

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“APLICACIÓN DE RECEPTORES GNSS Y DRONE PARA LA ACTUALIZACIÓN DE CATASTRO URBANO DE ALTA PRECISION EN DISTRITOS PRIORIZADOS DE LAS PROVINCIAS DE LIMA, CHICLAYO, LAMBAYEQUE Y PIURA, PERÚ 2024”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:  
Ingeniero Civil

**Autor:**

Golbert Jeferson Mendoza Jara

Asesor:

Ing. Erick Humberto Rabanal Chavez  
<https://orcid.org/0000-0002-1289-1221>

Lima - Perú

2024

## INFORME DE SIMILITUD

### 9.Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de ING. Civil (1).docx

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>audio.com</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>paratopografia.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>www.geosysteming.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.uvg.edu.gt</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>yusout.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>idc.apddrones.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mis queridos padres Jacinto Mendoza C. y Naswizar Jara S., y a mi amado hermano Ronald Mendoza J. por su apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida. Su amor y aliento han sido mi mayor fortaleza, a ellos mi infinita gratitud.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por regalarme la vida

A mis padres por el amor incondicional

A mi Hermano por apoyarme en cada decisión

A mi asesor el Ing. Erick Humberto Rabanal Chávez por el apoyo y orientación

A Pamela García C. por impulsarme al éxito profesional

A Nataly Miranda C. por sus sabios consejos que marcaron mi carrera profesional

A Alex Fernández Ponce Gerente General de la empresa Fercomex.S.A.C. por la confianza y apoyo brindado para mi desarrollo profesional

