



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
DEPARTAMENTO DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN GESTIÓN DE
LA CONSTRUCCIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MÁSTER EN INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN GESTIÓN DE LA
CONSTRUCCIÓN**

TEMA

**“NUEVAS TECNOLOGÍAS DE TOPOGRAFÍA Y ORTO
FOTOGRAMETRÍA PARA USO EN EL ÁMBITO PREDIAL DEL
CANTÓN SAN MIGUEL DE BOLÍVAR”**

TUTOR

MG. ING. KLÉBER MOSCOSO RIERA

AUTOR

VELASCO SALTOS DIEGO ROLANDO

GUAYAQUIL

2024

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

**“NUEVAS TECNOLOGÍAS DE TOPOGRAFÍA Y ORTO
FOTOGRAMETRÍA PARA USO EN EL ÁMBITO PREDIAL DEL
CANTÓN SAN MIGUEL DE BOLÍVAR”**

AUTOR/ES:

**VELASCO SALTOS
DIEGO ROLANDO**

TUTOR:

**MG. ING. KLÉBER MOSCOSO
RIERA**

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

Postgrado

FACULTAD:

Ingeniería, Industria y Construcción

CARRERA:

Ingeniería civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2024

N. DE PÁGS:

96

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Tecnología, Topografía, Mapeo, medición.

RESUMEN:

En el siguiente trabajo de titulación se presenta cual es el estado actual en el uso de nuevas tecnologías para la medición de terrenos en topografía respecto al ámbito predial en el cantón San Miguel de la provincia de Bolívar, Ecuador, determinando si las tecnologías utilizadas son nuevas o no, si son idóneas para el tipo de trabajo, en el caso de no ser, cuáles deberían utilizarse y cuál es su influencia para la agilidad y obtención de resultados, que beneficios o desventajas traerá económicamente al técnico topógrafo en el caso de migrar de equipos de uso tradicional básicos a usar nuevos equipos más especializados. También se observan cuáles son los trámites necesarios exigidos por las autoridades correspondientes para la legalización de los terrenos tanto por parte de los técnicos, como también la documentación necesaria por parte de los propietarios.

En este trabajo también se presenta cual es la aceptación de los profesionales que trabajan en la zona hacia el uso de nuevas tecnologías para la topografía predial así como también el nivel de capacitación que ellos tiene o en su defecto necesitan para poder dominar y por lo tanto utilizar equipos más modernos y precisos para reforzar esta idea también se determina cuál es el análisis de expertos que conocen claramente

<p>el manejo de estos equipos y viven la problemática, determinado cuales son las limitantes para que exista un avance en este ámbito. Que directrices están tomando las autoridades y agentes reguladores respecto a la entrega de planos topográficos prediales y el almacenamiento de esta información en su base de datos.</p>		
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0987796071	E-mail: dvelascos@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	<p>PhD. Eva Guerrero López Directora Departamento Posgrado Teléfono: 042596500Ext. 170 E- E-mail: eguerrerol@ulvr.edu.ec</p> <p>Mg. Kleber Moscoso Riera Coordinador de Maestría Teléfono: 042596500 Ext. 170 E-mail: kmoscoso@ulvr.edu.ec</p>	

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El(Los) estudiante(s) egresado(s) VELASCO SALTOS DIEGO ROLANDO declara (mos) bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, “NUEVAS TECNOLOGÍAS DE TOPOGRAFÍA Y ORTO FOTOGRAMETRÍA PARA USO EN EL ÁMBITO PREDIAL DEL CANTÓN SAN MIGUEL DE BOLÍVAR”, corresponde totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo (emos) los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**DIEGO ROLANDO
VELASCO SALTOS**

VELASCO SALTOS DIEGO ROLANDO

C.I.0202096764

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación “NUEVAS TECNOLOGÍAS DE TOPOGRAFÍA Y ORTO FOTOGRAMETRÍA PARA USO EN EL ÁMBITO PREDIAL DEL CANTÓN SAN MIGUEL DE BOLÍVAR”, CERTIFICO Haber dirigido, revisado y aprobado el Trabajo presentado por el estudiante VELASCO SALTOS DIEGO ROLANDO como requisito previo, para optar al Título de MASTER EN GESTIÓN DE CONSTRUCCIÓN, encontrándose apto para su sustentación.



Mg. Ing. Kleber Moscoso Riera

C.C. 0908960628

CERTIFICADO DE SIMILITUD

TESIS D VELASCO FIN (1).docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	9%	1%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	oldri.ues.edu.sv Fuente de Internet	4%
2	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	www.portaluniciso.com Fuente de Internet	1%
4	www.hito1.es Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
7	www.slideshare.net Fuente de Internet	1%

Excluir citas Activo Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía Activo



Mg. Ing. Kleber Moscoso Riera

C.C. 0908960628 |

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a todos los profesores que supieron darme el conocimiento necesario para poder lograr llegar al final de esta meta. De una manera especial al A mi tutor coordinador MG. ING. KLEBER MOSCOSO RIERA por guiarme en los últimos pasos y lograr cumplir mis objetivos

DEDICATORIA

Quiero dedicar mi tesis y todo el esfuerzo transcurrido para poder culminar la carrera a mis padres: Rolando Velasco y Cecibel Saltos por darme todo el apoyo y el sustento para continuar durante estos años y culminar esta meta. A mi esposa Nathaly Aguilar quien estuvo conmigo en los momentos más difíciles, por ser incondicional y darme la fuerza para seguir adelante y no rendirme. A mi hijo Matías por ser mi motor de vida, A mis hermanos Paul, Lenny y Melisa, por siempre creer en mí. También quiero incluir a mis demás amigos y familiares que estuvieron conmigo dándome consejos y orientándome en el camino.

RESUMEN

(Palabras Claves - Tecnología, Topografía, Mapeo, medición.)

En el siguiente trabajo de titulación se presenta cual es el estado actual en el uso de nuevas tecnologías para la medición de terrenos en topografía respecto al ámbito predial en el cantón San Miguel de la provincia de Bolívar, Ecuador, determinando si las tecnologías utilizadas son nuevas o no, si son idóneas para el tipo de trabajo, en el caso de no ser, cuáles deberían utilizarse y cuál es su influencia para la agilidad y obtención de resultados, que beneficios o desventajas traerá económicamente al técnico topógrafo en el caso de migrar de equipos de uso tradicional básicos a usar nuevos equipos más especializados. También se observan cuáles son los trámites necesarios exigidos por las autoridades correspondientes para la legalización de los terrenos tanto por parte de los técnicos, como también la documentación necesaria por parte de los propietarios.

En este trabajo también se presenta cual es la aceptación de los profesionales que trabajan en la zona hacia el uso de nuevas tecnologías para la topografía predial así como también el nivel de capacitación que ellos tiene o en su defecto necesitan para poder dominar y por lo tanto utilizar equipos más modernos y precisos para reforzar esta idea también se determina cuál es el análisis de expertos que conocen claramente el manejo de estos equipos y viven la problemática, determinado cuales son las limitantes para que exista un avance en este ámbito. Que directrices están tomando las autoridades y agentes reguladores respecto a la entrega de planos topográficos prediales y el almacenamiento de esta información en su base de datos.

ABSTRACT

(Keywords - Technology, Topography, Mapping, Measurement.)

The following thesis presents the current state of the use of new technologies for land measurement in topography with respect to the property area in San Miguel of the province of Bolívar, Ecuador, determining whether the technologies used are new or not, whether they are suitable for the type of work, and if not, which ones should be used and what their influence is on the agility and obtaining of results, what benefits or disadvantages will it bring economically to the surveying technician in the case of migrating from basic traditional equipment to using new, more specialized equipment. It also observes what are the necessary procedures required by the corresponding authorities for the legalization of the lands both by the technicians, as well as the necessary documentation by the owners.

This work also presents the acceptance of the professionals working in the area towards the use of new technologies for property topography, as well as the level of training they have or need to be able to master and therefore use more modern and precise equipment to reinforce this idea. It also determines the analysis of experts who clearly know how to handle this equipment and experience the problem, determining what the limitations are for progress to exist in this area. What guidelines are the authorities and regulatory agents taking regarding the delivery of property topographic maps and the storage of this information in their databases.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	1
1.3. Formulación del Problema.....	3
1.4. Sistematización del Problema.....	3
1.5. Delimitación del problema de investigación.....	3
1.6. Línea de Investigación.....	4
1.7. Objetivos.....	4
1.7.1 Objetivo General.....	4
1.7.2 Objetivos Específicos	4
1.8. Justificación de la investigación	4
1.9. Idea a defender.....	6
1.10. Variables de Investigación	6
1.10.1 Variable Independiente	6
1.10.2 Variable Dependiente.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2. Marco Teórico.....	7
2.1. Antecedentes.....	7
2.2. Marco referencial	10
2.2.1 Evolución histórica de planos prediales en el Cantón San Miguel.....	10
2.3. Marco conceptual.....	11
2.3.1 Topografía.....	11
2.3.2 Fotogrametría	12
2.3.3 Ventajas	12
2.3.4 Receptores Satelitales “GPS”	12
2.3.5 Estación Total	13
2.3.6 Sistemas GNSS	14
2.3.7 Drones	15
2.3.8 Software Informáticos topográficos	15
2.3.9 Pix4D.....	16
2.3.10 Agisoft Metashape.....	18
2.3.11 Sistema PPK o RTK	18

2.3.12 Plan de vuelo	19
2.3.13 Ortomosaico	19
2.3.14 Definición de Drone	19
2.3.15 Tipos de drones	20
2.3.16 Aplicaciones de los drones	20
2.3.17 Sistema de Posicionamiento Global diferencial (DGPS).	21
2.3.18 Modelos digitales del terreno (MDT).....	22
2.3.19 Orto fotografía.....	22
2.3.20 Cartografía	22
2.3.21 División de la cartografía	23
2.3.22 Aplicación de la fotogrametría.....	24
2.3.23 Aplicación de la Orto-rectificación.....	24
2.3.24 Catastro	25
2.3.25 Clasificación del Catastro.....	25
2.3.26 Catastro por el ámbito de ubicación.....	26
2.3.27 Catastro urbano.....	26
2.3.28 Catastro rural	26
2.3.29 Catastro según el enfoque u objetivo.....	26
2.3.30 Catastro enfocado en aspectos económicos o fiscales:.....	26
2.3.31 Catastro con énfasis geométrico o físico	26
2.3.32 Catastro de naturaleza jurídica:.....	27
2.3.33 Catastro de propósitos múltiples.....	27
2.3.34 Sistema de Información Geográfica.....	27
2.3.35 La importancia de los sistemas de información geográfica (SIG)	28
2.3.36 Los sistemas de información geográfica y el catastro	28
2.3.37 Relación del catastro con los drones.....	29
2.3.38 Ortofotografía y los sistemas de información geográfica (SIG)	29
2.3.39 Pixeles.....	30
2.3.40 Calidad de los pixeles.....	30
2.3.41 Software Agisoft Photoscan.....	31
2.3.42 Aplicación del Pix4D Mapper Pro en catastro.....	31
2.5 Marco Legal	32
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA / ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
3.1 Enfoque de la Investigación	36

3.2	Tipo de Investigación	37
3.3	Métodos y Técnicas de Investigación	38
3.3.1	Técnicas de Recolección de Datos	38
3.4	Población y muestra	39
3.5	Muestra	40
3.6	Operacionalización de las Variables	41
3.7	Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	43
3.3.2	Resultados	46
CAPÍTULO IV INFORME TÉCNICO		60
5.1.	Título de informe técnico.....	60
5.2.	Objetivos.....	60
5.2.1	Objetivo general	60
5.2.2	Objetivos específicos	60
5.3.	Justificación.....	60
5.4.	Descripción del Informe.....	61
1	Introducción.....	61
2	Tecnología y Funcionamiento	61
CONCLUSIONES GENERALES.....		65
RECOMENDACIONES.....		66
ANEXOS.....		77

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: línea de investigación ULVR</i>	<i>4</i>
<i>Tabla 2: Pólizas de seguro de acuerdo al peso de UAV MTOW</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 3: Distribución de la muestra</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 4: Operacionalización de Variables.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 5: Instrumento de fichas de observación.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 6: Distribución de respuestas entrevistado A, B, C.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 7: Distribución de respuestas entrevistado D, E.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 8: Distribución de respuestas entrevistado F, G.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 9: Resultados de la ficha de observación</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 10: Resultados del análisis comparativo</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 11: Comparativa entre equipos de medición topográfica.....</i>	<i>64</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Estación Total</i>	13
<i>Figura 2: Receptor satelital función GPS y GNSS</i>	14
<i>Figura 3: Dron Dji estándar para topografía</i>	15
<i>Figura 4: Plan de vuelo de RGB y de PIX4Dmapper</i>	17
<i>Figura 5: Grilla Ortofogramétrica</i>	17
<i>Figura 6: Sistema RTK o PPK</i>	19

CAPÍTULO I: MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema.

"Nuevas tecnologías de topografía y ortofotogrametría para uso en el ámbito predial del cantón San Miguel de Bolívar".

1.2. Planteamiento del Problema.

Las técnicas y equipos de medición topográfica utilizados en la actualidad por parte de topógrafos de la zona han venido siendo utilizadas a lo largo de 25 años sin ser mejorados tecnológicamente, dando pie a un retraso en los procesos en el ámbito predial, esto también relacionado con las especificaciones y requerimientos impuestas por parte del departamento regulador, dichas especificaciones y requerimientos siguen siendo básicos e incambiables a lo largo de los años.

En la actualidad nos encontramos en una época donde el avance acelerado de la tecnología permite aplicar métodos alternativos de obtención de datos, especialmente en la topográfica, por tanto, investigamos estos métodos alternativos a los ya estudiados y demostrados, para poder llegar a resultados óptimos en lo referente a un modelamiento de terrenos (Jiménez y Soriano, 2019).

El levantamiento topográfico es la primera fase del estudio técnico y descriptivo de un terreno. Se trata de examinar la superficie cuidadosamente teniendo en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también las alteraciones existentes de éste y que se deban a la intervención del hombre (construcción de taludes, excavaciones, cantera, etc.). Anteriormente las herramientas básicas utilizadas en topografía plana eran una cinta métrica para determinar las distancias más cortas, un nivel para determinar las diferencias de altura o elevación, y un teodolito, en un trípode, para medir ángulos, en combinación con el proceso de triangulación. A partir de una posición con ubicación conocida y elevación, se miden la distancia y ángulos para el punto desconocido. Un instrumento más moderno es una Estación Total, que es un teodolito con un dispositivo electrónico de medición de distancia. Una Estación Total también se puede utilizar para nivelar cuando se establece en el plano horizontal. Desde su introducción, Estaciones Totales han hecho el cambio tecnológico de ser dispositivos óptico-mecánicos para ser totalmente electrónico. La tecnología GPS ha tenido un gran auge en los últimos años, ya que ésta presenta en todos sus campos de aplicación resultados rápidos y

eficaces. Estos campos de aplicación son fundamentales para el desarrollo humano y van desde la navegación aérea y marítima, monitoreo de actividades sísmicas, hasta las obras más vanguardistas de ingeniería. 2 Los sistemas de GPS de cinemática en tiempo real han aumentado la velocidad y la precisión de la topografía, hicieron posible determinar la posición de un punto en la tierra usando las señales emitidas por satélites que se encuentran girando alrededor de la Tierra.

Los topógrafos tradicionales también pueden complementar su trabajo con un modelo topográfico generado por un Dron, el cual consiste en cambiar la forma de trabajar, no es necesario definir una serie de puntos a medir, se modela de una vez toda el área de trabajo, y más tarde los puntos necesarios se miden cómodamente en el modelo.

Esto elimina el riesgo de tener que volver a hacer trabajo de campo si hacen falta nuevas medidas. Se puede generar este modelo al principio del proyecto, obteniendo una escena 3D realista que se integra sin problemas en herramientas de software estándar como ArcGIS o Civil 3d.

En pocos años los Dron han revolucionado el sector audiovisual, semana tras semana encontramos vídeos espectaculares de lugares remotos que habrían sido imposibles de capturar con métodos tradicionales. Han contribuido a expandir el mercado audiovisual y son un complemento perfecto para los productores tradicionales.

La norma técnica para la mejora continua e innovación de procesos y servicios describe que: “Las entidades deben desarrollar soluciones, productos y servicios innovadores, facilitar la resolución de problemas y la toma de decisiones, así como promover la transformación de ideas creativas de los servidores públicos en productos y/o servicios finales para satisfacer las expectativas de los usuarios” (Ministerio de Trabajo, 2020, p08).

A nivel internacional, la tecnología ha avanzado a grandes escalas con el uso del Sistema de Posicionamiento Global Diferencial (GPS Diferencial) y la fotogrametría con los vehículos aéreos no tripulados (UAV), conocidos como drones, esto conlleva a que los resultados al momento de hacer los levantamientos topográficos tienen un menor grado de error comparado con el levantamiento topográfico tradicional (Tacca, 2015).

A nivel nacional, el uso de sistema de posicionamiento global diferencial (GPS Diferencial) y los drones vienen realizándose para levantamiento de vías, y en lugares de difícil acceso por el tipo de geografía que contamos. El levantamiento topográfico

tradicional se viene utilizando en la mayoría de obras civiles y estos nos limitan a tener una mejor perspectiva de los relieves topográficos. Estos estudios con el método tradicional no son 17 suficientes para obtener datos que realmente necesitamos para dichas obras antes de su ejecución. (Lavado, 2019)

El uso del Sistema de Posicionamiento Global Diferencial (GPS Diferencial) y fotogrametría con los vehículos aéreos no tripulados (UAV) cada vez es más solicitado, pero no se tiene parámetros para el buen funcionamiento de los equipos mencionados. En este trabajo de investigación realizaremos pruebas de campo y gabinete para comparar precisión, costo y tiempo y verificar cuales son los errores máximos permisibles entre ambos métodos de levantamiento topográfico (Hinostroza, 2021).

1.3. Formulación del Problema.

¿Qué procesos y requerimientos para la elaboración de topografía y ortofotogrametría predial pueden mejorar aplicando nuevas tecnologías?

1.4. Sistematización del Problema.

¿Cuáles son los requerimientos actuales que solicitan los técnicos reguladores para la elaboración y registro de planos topográficos prediales?

¿Cuáles son los equipos y procesos topográficos prediales que se usan comúnmente en la actualidad?

¿Cómo se podría mejorar o reestablecer el proceso de medición y diseño topográfico utilizando equipos tecnológicos relacionados?

1.5. Delimitación del problema de investigación

Estudio de las tecnologías presentes de para uso en el ámbito predial del cantón San miguel de Bolívar"

1.6. Línea de Investigación

Tabla 1.

