	0.0034625774
1	0	0.3093843927	0.0075394206
1	1	-0.1862864143	0.0038083147

Model 2

Origin Latitude: 15° 30' 51.75428" S Valid from Epoch: 19/03/2022 12:59:38
Origin Longitude: 70° 10' 45.77081" W Valid until Epoch: 19/03/2022 18:59:37
Origin Date/Time: 19/03/2022 12:59:38

Deg. Latitude	Deg. Time	Value	RMS
0	0	5.0945827120	0.0177103488
0	1	0.5462306739	0.0145430441
0	2	-0.4503613124	0.0042419259
1	0	-0.2919410602	0.0085478179
1	1	-0.0318577753	0.0050129269

Residuals

ANEXO 18. Planos.



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Shirley Condori Cuyo,
identificado con DNI 73986912 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Topográfica y Agrimensura

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" Grado de Precisión del GPSD GNSS con Tecnología
IMU RTK en un levantamiento Catastral Urbano
en el distrito de Cabanilla, 2022 "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 10 de Enero del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Elidad Miranda Sabanaya
identificado con DNI 70550090 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Topográfica y Agrimensura

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Grado de precisión del GPSD GNSS con Tecnología IMU-RTK en un levantamiento Catastral Urbano en el distrito de Cabanilla, 2022 ”

Es un tema original.

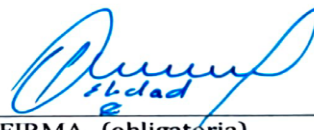
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 10 de Enero del 20


Elidad

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Shirley Condori Cuyo,
identificado con DNI 73986912 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Topográfica y Agrimensura
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Grado de Precisión del GPSD GNSS con Tecnología
IMU RTK en un levantamiento Catastral Urbano
en el distrito de Cabanilla, 2022 ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.


En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 10 de Enero del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo ELIAD MIRANDA SABANAYA identificado con DNI 70550090 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Topográfica y Agimensura
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Grado de Precisión del GPSD GNSS con Tecnología IMU RTK en un Levantamiento Catastral Urbano en el distrito de Cabanilla, 2022 ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 10 de Enero del 20



FIRMA (obligatoria)



Huella