## Tabla de contenido

<b>INFORME DE SIMILITUD .....</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
1.1 Antecedentes de la empresa .....	11
1.2 Realidad Problemática.....	15
1.3 Justificación.....	17
1.4 Formulación de objetivos .....	18
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
2.1. Antecedentes de trabajo de Investigación .....	19
2.2 Sistema de Referencia Geodésico.....	28
2.3 Fotogrametría con drones.....	40
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....</b>	<b>47</b>
3.1. Contexto general.....	47
3.2. Actividades siguiendo la gestión de catastro .....	49
3.3. Levantamiento Catastral tradicional.....	89
3.4. Herramienta Metodología para Catastro.....	92
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>96</b>
4.1. Diagnóstico del estado actual de la gestión.....	96
4.2. Evaluación de los costos y beneficios en comparación del sistema tradicional .....	97
4.3. Diseño de una herramienta metodológica que permita gestionar la actualización de catastro .....	100
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>102</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>104</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Principales clientes .....	14
<b>Tabla2</b> Puntos por distrito en Piura .....	54
<b>Tabla3</b> Puntos captados en un día de trabajo .....	54
<b>Tabla4</b> Días de trabajo necesarios en Piura .....	54
<b>Tabla5</b> Cuadrilla necesaria para la lectura de puntos .....	55
<b>Tabla6</b> El total de personas a contratar .....	55
<b>Tabla7</b> Puntos por distrito en Lambayeque .....	56
<b>Tabla8</b> Días de trabajo necesarios en Piura .....	56
<b>Tabla9</b> El total de personas a contratar .....	56
<b>Tabla10</b> Puntos por distrito en el departamento de Lima .....	57
<b>Tabla11</b> Días de trabajo necesarios en Lima .....	57
<b>Tabla12</b> Lista de BM en Lima.....	58
<b>Tabla13</b> Cantidad de cuadrilla requeridas para la medición de los BM .....	60
<b>Tabla14</b> Análisis de precios por un día de trabajo .....	65
<b>Tabla15</b> Presupuesto para 5 días de trabajo en Piura .....	65
<b>Tabla16</b> Viáticos de Piura .....	66
<b>Tabla17</b> Presupuesto de los 5 días en campo .....	66
<b>Tabla18</b> Presupuesto por 7 días de trabajo en Lambayeque .....	67
<b>Tabla19</b> Viáticos para cubrir 7 días de trabajo .....	67
<b>Tabla20</b> Presupuesto total de los 7 días en campo .....	68
<b>Tabla21</b> Presupuesto para 17 días de trabajo en Lima .....	68
<b>Tabla22</b> Viáticos para cubrir 17 días en campo.....	69
<b>Tabla23</b> Presupuesto total de trabajo en Lima.....	69
<b>Tabla24</b> Presupuesto para lectura de los BM .....	69
<b>Tabla25</b> Viáticos para 1 día de trabajo .....	70
<b>Tabla26</b> Presupuesto total para lecturar a los BM .....	70
<b>Tabla27</b> Cantidad de vuelo drone en Piura.....	70
<b>Tabla28</b> Cantidad de vuelo drone en Lambayeque .....	71
<b>Tabla29</b> Cantidad de vuelos drone en Lima .....	71
<b>Tabla30</b> Presupuesto para obtener Ortofotos Piura, Lambayeque y Lima .....	72
<b>Tabla31</b> Presupuesto total de los 3 departamentos .....	72
<b>Tabla32</b> Tiempo de trabajo total en campo .....	72
<b>Tabla33</b> Descripción de las funciones del personal .....	73
<b>Tabla34</b> Días de trabajo para levantar 56 manzanas .....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura1</b> Organigrama general de FERCOMEX S.A.C.....	13
<b>Figura2</b> <i>Elipse</i> .....	29
<b>Figura3</b> <i>Geoide</i> .....	30
<b>Figura4</b> <i>Nivel medio del mar</i> .....	31
<b>Figura 5</b> <i>Elipsoides de referencia</i> .....	33
<b>Figura 6</b> <i>Proyección Cónica</i> .....	34
<b>Figura 7</b> <i>Proyección cilíndrica</i> .....	35
<b>Figura8</b> <i>Proyección acimutal</i> .....	36
<b>Figura 9</b> <i>Estaciones de rastreo permanente del Perú</i> .....	37
<b>Figura 10</b> <i>Método Estático</i> .....	38
<b>Figura 11</b> <i>Procesamiento de un levantamiento fotogramétrico</i> .....	42
<b>Figura 12</b> <i>Procesamiento de un levantamiento fotogramétrico</i> .....	46
<b>Figura 13</b> <i>Diagrama de Ishikawa del área de topografía de la empresa FERCOMEX S.A.C.</i> .....	48
<b>Figura14</b> <i>Mapa del Perú</i> .....	49
<b>Figura15</b> <i>Sector 1, Google Earth de los puntos en el departamento de Piura</i> .....	50
<b>Figura 16</b> <i>Sector 2, Google Earth de los puntos en el departamento de Lambayeque</i> .....	51
<b>Figura 17</b> <i>Sector 3, Google Earth de los puntos en el departamento de Lima</i> .....	51
<b>Figura 18</b> <i>Formulario de información de la estación GNSS de rastreo permanente en Piura</i> .....	52
<b>Figura 19</b> <i>Formulario de información de la estación GNSS de rastreo permanente en Lambayeque</i> .....	53
<b>Figura20</b> <i>Documentos del IGN, Descripción de marca de cota fija (BM) en Lima</i> .....	53
<b>Figura 21</b> <i>Placa de bronce, BM-APLA</i> .....	58
<b>Figura 22</b> <i>Rastreador permanente de Lima</i> .....	59
<b>Figura 23</b> <i>Vuelo drone con una Phantom 4</i> .....	60
<b>Figura 24</b> <i>Ortofotos capturadas por el drone</i> .....	61
<b>Figura 25</b> <i>Resolución de la Ortofoto</i> .....	61
<b>Figura26</b> <i>Software especializado en Georreferenciar Ortofotos</i> .....	62
<b>Figura27</b> <i>Software-Trimble Business Center analizando un punto</i> .....	62
<b>Figura 28</b> <i>Procesamiento de línea base de un punto en Los Olivos</i> .....	63
<b>Figura29</b> <i>Archivo final con la georreferenciación y ortofotos totales</i> .....	64
<b>Figura 30</b> <i>Puntos Geodésicos levantados del Sector 1</i> .....	74
<b>Figura 31</b> <i>Receptor GNSS en el punto Castilla 01</i> .....	75
<b>Figura 32</b> <i>Croquis del punto SICAS01</i> .....	76
<b>Figura 33</b> <i>Diario de observaciones de SICAS01</i> .....	76
<b>Figura 34</b> <i>Reseña de punto de control-SICAS01</i> .....	77
<b>Figura 35</b> <i>Puntos Geodésicos levantados del Sector 2</i> .....	78
<b>Figura 36</b> <i>Receptor GNSS en el punto S2LAM01</i> .....	79
<b>Figura37</b> <i>Croquis del punto S2LAM01</i> .....	79