Línea de Investigación ULVR

Dominio	Línea de Investigación	Línea de facultad de Ingeniería Industrial y Construcción	Sublínea de facultad de Ingeniería Industrial y Construcción
Dominio	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Territorio	Ordenamiento territorial, usos del suelo y urbanismo

Fuente: Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil (2022).

Elaborado por: Velasco (2022).

1.7. Objetivos

1.7.1 Objetivo General

Determinar los procesos y requerimientos topográficos prediales utilizados en el Cantón San Miguel y su incidencia en efectividad, costo y tiempo con el uso de nuevas tecnologías.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Conocer los requerimientos actuales que solicitan los técnicos reguladores para la elaboración y registro de planos topográficos prediales.
- Describir cuales son los procesos que utilizan actualmente los técnicos independientes para la elaboración de planimetrías prediales.
- Comparar los equipos y procesos topográficos prediales que se usan comúnmente en el cantón vs las nuevas tecnologías en los ámbitos de coste, precisión y tiempos de ejecución.

1.8. Justificación de la investigación

En la actualidad los procesos de medición topográfica predial utilizados en el Cantón San Miguel provincia de Bolívar podrían ser mejorados, citando los objetivos del ACUERDO MINISTERIAL Nro. MDT- 2020 – 0111 (2020), por parte del Ministerio de Trabajo del Ecuador,” Optimizar la eficiencia de las entidades a través del mejoramiento

continuo e innovación de sus procesos y servicios institucionales e Incrementar la satisfacción de los usuarios internos y externos de las entidades”, por lo tanto, se torna importante explorar nuevas metodologías para la medición topográfica predial y determinar cómo incide en una mejora integral.

Algunas de las atribuciones del Ingeniero en Topografía son la realización de delimitaciones, medición de terrenos rústicos y urbanos, replanteos precisos orientados a las necesidades de la construcción y la ingeniería en general, levantamiento y creación de planos topográficos. Desde sus inicios, han sido varios y diferentes los planes de estudio estructurados, adecuando la variación de las asignaturas, a los avances tecnológicos sucedidos desde décadas atrás y a las necesidades de una sociedad en continuo desarrollo. En la topografía se van adquiriendo conocimientos nuevos los cuales conforme el tiempo avanza; los problemas territoriales se van complicando, así como la tecnología en sus diferentes campos es innovadora.

Se encuentran investigaciones previas relacionadas, como las de Quispe Flores (2017), menciona que realizó un comparativo usando la estación total y Dron, presentando unos resultados de gran relevancia, entre ellos:

- El tiempo que tomo para realizar un levantamiento topográfico de un área de 5000 metros cuadrados fue de 2 horas, requiriendo 4 personas.
- Se requiere de un mayor tiempo haciendo uso de una estación total

Jiménez, Magaña, y Soriano (2019), mencionan como referencia que en El Salvador los equipos de medición más utilizado son el teodolito y la Estación Total, que por muchos años han proporcionado resultados con precisiones aceptables, pero es importante que en el país se incorporen aún más tecnologías innovadoras como el GPS de doble frecuencia y el Dron por medio de la fotogrametría, ya que proporciona un marco de referencia cuyas bases se vinculan a las técnicas más modernas de medición y posicionamiento vigentes en la actualidad, contribuyendo al desarrollo en el área de la topografía.

Entonces se puede entender que al realizar una comparativa ejemplar de los procesos topográficos en el ámbito predial que se usan hoy en día en el cantón, siguiendo los requerimientos establecidos por las autoridades y técnicos de control versus el uso de nuevas tecnologías acopladas a nuevos procesos que a su vez darán pautas para requerimientos adicionales; se podrá determinar su incidencia en que tanta mejora la

efectividad de la información que se puede obtener, así como también el tiempo invertido para la obtención de dichos resultados. Entonces al conocer lo descrito se vuelve factible y justificable determinar si es conveniente la inversión realizada en nuevos equipos topográficos y orto fotogrametría de acuerdo a los requerimientos actuales y en relación a la mejora de tiempos en la etapa de medición comparados con el costo de equipos tradicionales, su logística y transporte, necesidad de personal ayudante además de otros aspectos que serán mencionados en esta investigación.

1.9. Idea a defender

El uso de nuevas tecnologías en relación a nuevos equipos de medición topográfica y ortofotogrametría en el ámbito predial podrá mejorar la efectividad de datos, reducir costos, así como también mejorar el tiempo en los procesos para la obtención de resultados.

1.10. Variables de Investigación

1.10.1 Variable Independiente.

Nuevas tecnologías en relación a nuevos equipos de medición topográfica y ortofotogrametría en el ámbito predial.

1.10.2 Variable Dependiente.

Efectividad de datos, reducir costos, así como también mejorar el tiempo en los procesos para la obtención de resultados.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. Marco Teórico.

2.1. Antecedentes

Villareal Moncayo (2015), según su tema de investigación “Análisis de la precisión de levantamientos topográficos mediante el empleo de vehículos no tripulados (UAV) respecto a la densidad de puntos de control” con su objetivo principal de analizar la precisión del levantamiento topográfico con dron respecto a la densidad de puntos de control, con ello puntualizar la densidad de puntos de control y generar un modelo digital de la zona de estudio con la información registrada con el dron. Su metodología consistió con la recopilación de información relacionada con la cartografía y/o topografía, luego procede con la limitación de la zona de estudio y establece sus puntos de control o GCP (ground control points) en la zona determinada para el efecto. Son puntos tomados mediante GPS en modo RTK (real time kinematic) para obtener una precisión de ± 1.5 cm. Teniendo los puntos de control se continúa con las líneas de vuelo y determinar los tiempos de captura de imágenes y así conseguir un traslape de 75% longitudinal y 30% lateral, con la información recolectada se viene a examinar la precisión obtenida generando los modelos digitales de la zona volada.

Finalmente se concluyó que la precisión del levantamiento topográfico con dron varía de acuerdo con la densidad y ubicación de los puntos de control, fueron 3 los puntos de control mínimos 22 para realizar el levantamiento topográfico con dron y la máxima precisión que obtuvieron es de 1.64 píxeles por modelo.

Claros et al. (2016), en su trabajo de investigación “Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados” con el objetivo de aplicar fotogrametría a baja altura en levantamientos topográficos con el uso de vehículos no tripulados, establecer un plan de vuelo fotogramétrico, realizar un vuelo sobre la zona de trabajo utilizando el dron, integrar, añadir el RTK que permitan una mejor precisión de georreferenciación de la superficie y la obtener los productos fotogramétricos como un modelo 3D de la superficie, curvas de nivel orto mosaicos y mallas 3D texturizadas. La metodología que utilizó fue la recolección de datos de campo que fue obtenida por fotografías aéreas y los puntos de control que se han señalado en la zona de trabajo, los puntos de apoyo son puntos visibles en las fotografías que son captadas por el dron y tienen la función de relacionar las coordenadas reales de un punto

que se encuentra en el terreno con las coordenadas que se registran en las fotografías obtenidas por el dron, esto se hace con el fin de corregir los errores existentes en las coordenadas que dan las fotografías y con ello conseguir mejores resultados con el modelado digital de la superficie.

El procesamiento de datos se realizó con el software en fotogrametría Pix4D Mapper Pro. Este programa se encarga de convertir hasta 10 mil imágenes tomadas con el dron en orto mosaicos 2D georreferenciado, modelados 3D de superficie y nube de puntos, los resultados obtenidos son exportables a cualquier software de ingeniería con ello serán procesados en estos programas con el fin de preparar una cartografía que muestre la forma ideal de la información obtenida. Con ello se concluyó que al procesar la información se puede obtener información topográfica del terreno, con esta técnica fue permisible la manipulación de una cantidad considerable de información esto permite obtener un modelo digital del terreno con mejores resultados en georreferenciación que permite escalarlo y trasladarlo a su posición original en el espacio.

Para obtener mejores resultados son necesarios el uso de equipos topográficos tradicionales tales como el GPS, estación total, teodolito, etc. Por lo que la metodología no es una solución definitiva para las necesidades topográficas ni excluye el uso de la topografía tradicional, sino que necesariamente se apoya en ellas para compensar los errores obtenidos.

Tacca Qquelca (2015), en su investigación titulada: “Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones y método tradicional”, estableció como objetivo general comparar los resultados obtenidos con el dron mediante el uso del software Pix4d Mapper y el método tradicional con ello establecer si las mediciones aerofotografías son similares a los conseguidos con una estación total como en gabinete y como en campo, verificar cual es la diferencia en el tema económico utilizando ambos métodos y determinar con que método implica el menor tiempo, su metodología que utilizo fue recolectar datos a partir de la estación total leica ts 02 de 5” por el método directo, realizo tomas fotográficas aéreas y utilizo el programa software Pix4D Mapper como método indirecto, con ello podemos generar triángulos TIN y a su vez generar curvas de nivel y serán exportadas al AutoCAD Civil 3D 2015, en este programa se procesa las secciones transversales para ver los volúmenes de tierras y comprarlos con del levantamiento topográfico con estación total.

Finalmente concluyo como resultado que los dos métodos utilizados tienen resultados de volúmenes y áreas similares, no obstante el método del levantamiento topográfico con dron es el menos costoso por su ligereza esto con un 95% de confianza, la diferencia en la variable del costo arroja que es 50% más económico el levantamiento topográfico con dron contra el levantamiento topográfico con estación total, en el tiempo de realizar dichos levantamientos topográficos se toma menos tiempo empleando el dron contra una estación total asimismo se solicita mucho menos personal que el método tradicional.

Cabada (2019), en su trabajo de investigación: Evaluación de precisión y costo en un Levantamiento topográfico con estación total Y aeronave pilotada remotamente (rpa-dron) en el centro poblado cashapampa – cajamarca 2018, tuvo como objetivo principal de evaluar la diferencia de precisión y costo entre un levantamiento topográfico con la estación total y con una aeronave (RPA - DRON) en el centro poblado Cashapampa – Cajamarca para el desarrollo de su metodología utilizó para el levantamiento topográfico una estación total Lieca TS06 con precisión de 5", un prisma y un trípode; continuo ubicando la primera estación en terreno de estudio y realizo la digitalización de las coordenadas ENZ que obtuvo con un GPS Garmin Etrex 10 y finalmente se comenzó a radiar los puntos para luego hacer la comparación necesaria, y para el levantamiento topográfico con RPA (dron) utilizo un Dron Phantom 4 Pro y un Ipad que va con un aplicación llamado drone Deploy, primero se planifico el área de vuelo y recomienda si es rectangular es más provechoso y que la dirección del vuelo sea paralela al lado mayor del rectángulo, por defecto la velocidad de vuelo fue 15 m/s, terminando el vuelo se comienza a procesar las fotografías tomadas en alta calidad en el software Agisoft Metashape en dicho software se referencio los puntos de control tomados con GPS Diferencial R6 Trimble con ello el programa nos da una ortofoto o nube de puntos estos se exportan al AutoCAD Civil 3D y obtenemos las superficies correspondientes al proyecto.

Con los resultados se pudo verificar una diferencia de 10 veces mayor la precisión en el este y 5 veces mayor la precisión en el norte y 51 veces la precisión en la elevación, en el ámbito del costo con estación total fue S/. 457.92 por hectárea y el área fue 3.24 hectáreas trajo como costo total S/. 1 483.66 y con el RPA (dron) un costo de S/. 418.56 por hectárea y el área fue la misma y trajo como costo total S/. 1 356.14 y una diferencia de precio de S/. 127.52 menor que la estación total. Concluyendo que, el

levantamiento topográfico con RPA (dron) resulto con mayor precisión contra el levantamiento topográfico con estación total, con todos los datos obtenidos por ambos métodos con la estación total se obtuvo menos detalles por el hecho que no cuenta con la ortofoto, en el tema de costo el levantamiento topográfico con RPA (dron) resulto ser 8.59% menos que el levantamiento topográfico con estación total.

2.2. Marco referencial

2.2.1 Evolución histórica de planos prediales en el Cantón San Miguel

A continuación, se va a describir cual ha sido la evolución de requerimientos de acuerdo a mis vivencias y experiencias de mi padre, ya que él hace 20 años se dedicaba a la elaboración de planos para el registro de terrenos agrícolas en el ámbito de fragmentación compra y venta, así como también división de herederos. En los años 2000 los planos se realizaban a mano en hojas bond A4 con los elementos de medición respectivos, regla, transportador, compás etc, de acuerdo a la experticia del dibujante y su interpretación de escalas, los procesos de medición se realizaban con cintas de 30m o 50m cuerdas graduadas para formar angulaciones con el clásico método fotográfico 3,4y5 metros, en ciertas mediciones complejas se requería el uso de brújula. Con todas estas herramientas y los conocimientos del técnico, se procedía a la interpretación de los resultados, la elaboración de la delimitación del terreno, el proceso de escalamiento del terreno a dibujo y la elaboración del plano, era un proceso más simple, los datos requeridos era: polígono del terreno, propietario de terrenos de lindero, área de terreno, delimitación de divisiones en caso de que sea el caso, caminos, ríos; este proceso requería mucho tiempo e inadmisibles la presencia de errores en el dibujo ya que prácticamente el dibujo se lo realizaba nuevamente (Matango Matango, 2014).

A partir del 2010 se actualizó al uso de sistemas de recepción satelital tradicionalmente conocida como “GPS”, este proceso reducía de manera excepcional tiempos en el proceso de medición, ya que básicamente se requería posicionar el aparato por un corto periodo de tiempo en el punto de medición y obtener datos de coordenadas: latitud, longitud y altura, con los suficientes puntos de coordenadas, se podía obtener el polígono del terreno, caminos, ríos o quebradas y demás datos mencionados en el proceso anterior; para este proceso ya se requería una tabla con las coordenadas así como todos los datos anteriormente mencionadas.

Los planos ya eran impresos y se dibujaban digitalmente, para este momento ya existía software de dibujo CAD, que importaban los datos de coordenadas obtenidos por el GPS y ubicaban los puntos en un plano virtual, uniendo dichos puntos se obtiene el polígono del terreno, este proceso requería la actualización de los conocimientos de los técnicos y pasar de un proceso de dibujo físico a uno digital, la actualización en el uso de nuevas tecnologías para ese momento fue muy importante.

Desde ese momento los requerimientos no han cambiado demasiado de acuerdo a mi experiencia de trabajo como técnico topógrafo en San Miguel puedo describir el proceso actual; de manera general aún se permite aún el uso de GPS para cualquier tipo de medición predial en el cantón, pero para la época estos equipos ya se vuelven inexactos en comparación con nuevas tecnologías como uso de drones, o no tan nuevas como el uso de estaciones totales, o sistemas GNSS (Mogrovejo & Yáñez, 2005).

Se implementó un sistema virtual GIS para el cantón con el catastro general del área urbana de la cabecera cantonal, así como también de las parroquias más importantes, con la cual los agentes reguladores verifican la información obtenida por parte de los técnicos y posteriormente proceden a la inspección física del terreno, datos adicionales a los mencionados en las décadas anteriores son nulas seguimos en el mismo proceso de hace más de 10 años los planos se siguen entregando en hojas A4 implicando que en terrenos grandes muchos detalles de dibujo no se puedan apreciar; datos como curvas de nivel, ortofotogrametría, planos virtuales 3D del predio son datos que ahora son muy accesibles con nuevas tecnologías pero aún no son requeridos.

2.3. Marco conceptual

2.3.1 Topografía

La topografía (topos, “lugar”, y grafos, “descripción”) es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección. La topografía explica los procedimientos y operaciones del trabajo de campo, los métodos de cálculo o procesamiento de datos y la representación del terreno en un plano o dibujo topográfico a escala (Ghilani, 2015).

2.3.2 Fotogrametría

La fotogrametría es un término que va evolucionando de acuerdo a la tecnología, hoy en día es usado en los levantamientos con drones que permite obtener información en 3D, y que está siendo introducido al mundo BIM para comparar la modelación con lo construido realmente (Buill Pozuelo et al., 2007).

Por otra parte, según Lavado (2019), menciona que “El fundamento inicial en la que se basa la fotogrametría radica en proyectar fotografías geo referenciadas de manera ortogonal sobre el plano de referencia”

2.3.3 Ventajas

Una de las ventajas con el uso de fotogrametría, es la precisión en sus capturas que permite realizar desplazamientos y zoom en los levantamientos topográficos debido a la visión estereoscópica, así mismo concuerdan en que “Esto permite una correcta identificación de los detalles topográficos, la digitalización directa de los polígonos y la correcta georreferenciación de las líneas resultantes”. Por lo cual se obtiene mucha información tridimensional (3D), permitiendo recaudar detalles en laderas, taludes, etc. No teniendo inconvenientes sea la forma del terreno (Beltran Nieto, 2022).

Por otra parte, Quispe Flores (2017), menciona algunas comparaciones siguientes: El tiempo y costo son reducidos en gran dimensión, debido a la facilidad de manipulación. Accesible a todo tipo de terreno, con pendientes extremas. Reducción de procesamientos de datos

2.3.4 Receptores Satelitales “GPS”

De acuerdo con lo que describe GEOAVANCE (2021), el GPS (Sistema de Posicionamiento Global) es un sistema que utiliza un conjunto de satélites que se encuentran en el espacio y que están agrupados en forma de constelaciones. Las tres constelaciones más conocidas son NAVSTAR (Estados Unidos), que es a la que pertenece GPS; GLONASS (Rusia); y GALILEO (Europa).

El GPS como instrumento en topografía es un sistema de medición tridimensional que utiliza las señales de radio que ofrece la constelación NAVSTAR, la cual está formada por 24 satélites artificiales que orbitan el planeta Tierra en 12 horas. Esto hace que al menos 5 u 8 satélites estén visibles desde cualquier punto del planeta las 24 horas

del día. Para que funcione, este sistema de satélites está formado por varios elementos o segmentos: espacial, de control y de usuario (Veloz Vallejo, 2022).

-Espacial: formado por los satélites que envían señales de radio desde el espacio.

-Control: formado por una red de estaciones de monitoreo localizadas en diferentes partes del mundo, las cuales se encargan de verificar el funcionamiento de los satélites, sus elementos y los mensajes que envían.

-Usuario: integrado por los receptores que captan las señales que emiten los satélites. Este es el instrumento que utiliza el topógrafo para recibir y decodificar la señal emitida calculando las coordenadas del punto deseado”.

2.3.5 Estación Total

La estación total hoy en día es usada masivamente en todas las ciudades en la mayoría de obras de infraestructura y según (Ayala, 2018) menciona que tiene la función de columna vertebral en todo proyecto de ingeniería ya que desde ahí nace el tema económico, diseño, metrado entre otros así mismo la estación total ha demostrado que obtiene datos fiables y precisos de mínimos errores, la cual conlleva a su uso masivo Sistemas GNSS (Benites Flores, 2022).

Figura 1: Estación total



Fuente: Draferu.com, (2023).

2.3.6 Sistemas GNSS

Para hablar de sistemas GNSS debemos definir el término GNSS (Global Navigation Satellite System). Se denomina así, de forma genérica a los Sistemas de Navegación por Satélite que proporcionan un posicionamiento geoespacial con cobertura global, tanto de forma autónoma, como con sistemas de aumentación. El primer sistema operativo fue el sistema GPS, gestionado por el ejército de los Estados Unidos por ello, a pesar de desarrollarse otros sistemas, en la cultura social es un término tan extendido que se confunde con el término GNSS, que engloba además del GPS a otros sistemas de navegación por satélite como son GLONASS, GALILEO, BEIDOU.

La cobertura global con el uso de sistemas GNSS se logra mediante constelaciones nominales de unos 24-27 satélites, ubicados en diferentes planos orbitales (3 o 6), elípticos, con inclinaciones respecto al plano ecuatorial que van entre los 55° y los 65°, a una altura que oscila entre los 19100 y los 28000 km (órbitas MEO), lo que supone períodos orbitales de unas 12 horas (Andrade Neto, 2019).

Figura 2: Receptor satelital función GPS y GNSS



Fuente: Garmin.ec, (2023).

2.3.7 Drones

Un dron es un vehículo aéreo que vuela sin tripulación. Su nombre se deriva del inglés drone, que en español significa “abeja macho”. Existen drones de diversos tamaños y con diferentes finalidades. Sin embargo, es importante indicar que este tipo de máquinas existen desde hace mucho tiempo, pese a que su fabricación resultaba un tanto costosa y 29 que tampoco se contaban con las características que poseen actualmente.

El levantamiento fotogramétrico es la aplicación de la fotogrametría a la topografía. Pese a que la fotogrametría no es una ciencia nueva (sus inicios se estiman a mediados del siglo XIX), sus aplicaciones en topografía son mucho más recientes. Si se trabaja con una foto se puede obtener información en primera instancia de la geometría del objeto, es decir, información bidimensional. Si se trabaja con dos fotos, en la zona común a éstas (zona de solape), se podrá tener visión estereoscópica o, dicho de otro modo, información tridimensional. Básicamente, es una técnica de medición de coordenadas 3D, que utiliza fotografías u otros sistemas de percepción remota junto con puntos de referencia topográficos sobre el terreno, como medio fundamental para la medición (Bernauw, 2016).

Figura 3: Dron Dji estándar para topografía



Fuente: Dji.com, (2023).

2.3.8 Software Informáticos topográficos

En la actualidad cualquier persona que trabaje como topógrafo o en cualquier ámbito relacionado con la topografía, necesita una gran cantidad de programas

informáticos imprescindibles para su trabajo del día a día. Es cierto que con el paso del tiempo cada vez más necesitamos más del ordenador y el software informático, pero en la mayoría de las ocasiones nos ahorran una enorme cantidad de cálculos matemáticos, y nos vuelven la vida un poco más sencilla. A continuación, se detallan dos de los programas más completos para la topografía 3D (Leiva Marin & Niño de Guzmán Arpasi, 2021).

2.3.9 Pix4D

El software de fotogrametría avanzada Pix4D utiliza las imágenes capturadas por los drones para generar modelos y mapas 3D, como ortomosaicos profesionales, nubes de puntos, modelos 3D y mucho más. Los siguientes programas Pix4D se suministran, o bien están disponibles como opciones, con casi todos los sistemas de drones senseFly.

Este software de fotogrametría profesional utiliza imágenes para generar nubes de puntos, modelos digitales de superficie y de terreno, ortomosaicos, modelos texturizados y otras opciones. Es utilizado habitualmente por profesionales del ámbito geoespacial como topógrafos e ingenieros civiles (García-Martínez et al., 2020).

Según la información disponible en: Pix4D.com (Pix4D, 2022) “es un software de fotogrametría que, a partir de un conjunto de imágenes con solape, genera nubes de puntos en común entre ellas para construir ortomosaicos y modelos digitales de superficie (MDS) y del terreno (MDT) para generar cartografía 2D y modelos 3D.

El plan de adquisición de imágenes depende de:

Tipo de terreno/objeto a reconstruir.

Ground Sampling Distance (GSD) : El GSD requerido por las especificaciones del proyecto definirá la distancia (altura de vuelo) a la que se deben tomar las imágenes. Por ejemplo, un GSD de 5 cm significa que un píxel en la imagen representa linealmente 5 cm en el suelo ($5*5 = 25$ centímetros cuadrados).

Superposición: La superposición depende del tipo de terreno que se mapee y determinará la velocidad a la que se deben tomar las imágenes.

Un mal plan de adquisición de imágenes conducirá a resultados inexactos o fallas en el procesamiento y requerirá adquirir imágenes nuevamente (Echevarría Zenayuca & Guerra Galarza, 2022).

Todos los planes de vuelo que se describen a continuación se pueden volar automáticamente con la aplicación de planificación de vuelos Pix4Dcapture disponible en Android e iOS”.

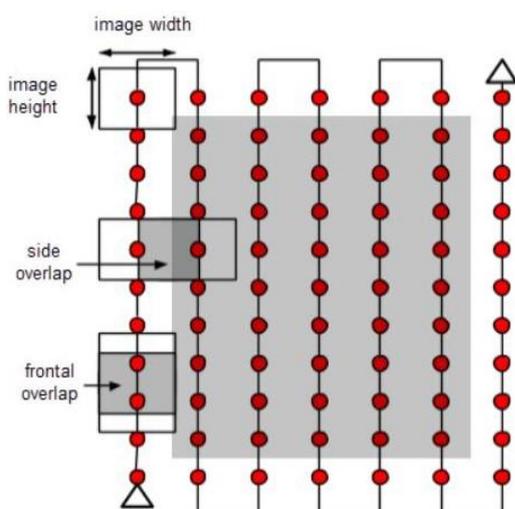
Figura 4: Plan de vuelo de RGB y de PIX4Dmapper



Fuente: Pix4D.com, (2023).

En la mayoría de los casos, se recomienda adquirir las imágenes con un patrón de cuadrícula regular. El solapamiento recomendado es de al menos un 75% de solapamiento frontal (respecto a la dirección de vuelo) y un mínimo de un 60% de solapamiento lateral (entre trayectorias de vuelo). La cámara debe mantenerse tanto como sea posible a una altura constante sobre el terreno/objeto para garantizar el GSD deseado (Tarco Colque & Quispe Mamani, 2019).

Figura 5: Grilla Ortofogramétrica



Fuente: Pix4D.com, (2023).

La superposición y la altura de vuelo deben adaptarse según el terreno.

Para campos agrícolas planos, se recomienda al menos un 80 % de superposición frontal y lateral. Para bosques, áreas de vegetación densa, se recomienda aumentar la superposición a al menos un 85% de superposición frontal y lateral y volar más alto para que sea más fácil detectar similitudes entre imágenes superpuestas. Los proyectos con imágenes térmicas requieren al menos un 90% de superposición frontal y lateral.

Para proyectos con múltiples vuelos, debe haber una superposición entre los diferentes vuelos y las condiciones (dirección del sol, condiciones climáticas, sin edificios nuevos, etc.) deben ser similares (Huiza Soto & Ventura Huaman, 2020).

2.3.10 Agisoft Metashape

Agisoft Metashape es un producto de software independiente que realiza el procesamiento fotogramétrico de imágenes digitales y genera datos espaciales 3D para su uso en aplicaciones SIG, documentación del patrimonio cultural y producción de efectos visuales, así como para mediciones indirectas de objetos de varias escalas.

Es un software independiente que realiza el procesamiento fotogramétrico digital de imágenes (fotografía aérea, de corto alcance, e imágenes de satélite). Generando datos espaciales en 3D, para documentación del patrimonio cultural, producción de efectos visuales, y para diferentes medidas de objetos en varias escalas. El software, permite procesar imágenes de cámaras RGB, térmicas, o multispectrales, convirtiendo la información espacial en forma de nubes de puntos, modelos poligonales texturizados, verdaderos ortomosaicos georreferenciados, y DSM / DTM (Cruz Cerna, 2023).

Es capaz de procesar más de 50.000 fotos en un clúster local, gracias a la funcionalidad de su procesamiento. Además, puede ser administrado por un aprendiz en el campo de la fotogrametría, pero, por otro lado, tiene mucho que ofrecer a un especialista que puede beneficiarse de sus funciones avanzadas; cómo el modo estereoscópico, y el poder tener un control completo sobre la precisión de los resultados, con un informe detallado que se genera al final del proyecto.

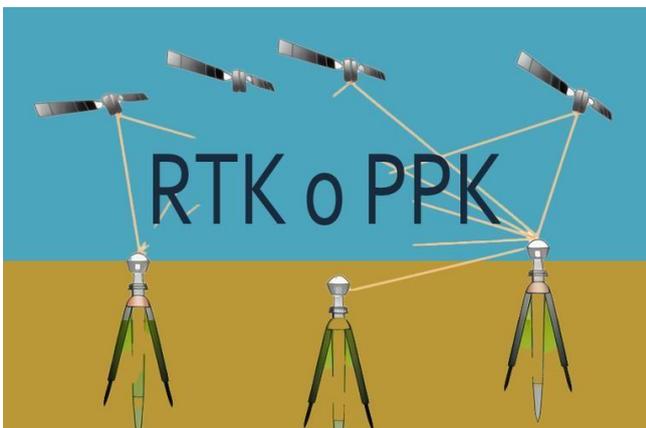
2.3.11 Sistema PPK o RTK

PPK (Post Processed Kinematics) realiza mediciones de diferencias de fase de dos o más receptores que simultáneamente rastrean varios satélites comunes, uno de los receptores recibe datos desde una posición conocida, en nuestro caso, y los otros se sitúan en los puntos cuyas coordenadas se necesitan conocer. Las diferencias de mediciones de fase de las señales satelitales minimizan los errores, obteniendo estimaciones de gran

precisión. El posicionamiento PPK es el más fiable de todos los métodos de levantamiento, con este se puede llegar a obtener una precisión de pocos milímetros (Quispe Rojas, 2019).

La información recibida es almacenada en la memoria interna de los receptores y ajustada usando correcciones provenientes de una estación base de referencia, más cercana, tras la toma de datos, si es que no nos hemos ubicado en una base de coordenadas conocidas (Quispe Rojas, 2019).

Figura 6: Sistema RTK o PPK



Fuente: Geodesical.com, (2023).

2.3.12 Plan de vuelo

El plan de vuelo aéreo con drones es tu momento crítico para planificar técnicamente los trabajos en campo. Parametrizar alturas, número de pasadas, orientación de la cámara, o solapamiento entre imágenes son algunos de los pasos a dar para programar un plan de vuelo o proyecto de vuelo (Torres Quispe, s. f.).

2.3.13 Ortomosaico

Es un producto de imagen fotogramétrica ortorrectificado organizado como mosaico a partir de una colección de imágenes, donde la distorsión geométrica se ha corregido y donde se ha realizado un balance de color de las imágenes para producir un dataset de mosaico continuo (Giraldo Betancourt, s. f.).

2.3.14 Definición de Drone

Basándonos en lo que mencionan diversos autores:

Ortega y colaboradores (2016), describen un dron como un vehículo aéreo que opera sin la necesidad de un piloto a bordo, capaz de volar de manera autónoma, sin requerir control humano directo.

Por otro lado, Ollero y su equipo (2007), señalan que los drones, también conocidos como UAVs, son aparatos que pueden ser manejados a distancia o que pueden llevar a cabo sus operaciones de manera autónoma. Estos vehículos están equipados con tecnologías para capturar y enviar información. En algunos casos, poseen herramientas avanzadas que les permiten ser operados desde lugares alejados de su ubicación actual (Varas Alava, 2022).

Addati y Pérez (2014) agregan que hay drones completamente autónomos capaces de realizar actividades específicas, como seguir rutas predeterminadas, aterrizar y despegar por sí mismos, y detectar ciertos eventos de forma automática.

2.3.15 Tipos de drones

De acuerdo con lo indicado, los drones se categorizan de manera similar a las aeronaves con piloto. Estas categorizaciones incluyen el mecanismo de sustentación, ya sea ala fija o con múltiples motores; el método de propulsión, que puede ser eléctrico, turbohélice, a reacción, entre otros; la duración de su autonomía, la altitud máxima a la que pueden volar (que influye en la calidad mínima de las imágenes que pueden obtener) y su distancia máxima de operación. A continuación, en las gráficas 1 y 2, se presentan dos ejemplos de estas clasificaciones (Pinto Guerrero, 2019).

2.3.16 Aplicaciones de los drones

Dentro del campo de la Topografía, es notable mencionar la relevancia de los drones en la Ingeniería Geomática, especialmente en la creación de modelos digitales del terreno y en la producción de ortofotos, según lo apuntado por Coello & Ballesteros en 2015. Algunas de sus aplicaciones más destacadas son:

- Supervisión y monitoreo del tráfico, así como inspecciones de caminos, rutas y medios de transporte.
- Establecimiento de fronteras en áreas urbanas y exploración de dichas zonas.

- Monitoreo y alertas sobre excesos de límites en áreas de desarrollo agrícola (a 3200 msnm).
- Restricciones sobre la subdivisión y urbanización en áreas rurales.
- Planificación y asignación de áreas públicas en zonas en desarrollo.
- Tareas de vigilancia policial, control de fronteras y combate al terrorismo.
- Usos topográficos como la captura de fotografías aéreas para la creación de mapas y demarcación de propiedades (para fines catastrales).
- Supervisión de cultivos, prácticas agrícolas y análisis del uso del suelo.
- Estudios relacionados con el medio ambiente y el clima, incluyendo la observación de desastres naturales.
- Localización rápida de siniestros en zonas de difícil acceso.
- Respuestas a emergencias derivadas de calamidades naturales, tales como inundaciones o sismos.
- Monitorización de patrones migratorios, conteo de fauna, identificación de plagas y localización de áreas ricas en pesca.
- Detección temprana de incendios y seguimiento de su desarrollo.
- Inspección de redes eléctricas de alta tensión.
- Soporte en comunicaciones, como servicios de telefonía móvil e internet (Castillo León, 2021).

2.3.17 Sistema de Posicionamiento Global diferencial (DGPS).

El GPS diferencial (DGPS) potencia la exactitud al determinar la ubicación real de objetos, ya sea en reposo o en movimiento. Se convierte en una herramienta esencial para diversas tareas que requieren un posicionamiento de alta precisión. El sistema DGPS opera con la ayuda de dos receptores en tierra: uno fijo y otro que se puede desplazar, facilitando así la toma de medidas precisas en varios puntos de interés (Roura, 2013).

Además, el DGPS tiene la capacidad de refinar la precisión del posicionamiento. Emite una señal de corrección que cubre una distancia máxima de hasta 1000 kilómetros. Es crucial tener en cuenta que cualquier interrupción o pérdida de esta señal correctiva durante su transmisión podría derivar en imprecisiones, como señala Ground Sample Distance (GSD)

Se refiere al tamaño representativo en el terreno que un pixel puede cubrir; por lo tanto, no es posible identificar objetos basándose en un único pixel. Para reconocer algo, es necesario considerar un conjunto de varios pixeles (Ortiz Sánchez, 2021).

2.3.18 Modelos digitales del terreno (MDT)

Un MDT es una descripción numérica del terreno que utiliza un conjunto de puntos definidos por sus coordenadas x, y, z en relación con un sistema georreferenciado establecido. Esencialmente, es una recreación digital tridimensional de una superficie terrestre que no incluye vegetación ni estructuras, construida a partir de información sobre la elevación, latitud y longitud de diversos puntos (Pinedo Aguilar & Garcia Iquise, 2022).

2.3.19 Orto fotografía.

Una ortofotografía es una representación georreferenciada (considerando latitud, longitud y elevación) de una imagen aérea. Esta proyección ha sido ajustada para corregir distorsiones provocadas por variaciones en la altura (debido a obstáculos) y la orientación de la cámara. Esta corrección tiene el propósito de reducir desviaciones y uniformar la escala, permitiendo así mediciones precisas de distancia (Sánchez Jiménez, 2017).

Una ortofotografía muestra las imágenes de objetos desde una perspectiva ortográfica real, siendo geoméricamente similar a un mapa. Sin embargo, mientras los ortofotos presentan imágenes reales de los objetos, los mapas se basan en líneas y símbolos representativos. Además, se destaca que una ortofotografía es esencialmente una imagen del terreno corregida que exhibe tanto elementos naturales como aquellos introducidos por el ser humano, todos en su posición correcta en relación con las coordenadas X e Y (Duró Cazorla, 2021).

2.3.20 Cartografía

La cartografía se refiere a una especialización de la geografía que se dedica a representar áreas de la tierra en formatos como mapas o globos terráneos. Esta disciplina recopila, evalúa y procesa medidas y datos geográficos para luego plasmarlos visualmente en proporciones reducidas o ampliadas. Su relevancia radica en que, a través de ella, es posible comprender aspectos del entorno, su configuración física, la disponibilidad de

recursos y la localización de zonas de tensión específicas (Mamani Gutierrez & Delgado Alvarez, 2023).

Para abordar la cartografía adecuadamente, es fundamental reconocer ciertos componentes y nociones esenciales que facilitan la interpretación y la creación de mapas:

- Paralelos: Corresponden a líneas imaginarias que discurren paralelas al Ecuador, separando la tierra en hemisferios norte y sur.
- Meridianos: Son líneas ficticias que se extienden de norte a sur y dividen la tierra en hemisferios este y oeste.
- Simbología: Hace referencia a los signos o íconos específicos empleados en el mapa para representar distintos elementos o características.
- Escalas: Proporcionan la relación entre las distancias en el mapa y sus equivalentes en el mundo real.
- Coordenadas: Representan un sistema que facilita la localización precisa de puntos en la superficie terrestre, ya sean objetos, ciudades u otros lugares de interés, basándose en coordenadas específicas, como apuntan (LEITAO et al., 2021).

2.3.21 División de la cartografía

La cartografía puede categorizarse en

- Cartografía General: Se refiere a la representación de áreas extensas, como mapas nacionales o globales.
- Cartografía Temática: Se centra en la creación de mapas con enfoques particulares, incluyendo, por ejemplo, mapas turísticos, políticos, geológicos, marítimos y de rutas de comunicación.
- Cartografía Digital: Esta modalidad aprovecha las herramientas informáticas para crear mapas. Se apoya en sistemas de información geográfica (SIG) para gestionar y procesar datos geoespaciales, utilizando bases de datos, software especializado y técnicas de teledetección, así como herramientas estadísticas para su elaboración y análisis (Mamani Gutierrez & Delgado Alvarez, 2023).

2.3.22 Aplicación de la fotogrametría.

La fotogrametría es una disciplina que busca determinar las dimensiones y la ubicación espacial de objetos mediante la interpretación y medición de fotografías. El término "fotogrametría" proviene de las palabras "fotograma", que alude a una imagen creada por luz, y "metrón", que significa medir. En esencia, la fotogrametría se traduce como "medición mediante imágenes" (Tarco Colque & Quispe Mamani, 2019).

Si se emplea una única fotografía, es posible extraer datos sobre la forma de los objetos, lo que proporciona información de dos dimensiones. Sin embargo, cuando se utilizan dos imágenes con un solapamiento, es posible adquirir una percepción estereoscópica, es decir, capturar información en tres dimensiones.

Un punto de control es una característica notable y única en una imagen, que se mantiene constante a pesar de las variaciones en orientación, rotación o tamaño. Estos puntos pueden manifestarse como líneas o estructuras geométricas. Es esencial que estos puntos mantengan una estabilidad notable y posean características distintivas para asegurar una adecuada correlación cuando se comparan con puntos en otras imágenes (Díaz García, 2017).

Existen diferentes técnicas que facilitan la identificación automática de estos puntos de control en las imágenes. Estas técnicas se apoyan en algoritmos computacionales predefinidos que asignan y reconocen cada punto de control de manera efectiva.

2.3.23 Aplicación de la Orto-rectificación

El proceso de ajustar imágenes a través de la rectificación implica transformar la información de un sistema de grillas a otro utilizando una fórmula geométrica, que suele ser polinómica. Una variante específica de este proceso es la orto rectificación, que se enfoca en corregir las desviaciones causadas por las variaciones en el terreno. Para hacer esto, se emplean Modelos Digitales de Elevación (MDE). Esencialmente, la orto rectificación se encarga de ajustar y corregir cualquier desviación relacionada con el movimiento del dispositivo que captura la imagen (Guevara & Salcedo, 2016).

2.3.24 Catastro

El catastro como un registro actualizado centrado en la propiedad, que cataloga las características de las parcelas y toda la información vinculada al terreno. Este sistema documenta derechos, limitaciones y deberes relacionados con las propiedades inmobiliarias, además de detalles geométricos de las propiedades en relación con su valor y mejoras.

Se utiliza el catastro por razones fiscales, como la valoración y la tributación, motivos legales, como la transferencia de propiedades, y para fines administrativos, tales como la planificación y la administración del uso de la tierra. También contribuye al desarrollo ecológicamente sostenible y a la protección ambiental (Guimet Pereña, 2003).

Un enfoque contemporáneo del catastro es que este actúa como un conjunto integrado de bases de datos. Aquí, se compila información sobre la titularidad y registro de tierras, sus características físicas, modelos para la valoración inmobiliaria, zonificación, transporte y otros datos demográficos y socioeconómicos.

Estos sistemas de registro se ven como instrumentos integrales de planificación. Se pueden implementar a diferentes escalas: local, regional o nacional, para enfrentar desafíos como el crecimiento urbano, la reducción de la pobreza, las estrategias de tierras y la promoción de comunidades sostenibles (Kaufmann, 2002).

Hoy en día, hay un impulso por evolucionar los sistemas catastrales "tradicionales" hacia sistemas de información más avanzados y con múltiples propósitos. El objetivo es alejarlos de ser meramente instrumentos fiscales y convertirlos en bases de datos territoriales ampliamente accesibles (Bullón, 2002).

2.3.25 Clasificación del Catastro

La categorización del catastro se puede determinar basándose en diversos criterios, pero los más reconocidos son:

- De acuerdo con la zona geográfica en la que se encuentra.
- Basándose en la finalidad o propósito que persigue (Shurupov et al., 2023).

2.3.26 Catastro por el ámbito de ubicación

En relación con la ubicación geográfica de las propiedades o terrenos en estudio, se identifican:

2.3.27 Catastro urbano

Señalan que este tipo de catastro es un registro focalizado en el levantamiento y evaluación de datos inmobiliarios, tanto en su dimensión física como legal y económica, dentro de los entornos urbanos. Este registro incluye mapas catastrales que muestran diversas actividades de la ciudad, tales como zonas residenciales, comerciales, industriales, áreas de instituciones, espacios de ocio, entre otros (Mora García et al., 2015).

2.3.28 Catastro rural

Se centra en el registro y evaluación de las propiedades rurales, considerando sus características físicas, legales y económicas. Las acciones involucradas en este proceso incluyen la creación de cartografías que destacan las prácticas agrícolas, como los diferentes tipos de cultivos y las actividades ganaderas, además de identificar regiones de diversa índole en el entorno rural (Reyes Bueno et al., 2012).

2.3.29 Catastro según el enfoque u objetivo.

Basándonos en la finalidad de la información catastral, se pueden identificar distintos tipos:

2.3.30 Catastro enfocado en aspectos económicos o fiscales:

Principalmente orientado a objetivos tributarios, este tipo de catastro se halla en gran parte de los países. Utilizando bases de datos y diversos métodos de evaluación, se estima la cuantía que un dueño de un terreno debe contribuir en términos fiscales (Pérez García & Beleño Arévalo, 2018).

2.3.31 Catastro con énfasis geométrico o físico:

Este emerge al interrelacionar las bases de datos con características espaciales de los terrenos, como su tamaño, ubicación y configuración del terreno. Estos datos se adquieren mediante técnicas topográficas y cartográficas, lo que permite gestionar con

precisión la información geográfica y facilitar una evaluación fiscal más justa (Millan et al., 2023).

2.3.32 Catastro de naturaleza jurídica:

Este tipo de catastro se centra en determinar y supervisar las condiciones legales relacionadas con los terrenos. Aborda aspectos como la evolución legal del uso del terreno, su delineación, la tenencia y su valoración económica (García-Junco, 2008).

2.3.33 Catastro de propósitos múltiples:

Este enfoque integrador combina los tipos anteriores y los complementa con consideraciones ambientales y sociales. La intención es establecer prácticas de gestión territorial efectivas, promoviendo un reparto equilibrado de la población y las actividades económicas, con el objetivo final de potenciar el bienestar social y las condiciones de vida (Herrera, 2017).

2.3.34 Sistema de Información Geográfica

Los sistemas de información geográfica (SIG) representan una tecnología clave para la gestión y manipulación de datos. A través del modelo de base de datos georrelacional, los SIG permiten vincular información gráfica, como planos o mapas, con bases de datos digitales. Esencialmente, los SIG integran la información gráfica con la alfanumérica, lo que les permite manejar asuntos con elevadas interrelaciones y complejidades (Sendra, 1994).

Un SIG se puede visualizar como un sistema compuesto por elementos interconectados siguiendo ciertas reglas. Incluye contenido, hardware, software, administración y usuarios.

Describen el catastro multifinalitario como un arsenal de métodos, instrumentos y datos organizados para operar de forma lógica y coordinada, con el propósito de captar, conservar, examinar y presentar información geográfica y sus atributos para diversos objetivos. Los SIG emergieron para satisfacer la demanda de acceso inmediato a datos para abordar problemáticas y responder cuestiones al momento (Lara et al., 2006).

Aunque existen varias definiciones de lo que constituye un SIG, todas convergen en la idea de que es un sistema consolidado diseñado para interactuar con información

geográfica. Es una herramienta clave que apoya el análisis y la toma de decisiones en áreas cruciales para el progreso nacional. Esto incluye la gestión de la infraestructura a nivel municipal, estatal o nacional (Buzai et al., 2019).

2.3.35 La importancia de los sistemas de información geográfica (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han consolidado como herramientas esenciales en la toma de decisiones en diversos sectores de las comunidades contemporáneas. Esto se debe a su capacidad para organizar y representar información relacionada con áreas geográficas específicas. Una de las principales ventajas de los SIG es que facilitan a los usuarios la realización de consultas de manera interactiva, el análisis de datos espaciales, la edición de la información y la creación de mapas para visualizar los resultados de distintos análisis (Bravo, 2000).

Además, un SIG actúa como un repositorio de datos, donde la información alfanumérica se vincula con elementos visuales en un mapa digital a través de un identificador común. Esta característica permite relacionar datos específicos con su representación visual. Así, el sistema puede resaltar ciertos atributos específicos que un usuario desea examinar, filtrando la información innecesaria. Además, los SIG facilitan la clasificación y agrupación de áreas geográficas que comparten características similares, como parcelas con atributos comunes. Esta capacidad de clasificación y filtrado subraya la importancia de los SIG en la gestión y análisis de información geoespacial (Balaguera et al., 2018).

2.3.36 Los sistemas de información geográfica y el catastro

Las tareas catastrales buscan consolidar información física, legal y financiera de propiedades, con el objetivo de tener un registro unificado y detallado de todos los bienes inmuebles en una ciudad específica. Aunque a menudo estos datos se almacenan en sistemas de bases de datos tradicionales, estas plataformas tienen la desventaja de no poder vincular directamente la información con su localización geográfica específica (Barroso & de Madrid, 1997).

Es por ello que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido en herramientas esenciales en el ámbito catastral. Estos sistemas no solo permiten catalogar las propiedades, sino también localizarlas geográficamente. Esta capacidad de

integración posibilita la fusión de datos de diversas fuentes, tecnologías y plataformas (Ojeda Ontaneda, 2014).

Así, información variada, como la demografía, el uso del suelo, las características del terreno y las infraestructuras de servicios públicos, puede ser fácilmente mapeada y visualizada mediante el uso de los SIG, proporcionando una visión más completa y georreferenciada de la información catastral (Ojeda Ontaneda, 2014).

2.3.37 Relación del catastro con los drones

El catastro se ha posicionado como un pilar fundamental para impulsar la economía local, planificar el desarrollo urbano, proporcionar servicios, regular la posesión y uso del terreno. En este contexto, es esencial disponer de un Sistema de Información Geográfica (SIG) actualizado que permita una gestión eficaz del territorio a nivel estatal. Aunque tradicionalmente se han utilizado tecnologías como vuelos fotogramétricos e imágenes satelitales de alta definición, la emergencia y evolución de la tecnología de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) ha presentado una alternativa notable. Esta tecnología es especialmente útil para crear mapas de alta calidad en zonas reducidas y es especialmente beneficiosa en áreas remotas o de difícil acceso, ofreciendo una ventajosa relación calidad-precio (Tarco Colque & Quispe Mamani, 2019).

2.3.38 Ortofotografía y los sistemas de información geográfica (SIG)

La ortofotografía desempeña un papel crucial al integrarse en un Sistema de Información Geográfica (SIG), ya que ofrece información detallada y no simplemente genérica (como una capa raster). A través de estas imágenes, es posible almacenar y visualizar tanto datos continuos como categóricos, tales como cursos de agua, vías, vegetación, cuerpos de agua, construcciones, propiedades y comunidades, por nombrar algunos (Peña, 2001).

Dentro de la utilización de la ortofotografía en un SIG, se pueden destacar tres procedimientos esenciales:

Visualización: Las ortofotos, más allá de ser simplemente imágenes, sirven como una referencia visual fundamental. En muchos contextos, actúan como una capa base sobre la cual se superponen y se alinean otras capas de datos.

Detección de elementos: Las imágenes contienen una variedad de objetos que se encuentran en la superficie terrestre. A partir de estas ortofotos, es posible identificar y delinear distintos elementos, lo que puede llevar a la generación de capas de datos adicionales (Nieto Masot, 2010).

Reconocimiento de características específicas: Las ortofotos permiten identificar detalles particulares basados en la forma y apariencia de los objetos. Por ejemplo, al observar una carretera, es posible determinar si es amplia o angosta, larga o breve, con curvas o recta. Además, características más sutiles, como el tono del asfalto o la distinción entre un camino pavimentado y uno de tierra, también pueden identificarse a través del análisis de estas imágenes (Ojeda Zújar et al., 2013).

2.3.39 Píxeles

El píxel se define como la más pequeña de las unidades homogéneas de color que componen una imagen de tipo digital. Al ampliar una de estas imágenes a través del zoom, es posible observar los píxeles que permitan la creación de la imagen. Ante la vista se presentan como pequeños cuadrados o rectángulos en blanco, negro o matices de gris (Herrada, s. f.).

2.3.40 Calidad de los píxeles

La calidad de una imagen digital está determinada por su resolución, que se refiere al número de píxeles contenidos en una medida específica de longitud. Esto esencialmente significa cómo se relacionan las dimensiones digitales de una imagen (en píxeles) con sus dimensiones reales cuando se muestra en un medio como una pantalla o se imprime (Reyes-Díez et al., 2015).

El instrumento o medio en el que visualizamos o imprimimos una imagen tiene su propia capacidad de resolución, generalmente indicada en píxeles por pulgada (ppp) o puntos por pulgada (dpi). Esto significa que la percepción de la resolución de una imagen se basa en el dispositivo que se utiliza para mostrarla. Una alta resolución significa que hay más píxeles distribuidos en una unidad de longitud determinada, resultando en una imagen más detallada o de "mayor definición" (Pérez & Martínez, 2005).

2.3.41 Software Agisoft Photoscan

Se trata de un software avanzado en el ámbito de la fotogrametría que facilita el procesamiento de imágenes digitales y la creación de datos tridimensionales, especialmente útiles en aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica (Costales Acurio, 2018).

Ofrecido en dos ediciones, Standard y Pro, el software se adapta a diferentes necesidades. Mientras que la edición Standard cubre necesidades básicas y simulaciones virtuales, la versión Pro es más adecuada para tareas avanzadas relacionadas con el GIS. Esta herramienta fue creada por Agisoft LLC, una compañía con sede en San Petersburgo, Rusia (Jebur et al., 2018).

El programa es versátil y compatible con imágenes capturadas tanto por medios tradicionales como por drones. Entre sus características destacan:

- Calibración basada en modelos de cámaras digitales,
- Capacidad de georreferenciación usando puntos de referencia o la posición de la cámara,
- Optimización de bloques de imágenes a través de triangulación,
- Generación de modelos de terreno a partir de áreas con solapamiento de imágenes utilizando algoritmos de correlación,
- Ortorectificación aprovechando modelos de terreno y datos de orientación.

2.3.42 Aplicación del Pix4D Mapper Pro en catastro

Se trata de una herramienta desarrollada en 2011 por una empresa suiza que lleva el mismo nombre. Este software tiene como objetivo principal la creación de ortomosaicos y opera a través de tres etapas clave: inicialización del procesamiento, intensificación de la nube de puntos y elaboración del ortomosaico junto con el modelo digital del terreno (Firdaus & Rau, 2017).

A través de una única interfaz de opciones de procesamiento, el usuario tiene la libertad de configurar parámetros que afectarán la calidad, exactitud y el formato del resultado final. Estas configuraciones están organizadas en cinco categorías: inicialización del procesamiento, manipulación de la nube de puntos, creación del DSM

y ortomosaico, generación de resultados adicionales y asignación de recursos (Firdaus & Rau, 2017).

Para garantizar la precisión del trabajo, es aconsejable ingresar puntos de referencia antes de iniciar el procesamiento. Estos puntos son esenciales, especialmente cuando las imágenes carecen de georreferenciación. Al contar con estos puntos, se minimizan las desviaciones y errores que puedan surgir en el modelo producido (Firdaus & Rau, 2017).

2.5 Marco Legal

Vuele por debajo del límite de altitud de la FAA (400 pies)

-Vuelo máximo de 500 metros de altura para drones DJI establecidos por la empresa

-No volar en áreas peligrosas

-Vuele siempre dentro de la línea de visión

-No bebas y vueles

-No vuelas sobre multitudes

-Siga las regulaciones locales

-Cada pasajero no puede llevar a bordo más de 20 baterías pequeñas sueltas. Las baterías adjuntas se pueden llevar a bordo.

-Las baterías sueltas no se pueden facturar. Los equipos con baterías pequeñas se pueden facturar.

Reglamento que norma la “Operación de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAs)”

Art. 2.- Aplicabilidad. (a) Los requisitos de este Reglamento se aplican a: (1) Las operaciones de aeronaves pilotadas a distancia (RPAs) usados en actividades civiles cuyo peso (masa) máximo al despegue (MTOW) sea superior a 0.25 Kilogramos y menor o igual a 150 Kilogramos; y, (2) Las personas que operan una RPA. (b) Queda prohibida la operación de las aeronaves de más de 150 kilogramos de peso (masa) máxima de despegue (MTOW). La AAC se reserva el derecho de emitir permisos especiales con base en las reglas de este reglamento, relacionados con operaciones con RPAs que, por sus

características técnicas y por su finalidad de operación, las cuales sean realizadas por entidades públicas o privadas debidamente reconocidas o autorizadas con fines exclusivos de investigación científica, innovación y desarrollo.

Art. 7.- Operación negligente o temeraria de aeronaves. (a) La operación de las RPAs debe realizarse de tal forma que no ponga en peligro la seguridad de las operaciones aéreas, de las personas en la superficie, de sus bienes y de la fauna silvestre. (b) El operador de una RPA suspenderá inmediatamente el vuelo, en cualquier momento en que la seguridad de las personas, de los bienes y de la fauna esté en peligro como resultado de esta operación, o cuando no pueda cumplir con todos los requisitos del presente capítulo. (c) Las operaciones interrumpidas según el literal (b) no se reanudarán en tanto las condiciones que generan el peligro estén presentes.

Art. 8.- Responsabilidad por la operación. (a) El operador de una RPA es responsable de la seguridad de la operación de cada vuelo. (b) Ninguna persona podrá iniciar o continuar el vuelo si conoce que la RPA no se encuentra en condiciones para realizar una operación segura. (c) El operador de una RPA es responsable solidariamente con el explotador y/o propietario de la aeronave, por la operación de la misma. (d) El operador de una RPA es responsable que la aeronave no represente ningún peligro para personas, animales, otras aeronaves y bienes, en caso de pérdida del control de la aeronave por cualquier motivo. (e) Las RPAs destinados para actividades recreativas que sean operados por menores de edad, deberán encontrarse bajo la supervisión directa de un adulto. La responsabilidad absoluta de la operación recaerá sobre el explotador y/o propietario de la aeronave y de manera solidaria, sobre la persona que ejerza la patria potestad del menor. (f) El operador de una RPA, no podrá iniciar el vuelo a menos que la RPA se encuentre debidamente registrado de conformidad a lo establecido en el presente Reglamento.

Art. 11.- Cumplimiento con las leyes y reglamentos locales. El operador de una RPA cumplirá todas las leyes, reglamentos, ordenanzas y otras disposiciones relacionadas con seguridad nacional, seguridad pública, protección de la privacidad y la intimidad personal, propiedad intelectual, entre otras.

Art. 12.- Operación con visibilidad directa. (a) El operador de una RPA es responsable de mantener contacto directo visual con la aeronave durante todo el vuelo. (b) La presencia de un observador no exime al operador de una RPA del cumplimiento del literal anterior.

Art. 13.- Prohibición de operación simultánea. Una persona no debe operar en forma simultánea más de una RPA en vuelo, a excepción de las RPAs que cumplan con las condiciones para dicha operación.

Art. 16.- Horas de operación. Salvo autorización especial emitida según el Capítulo D de este Reglamento, las RPAs serán operadas en las horas comprendidas entre la salida y la puesta del sol; y en condiciones meteorológicas de vuelo visual (VMC).

Art. 17.- Altura máxima de vuelo. La operación de las RPAs no excederá en ningún momento una altura de vuelo de 400 pies (122 metros) sobre el terreno (AGL)

Art. 18.- Operaciones en las cercanías de un aeródromo, helipuerto, zonas prohibidas, zonas restringidas, zonas intangibles, áreas sensibles, estratégicas y zonas de seguridad del Estado. Las RPA no serán operadas: (a) A una distancia igual o mayor a 9 kilómetros (5 NM) de los límites o linderos de cualquier aeródromo o zonas de seguridad del Estado o a una distancia igual o mayor a 0.9 kilómetros (0.5 NM) de los límites o linderos de cualquier helipuerto, lo que resulte más restrictivo. (b) En zonas prohibidas, zonas restringidas, zonas intangibles y zonas de seguridad del estado determinadas por la ley. (c) Dentro de un radio de 9 kilómetros (5 NM) de una zona de incendio forestal. (d) Cerca de personas o propiedades cuya operación involucre vulneración de su privacidad personal y familiar. (e) A una distancia menor a 150 metros (500 ft) de los centros de privación de libertad o centros de rehabilitación social; excepto la operación de RPAs del Servicio Nacional de Atención Integral a Personas Adultas Privadas de la Libertad y Adolescentes Infractores (SNAI) que por sus competencias y actividades propias de vigilancia por seguridad en los CPL y CRS deben realizarlo. (f) En zonas ocupadas por equipos de emergencia o auxilio tales como el cuerpo de bomberos, hospitales, clínicas, asilos, etc. (g) Las entidades públicas o privadas competentes según corresponda, tendrán la facultad de aplicar el derecho de inhibición o derribo (tecnología anti-dron) o tomar acciones necesarias, cuando un RPA incumpla lo señalado en este reglamento.

Art. 19.- Actividades previas al vuelo. El operador de una RPA se asegurará, antes de iniciar cada vuelo lo siguiente: (a) El área seleccionada para el vuelo ha sido inspeccionada y permite la ejecución segura de la misma dentro de los límites establecidos en el presente capítulo. (b) La RPA ha sido inspeccionado para identificar posibles daños y se encuentra en condiciones aptas para una operación segura, incluyendo la disponibilidad de combustible o carga de la batería acordes al vuelo planificado; (c) Se han cumplido todas las tareas de mantenimiento establecidas por el fabricante; y, (d) No

exista interferencias visibles o detectables con otras señales de radio que pudieran afectar el control de la RPA.

Art. 25.- Registro. Todo propietario de una RPA, debe registrar la aeronave en la Dirección General de Aviación Civil, de conformidad a lo siguiente: a) Para servicios de trabajos aéreos. - RPA cuyo peso (masa) máximo de despegue (MTOW) sea igual o superior a 0.5 Kilogramos y no mayor a 150 Kilogramos. 8 b) Para actividades recreativas. - RPA cuyo peso (masa) máximo de despegue (MTOW) sea igual o superior a 2 Kilogramos y no mayor a 150 Kilogramos.

Art. 26.- Seguros. (a) El propietario o el operador de la RPA en actividades de trabajos aéreos, está en la obligación de responder por los daños causados a terceros, como resultado de sus actividades de vuelo, para lo cual deberá contar y presentar ante la AAC los seguros correspondientes que cubra la responsabilidad civil frente a terceros, según los montos mínimos de cobertura que se establecen a continuación:

Tabla 2.

Pólizas de seguro de acuerdo al peso de UAV MTOW

De 0,25 kg hasta 25 kg de peso (masa) máximo de despegue (MTOW)	USD 3.000,00
De más de 25 kg hasta 50 kg de peso (masa) máximo de despegue (MTOW)	USD 6.000,00
De más de 50 kg hasta 150 kg peso (masa) máximo de despegue (MTOW)	USD 12.000,00

Fuente: DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL DEL ECUADOR.

Elaborado por: Velasco (2022).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA / ANÁLISIS DE RESULTADOS Y

DISCUSIÓN

3.1 Enfoque de la Investigación

Para el estudio sobre "NUEVAS TECNOLOGÍAS DE TOPOGRAFÍA Y ORTO FOTOGRAMETRÍA PARA USO EN EL ÁMBITO PREDIAL DEL CANTÓN SAN MIGUEL DE BOLÍVAR", La investigación tuvo un enfoque mixto ya que se utilizó la combinación del método cuantitativo y cualitativo.

- **Cualitativo:** se centrará en entrevistas en profundidad a expertos, técnicos y usuarios de estas tecnologías en el cantón así como también una comparativa en campo. Estas entrevistas buscarán comprender las percepciones, experiencias y desafíos asociados con la adopción y utilización de las nuevas tecnologías de topografía y ortofotogrametría. A través de este método, se pretende obtener una rica contextualización y comprensión de las vivencias, retos y oportunidades que son inherentes al uso de estas tecnologías, pero que no pueden ser fácilmente cuantificables. La investigación se enfocará en capturar las nuevas, interpretaciones y vivencias de los actores involucrados. La intención es desentrañar las dimensiones humanas y subjetivas que rodean la implementación y utilización de las nuevas tecnologías en el ámbito predial. En conclusión, el enfoque cualitativo adoptado para esta investigación brindará un entendimiento profundo y matizado de cómo las nuevas tecnologías de topografía y ortofotogrametría están influyendo en el ámbito predial de San Miguel de Bolívar. Estos hallazgos, a su vez, serán fundamentales para informar y guiar futuras decisiones y políticas en el cantón.
- **Cuantitativo.** – Porque se elaboró una comparativa entre los distintos equipos de medición topográfica, tomando en cuenta los equipos actualmente utilizados versus los que poseen nuevas tecnologías, pudiendo objetivamente determinar cuál es el equipo más idóneo para el tipo de trabajo específico que se estudia en este caso.

3.2 Tipo de Investigación

La metodología escogida para abordar el tema "NUEVAS TECNOLOGÍAS DE TOPOGRAFÍA Y ORTO FOTOGAMETRÍA PARA USO EN EL ÁMBITO PREDIAL DEL CANTÓN SAN MIGUEL DE BOLÍVAR" es de tipo descriptivo exploratorio. Esta combinación se presenta como la más idónea dada la naturaleza del tema y la necesidad de un entendimiento profundo y amplio del mismo.

Desde una perspectiva **descriptiva**, se procederá a detallar y caracterizar las actuales prácticas y aplicaciones de las nuevas tecnologías de topografía y ortofotogrametría en el cantón San Miguel de Bolívar. Se busca obtener una imagen clara y detallada de cómo se están implementando estas tecnologías, cuál es su alcance y qué impacto tienen en el ámbito predial del cantón. Esta faceta de la investigación es esencial para definir las variables clave y describir sus interacciones y tendencias actuales, permitiendo a su vez tener una base sólida para las fases posteriores del estudio.

En cuanto al componente **exploratorio**, se dirigirá hacia el descubrimiento y comprensión de áreas menos conocidas o no tan evidentes en el uso y aplicación de las tecnologías de topografía y ortofotogrametría en San Miguel de Bolívar. Es posible que existan prácticas, retos, oportunidades o percepciones que no estén completamente claras o documentadas en el ámbito predial del cantón. A través de entrevistas con expertos en cartografía y profesionales que trabajan en el GAD de San Miguel, se pretende desentrañar estas áreas menos exploradas y obtener una comprensión más rica y profunda del fenómeno estudiado.

El carácter exploratorio de la investigación es especialmente relevante para descubrir nuevas perspectivas, generar hipótesis futuras y, potencialmente, identificar áreas con mayor potencial para innovaciones y mejoras en la integración de estas tecnologías en el ámbito predial.

Dada la flexibilidad inherente a la investigación descriptiva exploratoria, este estudio está en una posición privilegiada para adaptarse y responder a los hallazgos emergentes y a las particularidades del contexto de San Miguel de Bolívar. Esta adaptabilidad será crucial, considerando la complejidad y las dinámicas cambiantes del ámbito cartográfico y predial en el cantón.

3.3 Métodos y Técnicas de Investigación

3.3.1 Técnicas de Recolección de Datos:

1. Entrevistas Semiestructuradas:

- **Objetivo:** Profundizar en la comprensión de las tendencias actuales a nivel global en cartografía y cómo estas pueden ser integradas de manera efectiva en el cantón San Miguel de Bolívar.
- **Descripción:** Las entrevistas semiestructuradas se dirigirán a expertos en el ámbito cartográfico con conocimientos actualizados sobre las tendencias mundiales en este campo. Se formularán preguntas que guíen la conversación, pero también se permitirá espacio para que los entrevistados compartan su visión y experiencia de forma más abierta. Particularmente, se pondrá énfasis en comprender la relevancia y aplicabilidad de herramientas como los drones y programas SIG en el mejoramiento y eficiencia de los procesos cartográficos. Estas entrevistas proporcionarán insights valiosos y un entendimiento profundo de cómo el GAD San Miguel puede avanzar en la adopción y adaptación de estas tecnologías de vanguardia.

2. Ficha de Observación:

- **Objetivo:** Evaluar el grado de actualización y adopción de nuevas tecnologías para el catastro dentro del departamento de planificación y catastros del GAD San Miguel.
- **Descripción:** Esta ficha de observación validada se diseñará para recolectar datos específicos sobre el uso y aplicación de nuevas tecnologías en topografía y ortofotogrametría. Se tomarán en cuenta parámetros establecidos previamente, como la frecuencia de uso de drones, la adopción de programas SIG y otros indicadores relacionados. Esta técnica permitirá tener una visión objetiva del estado actual y la profundidad de implementación de estas tecnologías en el GAD San Miguel.

3. Análisis comparativo.

- **Objetivo:** Analizar las ventajas y falencias de cada uno de los equipos de medición topográfica.
- **Descripción:** La comparativa ha sido efectuada personalmente por el Ingeniero Diego Velasco y de a las experiencias del trabajo de medición con cada uno de los equipos se determinará cual es el más idóneo específicamente para la topografía de ámbito predial.

La combinación del método cuantitativo y cualitativo. Con estas técnicas específicas garantizará una comprensión completa y detallada de la situación actual en el GAD San Miguel. La información recolectada será crucial para formular recomendaciones que estén alineadas con las mejores prácticas y tendencias globales en cartografía.

3.4 Población y muestra

La población objetivo de esta investigación está compuesta por expertos en cartografía que laboran y tienen experiencia directa con los trámites relacionados con el Gobierno Autónomos Descentralizado (GAD) del cantón de San Miguel.

La población de la investigación fueron los 18 profesionales con registro municipal habilitados para la elaboración de topografía en el Cantón San Miguel, Debido a la complejidad de ubicar a cada uno de los profesionales por a su agenda y trabajos de campo en distintas zonas del país, la muestra para la investigación es de 7 técnicos

La elección de estos expertos en cartografía como población se debe a su conocimiento y experiencia en la aplicación, gestión y supervisión de las nuevas tecnologías de topografía y ortofotogrametría en el ámbito predial del GAD mencionado. Estos profesionales no solo poseen habilidades técnicas y teóricas, sino también un entendimiento práctico sobre las dinámicas, desafíos y oportunidades presentes en los GAD de San Miguel.

Considerando a estos expertos como la población objetivo, se busca obtener una visión detallada y contextualizada sobre cómo las nuevas tecnologías, como los drones y programas SIG, están siendo adoptadas y aplicadas en la región. Además, se pretende comprender los desafíos y oportunidades que estas tecnologías presentan para la modernización y mejora de los procesos cartográficos en el GAD seleccionado.

La elección de esta población específica permite a la investigación centrarse en profesionales que tienen un conocimiento profundo y actualizado sobre las tendencias, tecnologías y prácticas en el ámbito cartográfico y catastral. Esta focalización garantiza la recopilación de datos precisos y relevantes, fundamentales para el logro de los objetivos de la investigación.

3.5 Muestra

Para esta investigación, se adoptará un enfoque de muestreo no probabilístico, específicamente un muestreo aleatorio por conveniencia. Dicho muestreo se basa en la elección de participantes de acuerdo con su accesibilidad y conveniencia, sin realizar un cálculo de muestra probabilística.

La muestra estará compuesta por siete profesionales expertos en el ámbito cartográfico y catastral, de los cuales:

- **Cantón San Miguel:** Se contará con la participación de tres profesionales, dos arquitectos y un ingeniero civil. Estos profesionales actúan como trabajadores independientes y tienen experiencia en trámites y gestiones relacionadas con el ámbito catastral y cartográfico en el cantón.
- Se entrevistarán a dos docentes universitarios especializados en cartografía. Ambos pertenecen a la carrera de Ingeniería para Administración de Desastres y Gestión de Riesgos de la Universidad Estatal de Bolívar. Su experiencia académica y práctica les otorga una visión única y valiosa sobre las tendencias y prácticas actuales en el ámbito cartográfico.
- Dos profesionales que se dedican a trámites de compra-venta de lotes y a la medición de terrenos serán parte de la muestra., su mercado está enfocado específicamente en el Cantón San Miguel, lo que les da una perspectiva directa y práctica sobre la cartografía y los trámites catastrales en dicho cantón.

La elección de este muestreo por conveniencia responde a las limitaciones de tiempo y recursos de la investigación. Si bien este tipo de muestreo puede presentar limitaciones en cuanto a la representatividad estadística, se espera que, dada la diversidad y especificidad de los profesionales seleccionados, se obtengan perspectivas amplias y enriquecedoras sobre el tema en cuestión.

Es vital entender que, debido a la naturaleza del muestreo por conveniencia, los

resultados obtenidos no deben generalizarse a toda la población de expertos en cartografía de los cantones mencionados. Sin embargo, se proporcionará información relevante y contextual que contribuirá significativamente al alcance de los objetivos de la investigación.

La descripción de la muestra es la siguiente:

Tabla 3.

Distribución de la muestra

Cantón	Ocupación/Área de Especialización	Número de Participantes	Detalles de los Participantes
San Miguel	Trabajadores independientes (Arquitectura, Ingeniería Civil)	3	2 Arquitectos, 1 Ingeniero Civil
	Docencia Universitaria (Cartografía, Gestión de Riesgos)	2	Profesionales de la Universidad Estatal de Bolívar
	Trámites de compra-venta y medición de lotes	2	Profesionales con mercado enfocado en San Miguel

Elaborado por: Velasco (2022).

3.6 Operacionalización de las Variables

A continuación, se presenta una tabla con la operacionalización de las variables, mostrando la variable dependiente e independiente, su definición, dimensión e indicadores:

Tabla 4.*Operacionalización de Variables*

Definición	Dimensión	Indicadores
Nuevas tecnologías en relación a nuevos equipos de medición topográfica y ortofotogrametría en el ámbito predial.	Actualización tecnológica	- Uso de drones en topografía.
		- Implementación de software SIG avanzados.
		- Aplicación de técnicas de ortofotometría moderna.
		- Integración de sistemas de información geoespacial.
	Capacitación y formación	- Formación en técnicas modernas de topografía.
		- Entrenamiento en uso de drones y ortofotometría.
		- Actualización continua en herramientas y software.
	Adaptabilidad y versatilidad	- Facilidad de adaptación a nuevos equipos.
		- Versatilidad en diferentes tipos de terrenos.
		- Integración con sistemas prediales existentes.
Efectividad de datos, reducir costos, así como también mejorar el tiempo en los procesos para la obtención de resultados.	Eficacia de la tecnología	- Precisión en mediciones con nuevas tecnologías.
		- Rapidez y agilidad en la obtención de datos.
		- Integración efectiva de datos ortofotométricos.
		- Calidad y resolución de imágenes capturadas.

Elaborado por: Velasco (2022).

3.7 Análisis, interpretación y discusión de resultados

En el contexto del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón San Miguel, es imperativo evaluar cómo estas tecnologías pueden ser incorporadas de manera efectiva en el departamento de planificación, especialmente en el área de catastros. Esta evaluación debe considerar no solo la viabilidad técnica y económica, sino también la adaptabilidad y sostenibilidad de estos cambios en el marco de las operaciones y objetivos del GAD.

Los presentes resultados investigación busca explorar y evaluar estas técnicas modernas, su potencial y los desafíos que presentan, con el objetivo de proponer una hoja de ruta clara para la incorporación y optimización de la cartografía moderna en el GAD del Cantón San Miguel.

Estos fueron los instrumentos base para desarrollar los resultados:

Instrumento de la entrevista

Categoría 1: Actualización de Conocimientos

1. ¿Cómo describiría el nivel de actualización de conocimientos de los profesionales en cartografía en el departamento de planificación?
2. ¿Qué importancia le otorga a la capacitación constante en el ámbito de la cartografía y qué métodos o programas recomendaría para ello?

Categoría 2: Uso de Drones y Normativas Relacionadas

3. ¿Qué experiencia tiene en el uso de drones para fines cartográficos y cuál es su opinión sobre su aplicación en el GAD del cantón San Miguel?
4. ¿Está al tanto de las normativas vigentes para el uso de drones en mediciones y cómo evaluaría su implementación en el departamento de planificación?

Categoría 3: Herramientas y Software

5. ¿Qué herramientas o softwares como ArcMap o Pix4D considera esenciales en la cartografía moderna y cuál ha sido su experiencia con ellos?
6. ¿Cómo ve la inversión en licencias de software y la actualización de herramientas en el departamento de planificación?

Categoría 4: Medición y Nuevas Tecnologías

7. ¿Qué requisitos considera esenciales para realizar mediciones de terrenos utilizando nuevas tecnologías?
8. Desde su perspectiva, ¿qué desafíos y oportunidades presenta la inclusión de nuevas tecnologías en la cartografía del GAD del cantón San Miguel?

Categoría 5: Perfiles Profesionales y Equipo de Trabajo

9. ¿Qué perfiles profesionales considera idóneos para abordar la cartografía con nuevas tecnologías?
10. ¿Cuál sería, en su opinión, el número ideal de personas para trabajar en cartografía en el departamento de planificación del GAD del cantón San Miguel?

Instrumento de Ficha de Observación: Evaluación del Departamento de Planificación en el Área de Catastros

Objetivo: Evaluar la factibilidad del uso e inclusión de nuevas tecnologías en la cartografía en el GAD del cantón San Miguel.

Parámetros de calificación: De 1 (mínimo) a 10 (máximo)

Tabla 5

Instrumento de ficha de observación.

Ítem	Aspectos a Observar	Detalles/Notas	Observaciones
Datos Generales			
1	Fecha de Observación	[Fecha]	
2	Lugar	[Especificar lugar]	
3	Observador	[Nombre del observador]	
4	Duración	[Tiempo de observación]	
Documentación			

Requerida			
1	Documentos solicitados	Ej. Certificaciones, permisos, etc.	[Observaciones específicas]
2	Formatos o certificaciones	Ej. Formatos PDF, certificados de autenticidad, etc.	[Observaciones específicas]
Especificaciones Técnicas			
1	Sistemas de referencia y coordenadas	Ej. WGS 84	[Observaciones específicas]
2	Escala de representación	Ej. 1:1000	[Observaciones específicas]
3	Precisión detallada	Ej. +/- 1cm	[Observaciones específicas]
4	Datos de referencia o puntos	Ej. Puntos geodésicos	[Observaciones específicas]
Herramientas o Softwares			
1	Softwares recomendados	Ej. AutoCAD, QGIS	[Observaciones específicas]
2	Formatos de archivos	Ej. DWG, SHP	[Observaciones específicas]
Revisión y Validación			
1	Proceso de revisión	Ej. Pasos, plazos	[Observaciones específicas]
2	Ajustes o correcciones	Ej. Cambios en dimensiones	[Observaciones específicas]

Costos Asociados			
1	Tarifas de registro	Ej. \$50 por plano	[Observaciones específicas]
2	Costos adicionales	Ej. Validaciones extra	[Observaciones específicas]
Comentarios y Sugerencias			
1	Comentarios de técnicos		[Observaciones específicas]
2	Sugerencias para mejora		[Observaciones específicas]

Elaborado por: Velasco (2022).

3.3.2 Resultados

Resultados de la entrevista

A continuación, se presenta los detalles de la información recolectada en las entrevistas.

Tabla 6*Distribución de respuestas entrevistado A, B, C.*

Categoría / Pregunta	Entrevistado A (Arquitecto)	Entrevistado B (Ingeniero Civil)	Entrevistado C (Ingeniero Civil)
Actualización de Conocimientos			
1. ¿Cómo describiría el nivel...?	Medianamente actualizados.	Ligeramente desactualizados.	Algo desactualizados.
2. ¿Qué importancia le otorga...?	Importante pero no esencial.	Es necesario pero no urgente.	Relevante, pero se puede mejorar.
Uso de Drones y Normativas Relacionadas			
3. ¿Qué experiencia tiene...?	Poca experiencia, es un área emergente.	He oído sobre ello, pero no lo he usado.	Algo de experiencia, pero limitada.
4. ¿Está al tanto de las normativas...?	Conozco algunas, pero no todas.	No estoy completamente informado.	Solo las básicas.
Herramientas y Software			
5. ¿Qué herramientas o softwares...?	ArcMap es útil, Pix4D no lo he usado mucho.	Usualmente utilizo ArcMap.	Más familiarizado con ArcMap.

6. ¿Cómo ve la inversión...?	Necesaria, pero costosa.	Puede ser provechoso a largo plazo.	Esencial pero necesita presupuesto.
Medición y Nuevas Tecnologías			
7. ¿Qué requisitos considera esenciales...?	Precisión y calibración adecuada.	Equipos de alta precisión.	Conocimientos técnicos y equipos precisos.
8. ¿Desde su perspectiva, qué desafíos...?	Falta de capacitación y inversión.	Desconocimiento y resistencia al cambio.	Adaptación y capacitación.
Perfiles Profesionales y Equipo de Trabajo			
9. ¿Qué perfiles profesionales considera idóneos...?	Ingenieros y topógrafos capacitados.	Profesionales con formación en geotecnologías.	Ingenieros y técnicos especializados.
10. ¿Cuál sería, en su opinión, el número ideal...?	Al menos 3 o 4 personas.	Un equipo de 4 personas.	3 profesionales y apoyo técnico.

Elaborado por: Velasco (2022).

Análisis e Interpretación

Las respuestas proporcionadas por los profesionales entrevistados brindan un vistazo al estado actual y a las percepciones existentes en torno a la implementación de nuevas tecnologías en el ámbito cartográfico del GAD del cantón San Miguel.

1. Actualización de Conocimientos: La tendencia general es que los profesionales reconocen una desactualización en el ámbito de la cartografía en el departamento de planificación. Esta percepción es preocupante, ya que la actualización de conocimientos es crucial para adaptarse a las tecnologías emergentes y las prácticas modernas en el campo de la cartografía. La capacitación constante fue resaltada, pero se

percibe una cierta complacencia en cuanto a su urgencia.

2. Uso de Drones y Normativas Relacionadas: A pesar de reconocer el potencial de los drones para fines cartográficos, hay un déficit de experiencia práctica y conocimiento en normativas relacionadas. Esto destaca la necesidad de programas de formación y de actualizar las normativas vigentes para el uso de estas tecnologías en el contexto del GAD.

3. Herramientas y Software: La mención recurrente de herramientas como ArcMap sugiere que es una herramienta reconocida y posiblemente ampliamente usada. Sin embargo, la falta de experiencia o conocimiento sobre Pix4D podría indicar un vacío en la adopción de herramientas más recientes. La inversión en licencias y actualizaciones se percibe como esencial, aunque también se nota cierta resistencia o preocupación por los costos asociados.

4. Medición y Nuevas Tecnologías: Los profesionales hacen hincapié en la precisión y la calibración al hablar de nuevas tecnologías, resaltando la necesidad de equipos y formación adecuados para garantizar la calidad de los datos recopilados. Los desafíos mencionados, como la falta de capacitación y la resistencia al cambio, deben abordarse para una integración exitosa de tecnologías modernas.

5. Perfiles Profesionales y Equipo de Trabajo: Hay un consenso en la necesidad de tener profesionales especializados en el equipo, con un rango sugerido de 3 a 4 personas. Esta indicación sugiere que la especialización y el trabajo en equipo son cruciales para abordar de manera eficiente y efectiva la cartografía moderna.

Tabla 7*Distribución de respuestas entrevistado D, E.*

Pregunta	Entrevistado D (Profesional de la Universidad Estatal de Bolívar)	Entrevistado E (Profesional de la Universidad Estatal de Bolívar)
¿Cómo describiría el nivel de actualización de conocimientos de los profesionales en cartografía en el departamento de planificación?	Regular, hay espacios para mejora.	Algo desactualizado.
¿Qué importancia le otorga a la capacitación constante en el ámbito de la cartografía y qué métodos o programas recomendaría para ello?	Fundamental, pero con limitados programas de formación disponibles.	Esencial, pero falta acceso a cursos actualizados.
¿Qué experiencia tiene en el uso de drones para fines cartográficos y cuál es su opinión sobre su aplicación en el GAD del cantón San Miguel?	Limitada, aunque veo su potencial.	Poca experiencia directa, pero reconozco su relevancia.
¿Está al tanto de las normativas vigentes para el uso de drones en mediciones y cómo evaluaría su implementación en el departamento de planificación?	Parcialmente informado, veo áreas grises en la normativa.	No completamente, creo que hay desinformación al respecto.
¿Qué herramientas o softwares como ArcMap o Pix4D considera esenciales en la cartografía moderna y cuál ha sido su experiencia con ellos?	Conozco ArcMap, Pix4D no tanto.	Principalmente ArcMap, con poca interacción con Pix4D.
¿Cómo ve la inversión en licencias de software y la actualización de	Necesaria pero insuficiente.	Se requiere más inversión y

herramientas en el departamento de planificación?		priorización.
¿Qué requisitos considera esenciales para realizar mediciones de terrenos utilizando nuevas tecnologías?	Precisión y formación adecuada, ambos faltan a veces.	Equipamiento moderno y capacitación, que a veces es deficiente.
¿Qué desafíos y oportunidades presenta la inclusión de nuevas tecnologías en la cartografía del GAD del cantón San Miguel?	Falta de formación y resistencia al cambio.	Barreras técnicas y falta de formación.
¿Qué perfiles profesionales considera idóneos para abordar la cartografía con nuevas tecnologías?	Ingenieros y especialistas en geoinformática, pero escasean.	Profesionales con formación actualizada, que faltan en el mercado.
¿Cuál sería, en su opinión, el número ideal de personas para trabajar en cartografía?	Mínimo 4, aunque con formación adecuada.	Al menos 3, pero bien capacitadas.

Elaborado por: Velasco (2022).

Análisis e interpretación

El análisis de las respuestas ofrecidas por los profesionales de la Universidad Estatal de Bolívar resalta diversos aspectos críticos en el ámbito cartográfico y de planificación en el GAD del cantón San Miguel.

1. **Nivel de actualización de conocimientos:** Ambos entrevistados perciben que existe un vacío o desfase en cuanto a la actualización de los conocimientos de los profesionales en el área de la cartografía. Esta observación sugiere que, a pesar de los avances tecnológicos y metodológicos en la disciplina cartográfica, los profesionales locales no están completamente al día, lo que podría resultar en una toma de decisiones basada en información o técnicas obsoletas.
2. **Importancia de la capacitación:** Se reconoce unánimemente la esencialidad de la capacitación constante, pero también se menciona la falta de acceso a programas de formación actualizados.

3. **Uso de drones y normativas:** La implementación y uso de drones en el ámbito cartográfico es una tendencia creciente a nivel global. Aunque los entrevistados reconocen su potencial, admiten tener una experiencia limitada y una familiaridad parcial con las normativas locales, lo que podría ser indicativo de la falta de integración de estas tecnologías emergentes en el GAD del cantón San Miguel.
4. **Herramientas y software:** La mención predominante de ArcMap, con una menor referencia a Pix4D, podría indicar una dependencia o familiaridad con herramientas tradicionales, mientras que las soluciones más nuevas y avanzadas aún no se han adoptado ampliamente. La inversión insuficiente en licencias y actualizaciones podría estar frenando la innovación en este sector.
5. **Medición y nuevas tecnologías:** Se destaca la necesidad de precisión y formación adecuada en el uso de nuevas tecnologías. La mención de barreras técnicas y la resistencia al cambio subrayan el desafío de adoptar innovaciones en un entorno que puede ser reactivo al cambio.
6. **Perfiles profesionales:** La demanda de especialistas en geoinformática y profesionales con formación actualizada sugiere que el mercado laboral local quizás no esté satisfaciendo las necesidades actuales del sector cartográfico. Esta brecha podría estar afectando la calidad y precisión del trabajo realizado.

Tabla 8

Distribución de respuestas entrevistado F, G.

Preguntas	Entrevistado F	Entrevistado G
1. ¿Cómo describiría el nivel de actualización de conocimientos de los profesionales en cartografía en el departamento de planificación?	Suficiente, pero podría mejorar.	Un poco desactualizado en ciertas áreas.
2. ¿Qué importancia le otorga a la capacitación constante en el ámbito de la cartografía y qué métodos o programas recomendaría para ello?	Esencial, pero no siempre accesible.	Fundamental, aunque falta más oferta formativa local.
3. ¿Qué experiencia tiene en el uso de drones para fines cartográficos y cuál	Limitada. No he visto mucha aplicación en	He trabajado poco con drones. Sería bueno ver

es su opinión sobre su aplicación en el GAD del cantón San Miguel?	San Miguel.	más uso en San Miguel.
4. ¿Está al tanto de las normativas vigentes para el uso de drones en mediciones y cómo evaluaría su implementación en el departamento de planificación?	Conozco algunas, pero falta claridad en la regulación.	Algo familiarizado, pero no se aplican de manera consistente.
5. ¿Qué herramientas o softwares como ArcMap o Pix4D considera esenciales en la cartografía moderna y cuál ha sido su experiencia con ellos?	ArcMap es esencial, aunque mi experiencia es moderada.	Conozco Pix4D pero no lo he usado mucho. ArcMap sigue siendo fundamental.
6. ¿Cómo ve la inversión en licencias de software y la actualización de herramientas en el departamento de planificación?	Puede mejorar, falta inversión.	No es óptimo; se necesita renovar herramientas.
7. ¿Qué requisitos considera esenciales para realizar mediciones de terrenos utilizando nuevas tecnologías?	Capacitación adecuada y equipo moderno.	Entrenamiento y acceso a tecnologías actuales.
8. Desde su perspectiva, ¿qué desafíos y oportunidades presenta la inclusión de nuevas tecnologías en la cartografía del GAD del cantón San Miguel?	Faltan recursos y capacitación.	Desafío en la adaptación, pero hay potencial.
9. ¿Qué perfiles profesionales considera idóneos para abordar la cartografía con nuevas tecnologías?	Geógrafos con formación en geotecnologías.	Profesionales actualizados en GIS y drones.
10. ¿Cuál sería, en su opinión, el número ideal de personas para trabajar en cartografía?	Al menos 4, considerando la demanda actual.	Un equipo de 3 a 5 personas sería lo ideal.

Elaborado por: Velasco (2022).

Análisis e Interpretación

Las respuestas de los entrevistados F y G, ambos profesionales de especializados en trámites de compra-venta y medición de lotes en San Miguel, revelan una percepción generalizada de que existe un margen considerable para la mejora en las prácticas cartográficas en el GAD de San Miguel.

1. Actualización de Conocimientos: Ambos entrevistados consideran que, aunque hay un cierto nivel de conocimiento y habilidad en el departamento de planificación, hay un margen evidente para mejorar. El hecho de que un profesional lo describa como "un poco desactualizado en ciertas áreas" pone de manifiesto la necesidad de una revisión y actualización continua del currículo y de las habilidades del personal.

2. Capacitación Continua: Aquí, se evidencia una conciencia clara sobre la importancia de la formación continua, pero también una percepción de que las oportunidades de formación en el ámbito local son limitadas. Esta brecha entre la necesidad y la disponibilidad de formación sugiere que los GAD, como el de San Miguel, podrían beneficiarse al establecer alianzas con instituciones educativas o empresas especializadas para ofrecer capacitaciones pertinentes y actualizadas.

3. Uso de Drones y Normativas: La tecnología de drones ha revolucionado la cartografía, ofreciendo nuevas posibilidades para la recopilación de datos espaciales. Sin embargo, los entrevistados señalan una experiencia limitada con esta tecnología y una percepción de que no se ha aprovechado plenamente en San Miguel. Además, las observaciones sobre la falta de claridad en las normativas indican que podría haber barreras regulatorias o simplemente falta de conocimiento sobre cómo integrar estos dispositivos de manera efectiva y legal.

4. Herramientas y Software: La mención de softwares como ArcMap indica que hay conciencia sobre las herramientas estándar en la industria. Sin embargo, la falta de experiencia extensa con herramientas avanzadas, como Pix4D, puede estar limitando la capacidad del departamento para adoptar prácticas cartográficas más modernas.

5. Inversión en Tecnología: Ambos profesionales concuerdan en que la inversión en software y actualización de herramientas es insuficiente. En la era digital, la falta de inversión en tecnología puede significar quedar rezagados en términos de precisión, eficiencia y capacidad para manejar proyectos complejos.

6. Desafíos y Oportunidades con Nuevas Tecnologías: Las respuestas sugieren que, aunque reconocen el potencial de las nuevas tecnologías, hay desafíos palpables en términos de recursos y capacitación. La adaptación a estas tecnologías es esencial, pero también se requiere una inversión en formación y recursos.

7. Perfiles Profesionales: La necesidad de profesionales con formación específica en geotecnologías y sistemas de información geográfica modernos (GIS) es evidente. Estos perfiles pueden ayudar a impulsar la adopción de prácticas más avanzadas y precisas en cartografía.

8. Tamaño del Equipo: Las sugerencias sobre el tamaño ideal del equipo indican que hay una percepción de que se necesita un grupo más grande para abordar adecuadamente las demandas cartográficas en San Miguel.

Ficha de observación

Tabla 9

Resultados de la ficha de observación

Ítem	Aspectos a Observar	Detalles/Notas	Observaciones
Datos Generales			
1	Fecha de Observación	23/10/2023	N
2	Lugar	Oficina Central Planificación	N
3	Observador	Diego Velasco	N
4	Duración	2 horas	N
Documentación Requerida			
1	Documentos solicitados	Certificación de propiedad	No presentado
2	Formatos o certificaciones	Certificado de autenticidad	Documento mal elaborado

Especificaciones Técnicas			
1	Sistemas de referencia y coordenadas	WGS 83	Sistema obsoleto
2	Escala de representación	1:5000	Poca precisión
3	Precisión detallada	+/- 5cm	Margen de error alto
4	Datos de referencia o puntos	Puntos arbitrarios	Falta de puntos geodésicos
Herramientas o Softwares			
1	Softwares recomendados	AutoCAD 2015	Versión obsoleta
2	Formatos de archivos	.dxf	Formato incompatible con sistemas actuales
Revisión y Validación			
1	Proceso de revisión	Revisión visual	Falta de métodos técnicos
2	Ajustes o correcciones	Cambios menores	No se especifican los cambios
Costos Asociados			
1	Tarifas de registro	\$150 por plano	Tarifa elevada
2	Costos adicionales	\$50 por validaciones extra	Cargos no justificados
1	Comentarios de técnicos	"Debe mejorarse"	Falta de detalles en el feedback
2	Sugerencias para mejora	"Usar mejores herramientas"	Ambiguo y no especificado

Elaborado por: Velasco (2022).

Análisis e Interpretación

Certificación de propiedad: El hecho de que no haya sido presentado indica una falla grave en el proceso de presentación. La certificación de propiedad es un documento esencial que valida la titularidad del terreno en cuestión. Sin esta certificación, no es posible asegurar que quien presenta el plano tenga los derechos legales para hacerlo. Esto puede llevar a disputas legales, malentendidos y, en última instancia, al rechazo del plano presentado.

Certificado de autenticidad: Aunque fue presentado, el documento estaba mal elaborado. Esto indica que, aunque hay un reconocimiento de la necesidad de autenticidad, hay fallos en la ejecución o en la comprensión de lo que constituye un certificado adecuadamente elaborado. La autenticidad es crucial para garantizar que los datos y la información presentada no han sido alterados o falseados

Implicaciones y Consecuencias: La falta de presentación de documentos esenciales y la entrega de documentación mal elaborada tienen varias implicaciones. Esto puede ralentizar todo el proceso de revisión y validación, aumentando el tiempo y los recursos gastados. Además, puede generar desconfianza entre los técnicos reguladores y quienes presentan los planos, ya que la falta de documentación adecuada puede percibirse como una falta de profesionalismo o incluso como un intento de falsificar o manipular datos.

Recomendaciones:

Sistematización del Proceso: Se debe establecer un protocolo claro y estructurado para la presentación de documentos. Esto puede incluir una lista de verificación que garantice que todos los documentos necesarios estén presentes antes de la revisión.

Educación y Capacitación: Es esencial que quienes presenten los planos estén bien informados sobre los documentos requeridos y cómo elaborarlos adecuadamente. Esto podría lograrse a través de seminarios, talleres o material educativo proporcionado por los técnicos reguladores.

Evaluación y Retroalimentación: Tras la presentación de la documentación, debería haber un proceso de retroalimentación en el que los técnicos reguladores proporcionen detalles específicos sobre cualquier problema o deficiencia, permitiendo así una corrección más rápida y eficiente.

Análisis comparativo

A continuación, se determina en una prueba comparativa que equipo es más conveniente para el uso de topografía predial, tomando en cuenta como agentes de puntuación el tiempo de ejecución, coste de elaboración y precisión de resultados; también tomaremos en cuenta la inversión necesaria para la adquisición de los equipos.

En este caso se usaron los equipos: GPS, GNSS, RTK ROBER Y DRON.

Para la prueba se utilizó la el mismo terreno ubicado en el sector Guarumal, Parroquia de Balsapamba, del Cantón San Miguel de la provincia Bolívar. Dicho terreno tiene las siguientes características.

- Terreno muy irregular con ladera pronunciada en las faldas de una montaña.
 - Área = a 78 hectáreas.
 - Altura: 1330 msnm
 - Terreno boscoso y de vegetación tupida.
 - No contienen de caminos transitables con vehículo.
- a) Prueba con GPS: para esta prueba se requiere la guía del dueño y con el técnico en posesión del equipo se recorre todo el perímetro del terreno tomando puntos de coordenadas cada ciertos tramos, se toma coordenadas adicionales de puntos de interés como riachuelos, vías, viviendas etc. Luego de tener esa información se procede al dibujo en CAD.
- b) Prueba con GNSS: El proceso es idéntico al de la prueba con GPS, con la única diferencia que el tiempo de toma de datos por punto toma 3 veces más.
- c) Prueba con RTK ROBER: El proceso es idéntico a los anteriores nada mas que se necesita de dos técnicos, uno que vigile la base satelital, y otro que manipule el rober y obtenga la información de coordenadas de cada punto.
- d) Prueba con Dron. El proceso con este equipo es distinto a los demás: primero que nada se debe realizar el plan de vuelo del equipo, este en esencia es el recorrido que seguirá el dron para la realización de la ortofoto, posteriormente en el terreno y con ayuda del dueño se ejecuta el vuelo que mapeara todo el terreno, el piloto debe estar ubicado preferentemente en la parte más alta del terreno junto con el dueño confirmando que el drón mapee todo el terreno con un 40% de exedente fuera del perímetro a los terrenos aledaños.

Análisis e Interpretación

Tabla 10

Resultados del análisis comparativo.

EQUIPO	TIEMPO DE EJECUCIÓN	PRECISIÓN DE RESULTADOS	COSTE DE ELABORACIÓN	INVERSIÓN
GPS	14 horas	+/- 3 metros	\$50	\$200 Aprox
GNSS	24 horas	+/- 0.75 metros	\$100	\$800 Aprox
RTK ROBER	12 horas	+/- 0.02 metros	\$120	\$20.000 Aprox
DRON	50 min	+/- 0.75 metros	\$50	\$1.000 Aprox

Elaborado por: Velasco (2022).

El proceso debido a que fue un terreno muy complicado, de difícil acceso y el hecho de caminar muchas horas, saltar laderas en los tres primeros equipos, señala una gran diferencia medir con dron ya que este puede acceder a todo el terreno vía aérea mientras el técnico como el dueño del terreno se quedan en un lugar fijo, a continuación, se detallan todas las ventajas y complicaciones de cada uno de los equipos.

1. El equipo GPS solo destaca en el costo de inversión ya que es el menor, pero tiene un error de medición muy grande y la interpretación de resultados será deficiente.
2. El equipo GNSS: destaca en una precisión aceptable así como también con un coste de inversión accesible pero el tiempo de ejecución es mucho mayor al de los demás equipos.
3. RTK ROBER: destaca en su enorme precisión, pero requiere de dos personas y por lo tanto el pago diario de dos técnicos, lo que ocasiona que los costes de elaboración sean el doble que otros equipos, y mucho más mencionar que el coste de inversión es con mucha diferencia el más alto haciendo que muy pocos técnicos se animen a la compra de este equipo para el rubro de medición predial.
4. DRON: Destaca en el tiempo de ejecución con mucha diferencia respecto a los demás equipos y tiene un balance óptimo entre los demás agentes de puntuación, se considera que es el equipo más factible para el rubro de medición predial.

CAPÍTULO IV INFORME TÉCNICO

5.1. Título de informe técnico

Informe técnico de comparación de los equipos y procesos topográficos prediales que se usan comúnmente en el cantón (GPS) vs las nuevas tecnologías (DRONES) en los ámbitos de coste, precisión y tiempos de ejecución.

5.2. Objetivos

5.2.1 Objetivo general

Exponer las ventajas que pueden proporcionar tanto a los técnicos topógrafos como a los técnicos del GAD San Miguel el uso de nuevos equipos tecnológicos especializados para una mejora en el ámbito de coste, precisión y tiempos de ejecución.

5.2.2 Objetivos específicos

- Presentar los aspectos relevantes del uso de nuevas tecnologías y la influencia de mejora en la medición topográfica por parte de los técnicos de medición.
- Sugerir nueva información requirente para su almacenamiento en las bases de datos del GAD, con el fin de detallar la información específica de cada predio registrado en el Cantón.
- Identificar el fortalecimiento sobre los aspectos positivos detectados en el presente estudio.

5.3. Justificación

La socialización adecuada respecto sobre el uso de nuevas tecnologías mejorará los costos, los tiempos de trabajo para los técnicos independientes y la precisión de los datos obtenidos y el recibimiento por parte del GAD mejorará la validez de la información de cada terreno.

5.4. Descripción del Informe

1 Introducción

En la topografía moderna, la elección de herramientas y técnicas es crucial para obtener resultados precisos y eficientes. Los drones y el sistema de posicionamiento global (GPS) son dos tecnologías prominentes en este campo. Este informe técnico compara ambos métodos en términos de tecnología, precisión, aplicaciones, ventajas y desventajas.

2 Tecnología y Funcionamiento

2.1. Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

- **Descripción:** El GPS utiliza una red de satélites que envían señales a receptores en tierra. Estos receptores calculan la ubicación precisa mediante la triangulación de señales de al menos cuatro satélites.
- **Tipos de GPS:**
 - **GPS de Navegación (Stand-Alone):** Proporciona precisión en el rango de metros.
 - **GPS con Corrección en Tiempo Real (RTK):** Mejora la precisión a centímetros mediante la corrección de errores en tiempo real.

2.2. Drones

- **Descripción:** Los drones equipados con cámaras y sensores capturan imágenes aéreas del terreno. Los datos obtenidos se procesan mediante software especializado para crear modelos digitales de elevación, ortofotos y mapas topográficos.

3 Precisión

3.1. GPS

- **Precisión Estándar:** En condiciones óptimas, la precisión de un receptor GPS puede ser de unos pocos metros.

- **Precisión Mejorada con RTK:** La precisión puede alcanzar centímetros con el uso de RTK, que corrige los errores mediante una estación base cercana.

3.2. Drones

- **Precisión de la Imagen:** La precisión depende de la resolución de la cámara y la calidad del equipo de procesamiento. Los drones modernos pueden proporcionar precisiones en el rango de centímetros.

4. Aplicaciones y Usos

4.1. GPS

- **Medición de Puntos Específicos:** Ideal para trabajos que requieren la localización general de puntos en el terreno.
- **Aplicaciones:** Delimitación de terrenos, marcación de puntos de referencia, y tareas en terreno en ubicaciones puntuales.

4.2. Drones

- **Mapeo y Modelado del Terreno:** Excelentes para la captura de grandes áreas y la creación de modelos 3D.
- **Aplicaciones:** Monitoreo de grandes proyectos de construcción, análisis de terrenos agrícolas, estudios medioambientales, y planificación urbana.

5. Ventajas y Desventajas

5.1. GPS

- **Ventajas:**
 - **Costo Relativamente Bajo:** Equipos GPS básicos son más asequibles.
 - **Simplicidad de Uso:** Menos complejidad en la operación en comparación con drones.
 - **Uso en Terreno:** Adecuado para tareas puntuales en el campo.
- **Desventajas:**
 - **Cobertura Limitada:** Menos adecuado para la captura de grandes áreas o la creación de modelos detallados.

- **Dependencia del Clima:** La precisión puede verse afectada por condiciones atmosféricas adversas.

5.2. Drones

- **Ventajas:**
 - **Cobertura Amplia:** Capaz de capturar grandes áreas en poco tiempo.
 - **Datos Detallados:** Proporciona modelos 3D y ortofotos detalladas.
 - **Acceso a Áreas Difíciles:** Puede operar en terrenos inaccesibles o peligrosos.
- **Desventajas:**
 - **Costo Alto:** Equipos y software especializados pueden ser costosos.
 - **Regulación:** Necesidad de permisos y cumplimiento de normativas de vuelo.
 - **Dependencia del Clima:** Las condiciones meteorológicas pueden afectar el vuelo y la captura de datos.

6. Consideraciones Adicionales

6.1. GPS

- **Aplicación en Tiempo Real:** Ideal para aplicaciones en tiempo real y para la toma de puntos de referencia en el terreno.
- **Complementariedad:** Puede ser utilizado en conjunto con drones para verificar y corregir datos en el terreno.

6.2. Drones

- **Integración de Datos:** Los datos capturados por drones pueden ser integrados con otros sistemas GIS y datos topográficos para un análisis más exhaustivo.
- **Evolución Tecnológica:** La tecnología de drones está en constante evolución, lo que mejora la precisión y reduce costos.

6.3. Interpretación específica de acuerdo al ámbito predial en el Cantón San Miguel

Tabla 11

Comparativa entre equipos de medición topográfica

DESCRIPCIÓN	PRECISIÓN	TIEMPOS DE EJECUCIÓN	COSTO DE EJECUCIÓN	INVERSIÓN INICIAL
GPS				•
DRON	•	•	•	

Elaborado por: Velasco (2022).

Dron gana en 3 aspectos relevantes para el uso específico de medición topográfica en el ámbito predial.

7. Conclusiones

- Al mejora en el uso de Drones para la topografía en el ámbito predial en el cantón San Miguel, proporciona a los técnicos topógrafos una mejor y más ágil ejecución de su trabajo, y aunque la inversión inicial sea mayor al uso de GPS, la amortización del equipo traerá mayores beneficios en el uso de drones ya que el costo de ejecución es menor.
- El uso de drones proporcionará mayor cantidad de información que se pueda almacenar en las bases de datos del GAD y cuando ellos requieran acceder a esta generando mayor veracidad en relación a posibles disputas territoriales por parte de dueños de terrenos contiguos.
- Este informe proporciona una visión general de las tecnologías de GPS y drones en la topografía, destacando sus aplicaciones, ventajas y desventajas para ayudar en la toma de decisiones en proyectos de medición y mapeo.

CONCLUSIONES GENERALES

- Se determinó el proceso para la elaboración de planimetrías en el cantón básicamente es el siguiente: Reconocimiento del predio, medición con receptor satelital GPS, obtención de coordenadas geográficas, dibujo del polígono predial en el plano digital, detallado del plano con la nomenclatura y simbología adecuada, impresión del plano, entrega en CD e impreso.
- Se determinó los requerimientos impuestos por los agentes reguladores son los siguientes: Implantación 2D en forma de polígono del perímetro del predio, detallado del plano con la nomenclatura y simbología y acotación adecuada, tarjetero con la información detallada del predio, el dueño y el profesional que elaboró dicho plano, firmas de responsabilidad, entrega en una hoja formato A4 y en cd de manera digital en formato de AutoCAD y PDF.
- Se determinó el proceso actual para la elaboración de una topografía predial en el Cantón San Miguel es deficiente, ya que el mismo hecho de ir a medir un terreno con GPS tradicional ocasiona que no sea lo suficientemente preciso de cómo podría ser ya que estos dan una oprecision aproximada de +- 3 metros generando inconsistencias al momento de definir claramente delimitaciones y fronteras entre terrenos de distintos dueños además de hacer que el tiempo de medición sea mayor en promedio un día entero con GPS. Con equipos más tecnológicos como GNSS, PPK, RTK o Drones, a comparación necesitan la mitad del tiempo con un dispositivo PPK o RTK con una precisión 20 veces mayor, y 30 minutos de trabajo de medición con un Dron en condiciones y un error muy aceptable de +- 50cm en promedio. Incidiendo así en una gran diferencia de tiempo y por lo tanto en el pago de más horas de trabajo al profesional que encargado. De la misma manera al momento de dibujar la información obtenida mediante Drones es muchísimo mayor pudiendo entregar un ortomosaico que detalla muchísimo más la información en el caso de disputas territoriales o casos por el estilo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda siempre la capacitación continua profesional, ya que siempre el uso de nuevas tecnologías será un progreso para cualquier área del conocimiento, y la mejora de tiempos de ejecución, procesos, precisión de la obtención de información y por lo tanto eso siempre se verá reflejado en menores costos a largo plazo.

Nunca está justificada la mediocridad estancando el progreso de los pueblos y por lo tanto la pobreza de los mismos, tanto económica como intelectual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade Neto, W. P. de. (2019). A utilização do sistema GNSS RTK para o ajuste de marés em batimetria automatizada multifeixe. Recuperado de https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/7399/1/Walmor_Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf
- Balaguera, A. S., Leguizamón, O. D., & Valiente, L. L. (2018). Gestión de pavimentos basado en sistemas de información geográfica (SIG): Una revisión. *Ingeniería Solidaria*, 14(26), 1-18.
- Barroso, R., & de Madrid, T. de la U. (1997). Los sistemas de información geográficos: Origen y perspectivas. *Revista general de información y documentación*, ISSN, 1132-1873.
- Beltran Nieto, J. R. (2022). Fotogrametría con drones, diferentes usos y aplicaciones en la agricultura de precisión [B.S. thesis, BABAHOYO: UTB, 2022]. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13192>
- Benites Flores, I. A. (2022). Evaluación de la correlación del dron y estación total de la FIC-UNP. Recuperado de <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3588>
- Bernauw, K. (2016). Drones: The emerging era of unmanned civil aviation. *Zbornik PFZ*, 66, 223.
- Bravo, J. D. (2000). Breve introducción a la cartografía ya los sistemas de información geográfica (SIG). Ciemat. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Javier-Dominguez/12/publication/237467702_Breve_Introduccion_a_la_Cartografia_y_a_los_Sistemas_de_Informacion_Geografica_SIG/links/0deec52724b3d7dcc4000000/Breve-Introduccion-a-la-Cartografia-y-a-los-Sistemas-de-Informacion-Geografica-SIG.pdf

- Buill Pozuelo, F., Núñez Andrés, M. A., & Rodríguez Jordana, J. (2007). Fotogrametría arquitectónica. Edicions UPC. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.3/36829>
- Bullón, C. C. (2002). El Catastro de Ensenada, 1749-1759: Diez años de intenso trabajo y 80.000 volúmenes manuscritos. *CT Catastro*, 46, 61-88.
- Buzai, G. D., Humacata, L., & Principi, N. (2019). Análisis espacial con sistemas de información geográfica. *Bernal*: Universidad Nacional de Quilmes. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Buzai/publication/298352751_Analisis_Espacial_con_Sistemas_de_Informacion_Geografica_Aportes_de_la_Geografia_para_la_elaboracion_del_Diagnostico_en_el_Ordenamiento_Territorial/links/607ac0592fb9097c0ced03b9/Analisis-Espacial-con-Sistemas-de-Informacion-Geografica-Aportes-de-la-Geografia-para-la-elaboracion-del-Diagnostico-en-el-Ordenamiento-Territorial.pdf
- Castillo León, D. J. (2021). Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT) diseñado para ubicar a personas desaparecidas en la montaña. Recuperado de: https://repositorio.ulatina.ac.cr/bitstream/20.500.12411/1464/1/TFG_Ulatina_Daniel_Castillo_Leon_20170210186.pdf
- Castro Herrera, M. P. (2021). La urbanización en Ecuador y la importancia de la planificación estatal en la creación de una ciudad intermedia (2007-2017): el caso de Milagro. *Territorios*, 1-29. Recuperado de <https://doi.org/10.12804/revistas.urosar>
- Certificado de factibilidad técnica de agua potable rural. (2022). Recuperado de <https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/1354-certificado-de-factibilidad-tecnica-de-agua-potable-rural>
- Código Orgánico de Organización Territorial. (2010). COOTAD, 128. Ecuador.
- Costales Acurio, G. A. (2018). Análisis comparativo entre los software de prueba Agisoft Photoscan y Pix4D para el procesamiento de datos obtenidos con fotogrametría de

vehículo aéreo no tripulado (UAV) de bajo costo aplicado a proyectos de medio ambiente [B.S. thesis, Quito, 2018.]. Recuperado de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19825>

Cruz Cerna, T. L. (2023). Evaluación del Estado del Pavimento Rígido según el Índice de Condición del Pavimento (PCI) del Jirón Miguel Iglesias-Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca-2020. Recuperado de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5467>

Díaz García, I. (2017). Caracterización de la Brecha del Porma: Procesos involucrados en su génesis y significado geológico (Formación Barcaliente, Carbonífero de la Zona Cantábrica). Recuperado de <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/43721>

Drón dji estándar para topografía (2023). DJI. Recuperado de <https://garmin.ec/tienda/gps-portatiles/gps-topograficos/gpsmap-67i/>

Duró Cazorla, A. (2021). Uso del aprendizaje automático para la localización de enclaves arqueológicos a partir de datos LiDAR. Recuperado de <https://academica.e.unavarra.es/handle/2454/40789>

Echevarría Zenayuca, H. B., & Guerra Galarza, L. K. (2022). Diseño de un aplicativo para la interpretación del panel naranja, implementado en un “Vant” para el nivel advertencia Del Cuerpo General de Bomberos de la región Junín. Recuperado de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11393>

Estación Total (2023). Drafteru. Recuperado de <https://drafteru.com/producto/estacion-total-leica-ts10-5-r500/>

Firdaus, M. I., & Rau, J.-Y. (2017). Comparisons of the three-dimensional model reconstructed using MicMac, PIX4D mapper and Photoscan Pro. Proceedings of the 38th Asian Conference on Remote Sensing-Space Applications: Touching Human Lives, ACRS, New Delhi, India, 23-27. Recuperado de <https://www.researchgate.net/profile/Muhammad-Firdaus->

47/publication/325216490_COMPARISONS_OF_THE_THREE-DIMENSIONAL_MODEL_RECONSTRUCTED_USING_MICMAC_PIX4D_MAPPER_AND_PHOTOSCAN_PRO/links/5afe9a33a6fdcc3a5a029d39/COMPARISONS-OF-THE-THREE-DIMENSIONAL-MODEL-RECONSTRUCTED-USING-MICMAC-PIX4D-MAPPER-AND-PHOTOSCAN-PRO.pdf

García-Junco, A. I. (2008). La referencia catastral y los certificados descriptivos y gráficos: Dos aportaciones del catastro al tráfico jurídico inmobiliario. *CT: Catastro*, 64, 37-54.

García-Martínez, H., Flores-Magdaleno, H., Khalil-Gardezi, A., Ascencio-Hernández, R., Tijerina-Chávez, L., Vázquez-Peña, M. A., & Mancilla-Villa, O. R. (2020). Digital count of corn plants using images taken by unmanned aerial vehicles and cross correlation of templates. *Agronomy*, 10(4), 469.

Giraldo Betancourt, C. (s. f.). Evaluación del potencial de datos espectrales para el diagnóstico de Marchitez Letal (ML) en Palma de Aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) [PhD Thesis, Universidad Nacional de Colombia]. 16 de octubre de 2023, recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81322>

Guevara, V., & Salcedo, R. (2016). Precisión de la orto-rectificación de una imagen de radar de apertura sintética. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 31(3), 95-108.

Grilla ortofotogramétrica (2023). PIX4D. Recuperado de <https://www.pix4d.com/es/>

Guimet Pereña, J. P. (2003). *Descripción y teoría general del catastro*. Edicions UPC. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.3/36786>

Herrada, A. T. (s. f.). Pixeles. Recuperado 17 de octubre de 2023, recuperado de https://www.academia.edu/download/80533473/Libro_De_PIXELES_a_paisajes_para_consulta13_10_20_1_unlocked.pdf

- Herrera, J. L. P. (2017). Modelos de Catastro en Honduras. *Ciencias Espaciales*, 10(1), 113-157.
- Huiza Soto, M. A., & Ventura Huaman, D. O. (2020). *ESTRUCTURAS FLUVIALES DE CONCRETO PARA LA REDUCCIÓN DE SOCAVAMIENTO EN EL CAUCE DEL RIO ICHU*. Recuperado de <https://repositorio.unh.edu.pe/items/48a8680b-fa5a-41ec-b613-34efe946ca91>
- Jebur, A., Abed, F., & Mohammed, M. (2018). Assessing the performance of commercial Agisoft PhotoScan software to deliver reliable data for accurate 3D modelling. *MATEC Web of Conferences*, 162, 03022. Recuperado de https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/21/mateconf_bcee32018_03022/mateconf_bcee32018_03022.html
- Kaufmann, J. (2002). Catastro 2014: Una visión del sistema de Catastro futuro. Ponencias presentadas en el I Congreso del Catastro en la Unión Europea, Granada. Recuperado de <https://www.catastro.meh.es/documentos/publicaciones/ct/ct45/08.pdf>
- Lara, E. L., Simeón, C. P., & Navarro, J. G. M. (2006). Los sistemas de información geográfica. *Geoenseñanza*, 11, 16.
- LEITAO, F. J., SCHMIDT, M. A., & DELAZARI, L. S. (2021). *RUMO AO SMART CAMPUS: INTERFACES E MODELAGEM DE BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO NO ÂMBITO DO CAMPUS MAP*. Recuperado de https://campusmap.ufpr.br/docs/2022_CBCG_Andre_etal.pdf
- Leiva Marin, S. A., & Niño de Guzmán Arpasi, J. J. (2021). Evaluación comparativa de la precisión en levantamientos topográficos efectuados por vehículo aéreo no tripulado a 50m de altura y método tradicional en la Carretera Abra Ccorao-Ccorao. Recuperado de <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4337>

- Mamani Gutierrez, H. A., & Delgado Alvarez, J. L. (2023) Cartografía de zonas de riesgo a deslizamientos del municipio de Achocalla del Departamento de La Paz, mediante la aplicación de dos metodologías de evaluación (aplicación del modelo de evaluación espacial multicriterio en entorno SIG) [PhD Thesis]. Recuperado de, de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/12297>
- Matango Matango, M. D. J. (2014). Sistema informático para la gestión y aprobación de planos arquitectónicos en el GAD–San Miguel de Ibarra [B.S. thesis]. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2785>
- Millan, Y. H. C., Santana, J. S. H., Arias, J. A. A., & Cardona, E. S. U. (2023). Reconstrucción 3D con enfoque catastral para la identificación física de bienes inmuebles. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, 32(1). Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/98058>
- Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información. (2021). Recuperado de <https://www.gob.ec/gadmcm/tramites/aprobacion-urbanizaciones>
- Mogrovejo Rogríguez, M. J., & Yáñez Morales, V. P. (2005). Modelo de participación comunitaria en el sistema educativo en el cantón San Miguel de Urcuquí [B.S. thesis]. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7727>
- Mora García, R. T., Céspedes-López, M. F., Pérez Sánchez, J. C., & Pérez Sánchez, V. R. (2015). Reutilización de datos catastrales para estudios urbanos. Recuperado de <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/134379>
- Nieto Masot, A. (2010). El uso didáctico de los sistemas de información geográfica en el Espacio Europeo de Educación Superior. Recuperado de <https://dehesa.unex.es/handle/10662/4559>
- Ojeda Ontaneda, J. L. (2014). Los sistemas de información Geográfica, como herramienta más adecuada para el desarrollo de proyectos de Catastro y la aplicabilidad de un Catastro en tres dimensiones, en una área piloto del Distrito Metropolitano de Quito

- [B.S. thesis, Quito, 2014]. Recuperado de <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3506>
- Ojeda Zújar, J., Díaz Cuevas, M. del P., Prieto Campos, A., & Álvarez Francoso, J. I. (2013). Línea de costa y Sistemas de Información Geográfica: Modelos de datos para la caracterización y cálculo de indicadores de la costa andaluza. *Investigaciones geográficas*, 60, 37-52. Recuperado de <https://idus.us.es/handle/11441/73716>
- Ortiz Sánchez, R. V. (2021). Sistema de monitoreo y geo-referenciación aplicado a servicios de encomiendas mediante triangulación de antenas celulares [Master's Thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas ...]. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34041>
- Peña, J. S. (2001). Integración de ortofotografía digital en sistema de información geográfica: Aplicación a la determinación de la superficie catastral rústica [PhD Thesis, Universidad Pública de Navarra]. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=149>
- Pérez García, N., & Beleño Arévalo, L. M. (2018). Análisis del observatorio inmobiliario catastral de la unidad administrativa especial de Catastro Distrital. Recuperado de <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/14714>
- Pérez, M. E. D. M., & Martínez, L. V. (2005). Adaptación de los entornos virtuales a los estilos cognitivos de los estudiantes: Un factor de calidad en la docencia virtual. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 26, 17-25.
- Pinedo Aguilar, A. M., & Garcia Iquise, A. L. (2022). Diseño de un dique y mitigación de daños mediante modelación hidráulica en la Quebrada del Diablo, Tacna 2022. Recuperado de <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2350>
- Pinto Guerrero, C. A. (2019). Diseño y desarrollo de gimbal para cámaras y láseres que funcionaran como escáneres 3d en drones [B.S. thesis, Quito: UCE]. Recuperado de

<https://www.researchgate.net/profile/Fernando-Bordignon->

[3/publication/362216431_T-UCE-0011-ICF-](https://www.researchgate.net/publication/362216431_T-UCE-0011-ICF-)

[181pdf/data/62dc1c8982bb4729929bfa45/T-UCE-0011-ICF-181.pdf](https://www.researchgate.net/publication/362216431_T-UCE-0011-ICF-181pdf/data/62dc1c8982bb4729929bfa45/T-UCE-0011-ICF-181.pdf)

Plan de vuelo de RGB y de PIX4Dmapper (2023). PIX4D. Recuperado de <https://www.pix4d.com/es/>

Portal único de trámites ciudadano. (s.f.). Recuperado de Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la información. Recuperado de <https://www.gob.ec/>

Quispe Rojas, P. P. K. (2019). Desarrollo de una aplicación móvil para el acceso a información de los servicios básicos de los usuarios en la ciudad de Piura. Recuperado de <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1812>

Receptor satelital función GPS y GNSS. (2023). Garmin. Recuperado de <https://garmin.ec/tienda/gps-portatiles/gps-topograficos/gpsmap-67i/>

Registro de la Propiedad. (2020). Recuperado de <https://registrodelapropiedadquito.gob.ec/tramites.html>

Reyes Bueno, F., Miranda Barrós, D., & Crecente Maseda, R. (2012). Situación de la valoración catastral rural. CT/Catastro. Recuperado de <http://www.catastro.meh.es/documentos/publicaciones/ct/ct75/3.pdf>.

Reyes-Díez, A., Alcaraz-Segura, D., & Cabello-Piñar, J. (2015). Implicaciones del filtrado de calidad del índice de vegetación EVI para el seguimiento funcional de ecosistemas. *Revista de teledetección*, 43, 11-30.

Roura, A. V. V. (2013). INVESTIGACIÓN DE DESLIZAMIENTOS A TRAVÉS DE MÉTODOS GEOFÍSICOS Y TÉCNICAS DE MONITOREO [PhD Thesis, UNIVERSIDAD DE CUENCA]. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3355/1/tesis.pdf>

- Sánchez Jiménez, D. (2017). Tratamiento y gestión de datos tridimensionales aplicados al proceso de reparación de úlceras cutáneas. Recuperado de <https://riUNET.upv.es/handle/10251/82300>
- Sendra, J. B. (1994). Sistema de información geográfica. *Estudios Geográficos*, 55(214), 201.
- Sistema RTK o PPK (2023). Geodesical. Recuperado de https://geodesical.com/es/index_html
- Shurupov, N., Molinero-Parejo, R., Rodríguez-Espinosa, V. M., & Aguilera-Benavente, F. (2023). Clasificador Catastral: Complemento de QGIS para la clasificación de los usos del suelo urbano a nivel de parcela. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 97. Recuperado de <https://www.bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/3280>
- Tarco Colque, A. M., & Quispe Mamani, D. R. (2019). Ventajas de un levantamiento catastral con el método indirecto en cuanto a precisión, relación tiempo/beneficio y costo/beneficio de la Urbanización Manuel Prado sector 3 del distrito de Sicuani. Recuperado de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3612>
- Tecnológica, A. (2020). Plano de Electricidad. Recuperado de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/planos-de-electricidad.html>
- Tobar, W. A. (2017). Guía para la Construcción y Ejecución de los Proyectos de Urbanización. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Torres Quispe, K. M. (s. f.). Evaluación y diseño de defensa ribereña para la protección del estadio la bombonera empleando el Algoritmo SFM-DMV en el centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, 2021. Recuperado 16 de octubre de 2023, Recuperado de <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/25435>

- Varas Alava, J. A. (2022). Diagnóstico Visual-térmico en sistemas eléctricos de subtransmisión y distribución con el uso de drones para efectuar mantenimientos [B.S. thesis]. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22503>
- Veloz Vallejo, C. A. (2022). Implementación de un receptor GPS utilizando dispositivos de bajo costo para la decodificación de información satelital del sistema de posicionamiento global [B.S. thesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo]. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9752>
- Wolf, P., & Ghilani, C. (2015). *Topografía*. Alpha Editorial. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=g7F1EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=+Topograf%C3%ADa&ots=jRCM_R65f2&sig=OBQZATHlZOqpHMN5yk1OOJajkns

ANEXOS

Imagen 1. *Calibración de equipos y socialización de prueba de campo in situ.*

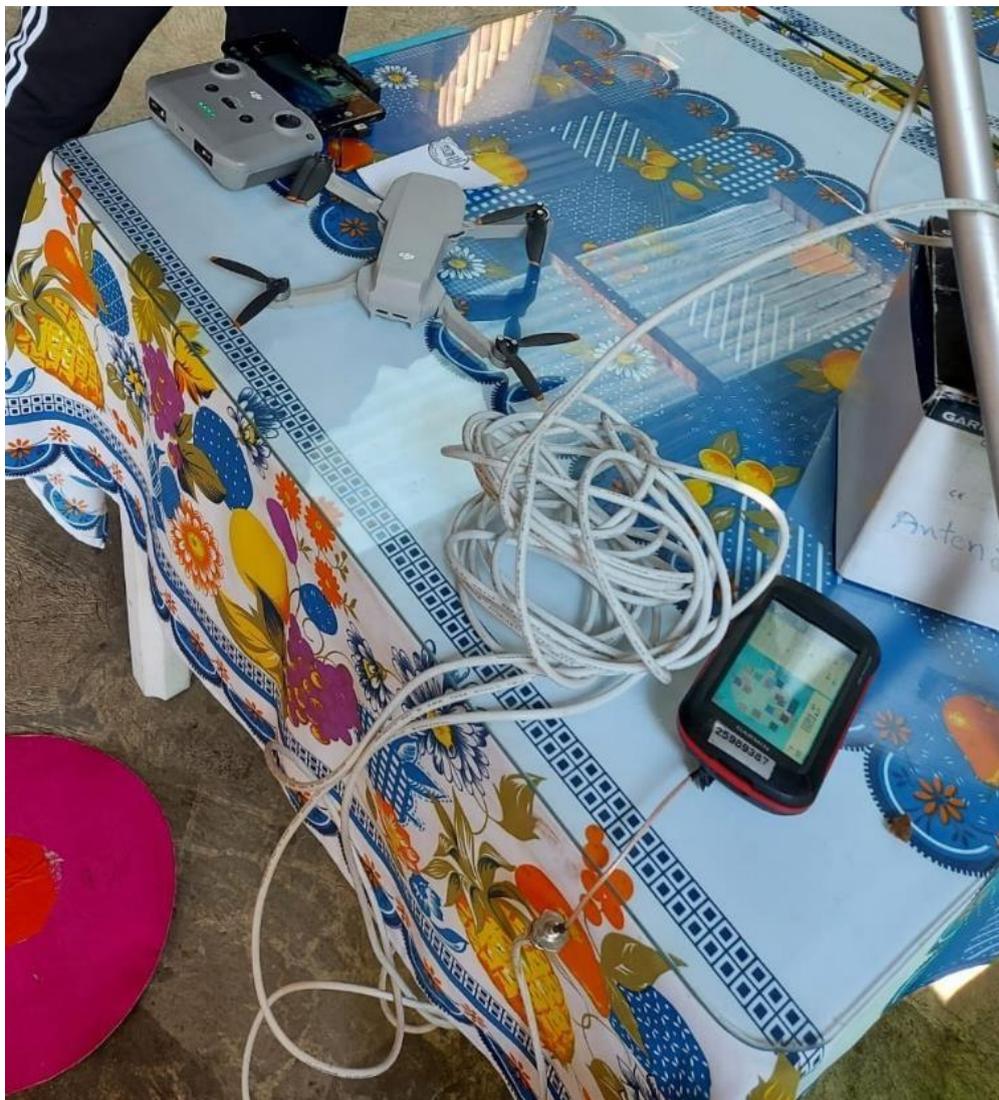


Imagen 2. *Reconocimiento del terreno tipo boscoso y tupido*



Imagen 3. Toma de lecturas con Receptor satelital en formato GPS y GNSS



Imagen 4. Toma de coordenadas con Rober RTK



Imagen 5. *Elaboración de plan de vuelo de dron*



Imagen 6. *Socialización y dirección de linderos mientras se realiza la ortofoto*



Imagen 7. Renderizado de ortofotogrametría

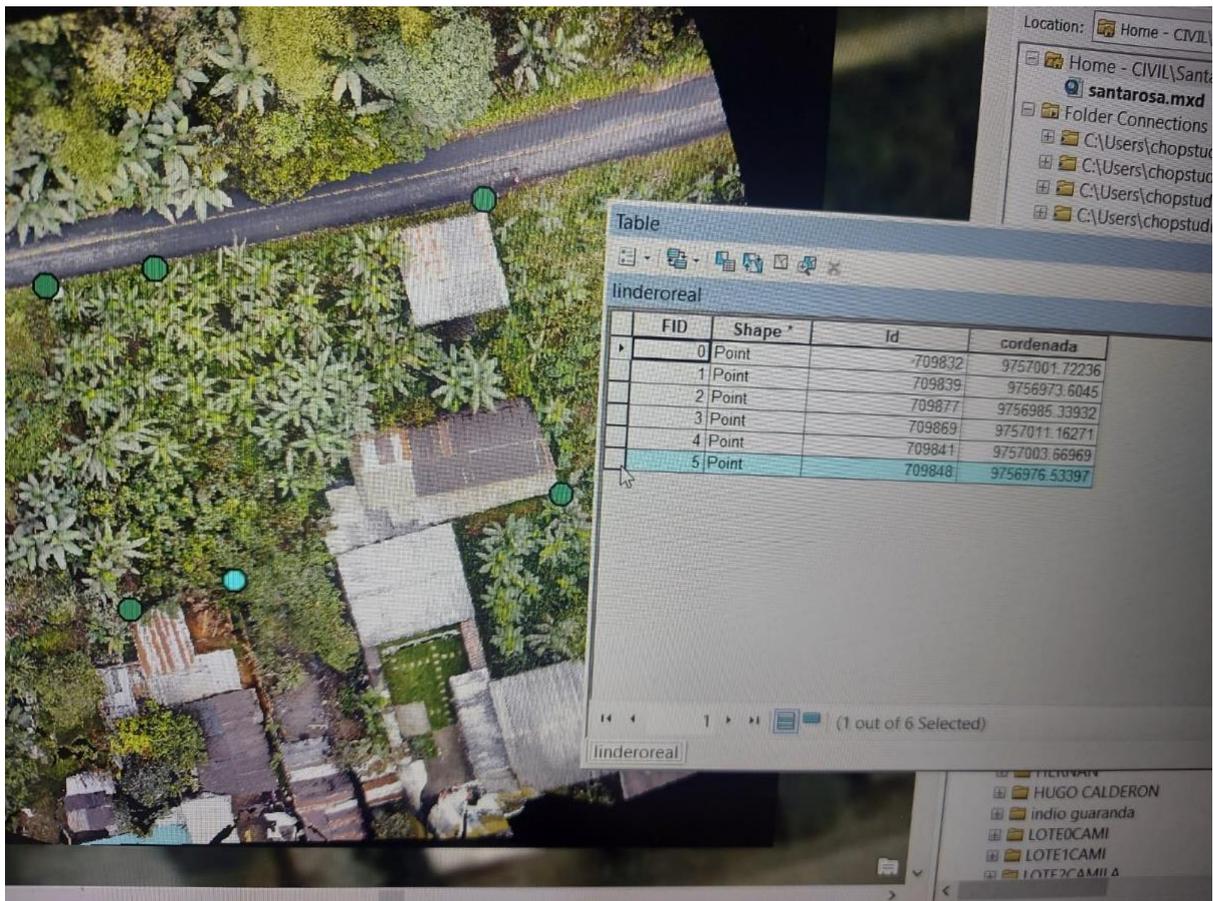


Imagen 8. *Virtualización del terreno en software pix4D*