<b>Figura38</b> <i>Diario de observaciones de S2LAM01</i> .....	80
<b>Figura39</b> <i>Reseña de punto de control-S2LAM01</i> .....	81
<b>Figura40</b> <i>Puntos Geodésicos levantados de 7 distritos del Sector 3</i> .....	82
<b>Figura41</b> <i>Puntos Geodésicos levantados de 6 distritos del Sector 3</i> .....	83
<b>Figura 42</b> <i>Receptor GNSS en el punto S3COM01</i> .....	84
<b>Figura 43</b> <i>Croquis del punto S3COM01</i> .....	84
<b>Figura 44</b> <i>Diario de observaciones de S3 COM01</i> .....	85
<b>Figura 45</b> <i>Reseña de punto de control-S3COM01</i> .....	86
<b>Figura 46</b> <i>Vuelos drone-Phantom 4</i> .....	87
<b>Figura 47</b> <i>Equipo de trabajo en gabinete</i> .....	87
<b>Figura 48</b> <i>Entregable de los 20 puntos geodésicos de Comas</i> .....	88
<b>Figura49</b> <i>Entregable final en Civil 3D</i> .....	88
<b>Figura50</b> <i>Análisis de precios por un día de trabajo</i> .....	89
<b>Figura51</b> <i>Manzanas al rededor del punto S3OLI01</i> .....	90
<b>Figura 52</b> <i>Topógrafo en campo obstaculizado por un árbol</i> .....	91
<b>Figura 53</b> <i>Topógrafo con 2 prismeros</i> .....	92
<b>Figura 54</b> <i>Diagrama de flujo</i> .....	93
<b>Figura55</b> <i>Diagrama Ishikawa del Gerente</i> .....	93
<b>Figura 56</b> <i>Diagrama de Ishikawa del área de Topografía</i> .....	94
<b>Figura 57</b> <i>Diagrama Ishikawa de Logística</i> .....	94
<b>Figura58</b> <i>Diagrama Ishikawa de Recursos Humanos</i> .....	95
<b>Figura 59</b> <i>Diagrama de flujo de la empresa FERCOMEX</i> .....	96
<b>Figura 60</b> <i>Comparación en días para levantamiento catastral</i> .....	97
<b>Figura 61</b> <i>Cantidad de puntos levantados en 1 día</i> .....	98
<b>Figura62</b> <i>Tiempo de levantamiento del Sector 1</i> .....	99
<b>Figura63</b> <i>Costos de un día de trabajo por 4 cuadrillas</i> .....	99
<b>Figura64</b> <i>Costo de levantamiento del Sector 1</i> .....	100
<b>Figura 65</b> <i>Diagrama de flujo FERCOMEX S.A.C.</i> .....	101

## RESUMEN EJECUTIVO

Mi trayectoria profesional se desarrolló en FERCOMEX S.A.C., una empresa especializada en cartografía, topografía, geodesia y batimetría. Me involucre en el proyecto denominado "Servicio de Catastro Urbano en Distritos Priorizados de Lima, Chiclayo, Lambayeque y Piura". El principal desafío radico en la gestión del proyecto y la planificación del cronograma, especialmente en cuanto al traslado de los instrumentos de medición a diversos puntos. Para abordar esta tarea, empleamos receptores GNSS y drones para capturar las ortofotos necesarias. Luego, procesamos la información en gabinete, logrando la lectura y georreferenciación precisa de 440 puntos mediante el receptor GNSS. Esto nos permitió obtener las coordenadas con alta precisión para la georreferenciación de las ortofotos capturadas durante el vuelo del drone. Entre las habilidades técnicas aplicadas se destacaron la gestión de proyectos, el conocimiento de las normativas técnicas peruanas para el levantamiento geodésico, el procesamiento de ortofotos en el software Civil 3D, la interpretación de planos catastrales y el liderazgo organizacional. Además, se demostraron habilidades de comunicación efectiva con el equipo, resolución de conflictos laborales y capacidad de solucionar problemas en el trabajo. En conclusión, este proyecto resalto la importancia de una planificación meticulosa, el uso eficaz de tecnología avanzada, la aplicación de habilidades técnicas y de gestión para alcanza el éxito en proyectos de esta envergadura.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En un mundo donde la precisión y la exactitud son fundamentales para el desarrollo de proyectos de infraestructura y construcción, empresas como FERCOMEX S.A.C. juegan un papel crucial en el sector de la geomática en Perú. Especializada en topografía, geodesia, corografía y batimetría, FERCOMEX S.A.C. se enfrenta a desafíos únicos debido a la complejidad y extensión de sus proyectos, así como a la gran cantidad de datos recopilados durante los levantamientos topográficos, geodésicos y batimétricos.

La gestión eficiente de estos datos es esencial para garantizar el éxito y la satisfacción del cliente en cada proyecto. En un país como Perú, donde la normativa técnica es estricta y precisa, la aplicación de estándares como la Norma Técnica Peruana NTP 399.010:2017 (Topografía. Requisitos para la presentación de informes técnicos) y la NTP 399.070:2015 (Topografía. Requisitos para levantamientos topográficos), entre otras, es fundamental para asegurar la calidad y la fiabilidad de los resultados.

La implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, basado en normativas como la OHSAS 18001:2007 (Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo) y la ISO 45001:2018 (Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo), se vuelve imperativa para proteger la integridad física de los trabajadores y cumplir con los estándares de seguridad requeridos por la ley peruana.

Al diseñar un sistema de gestión integral que abarque desde la planificación hasta la ejecución de los proyectos, FERCOMEX S.A.C. puede garantizar la optimización de los recursos, la minimización de los riesgos y la entrega oportuna de resultados precisos y confiables. Además, al integrar las normas técnicas peruanas y los estándares internacionales de seguridad y salud en el trabajo, la empresa demuestra su compromiso con la excelencia y la seguridad en todas sus operaciones.

En resumen, la implementación de un sistema de gestión integral, basado en normativas técnicas peruanas y estándares internacionales, es esencial para el éxito y la sostenibilidad de empresas como FERCOMEX S.A.C. en el competitivo mercado de la geomática en Perú.

### **1.1 Antecedentes de la empresa**

FERCOMEX, empresa fundada el 09 de mayo del 2018, dedicada en la ciencia de la Geomática, con razón social FERCOMEX S.A.C. y R.U.C. 20603171234, ubicada en Boulevard de la Literatura 152 Dpto. 5, San Borja - Lima – Perú.

La empresa brinda servicios de cartografía, topografía, geodesia y batimetría. Ofrece también alquiler de camionetas y van equipados, alquiler de equipos y capacitación en su uso, así como soluciones confiables y mediciones precisas en estas áreas. La empresa cuenta con conocimiento en temas relacionados al ISO 9001 Calidad, 14001 Medio Ambiente, 45001 Seguridad y OHSAS 18001. La organización cuenta con amplia experiencia en proyectos en minería, ingeniería y construcción, en el sector público y privado, así como también en proyectos internacionales, tales como el proyecto "AMPLIACIÓN DE LA PLANTA CONCENTRADORA "EL ROBLE" DE 300 A 600 TDP", que se desarrolló Unidad minera El Roble, en el distrito de Carmen de Atrato, Chocó – Colombia y diversos proyectos nacionales, tales como el proyecto "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARRILLADO EN 5 DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE HUAMANGA – DEPARTAMENTO DE AYACUCHO", que se desarrolló en la provincia de Huamanga en el departamento de Ayacucho, también desarrollo el proyecto "CREACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VEHICULAR Y PEATONAL DE LA AV. CARLOS IZAGUIRRE – AV. CANTA CALLAO. LIMITE CON LA

PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO”, que se desarrolló en el distrito de San Martín de Porres, provincia de Lima en el departamento de Lima, entre otros proyectos. Además, la empresa se enfoca en utilizar la tecnología y los recursos adecuados para brindar resultados más precisos con el manejo de la información geoespacial y que superen las expectativas de sus clientes.

### **1.1.1 Misión**

Brindar servicios de calidad haciendo uso de la tecnología y recursos apropiados con el objetivo de entregar resultados que superen las expectativas de nuestros clientes, (FERCOMEX S.A.C.)

### **1.1.2 Visión**

Ser una empresa líder e innovadora en el campo de la ingeniería que construya con el desarrollo de la sociedad. Optimizamos constantemente nuestros procesos en beneficio de nuestros clientes y colaboradores, (FERCOMEX S.A.C.)

### **1.1.3 Valores**

- ✓ **Ética Profesional:** Somos una empresa comprometida con la calidad de nuestros servicios y por ello practicamos el comportamiento ético y profesional en todas las comunicaciones con clientes, proveedores y otras partes interesadas (FERCOMEX S.A.C.).
- ✓ **Salud y Seguridad:** Nos motiva su bienestar por ende su salud y seguridad en todas nuestras decisiones y acciones, salvaguardando a las personas y a la propiedad (FERCOMEX S.A.C.).
- ✓ **Integridad:** La honestidad es primordial en todas nuestras acciones con la finalidad de establecer una confianza sólida con nuestros clientes (FERCOMEX S.A.C.).

- ✓ **Compromiso:** Capacitamos el crecimiento intelectual, profesional y personal de nuestros colaboradores para asegurar su éxito y bienestar (FERCOMEX S.A.C.).
- ✓ **Empatía:** Irradiamos interés en el bienestar y la satisfacción de nuestros trabajadores, clientes y también de la comunidad, manifestando un pacto con su bienestar y su interés (FERCOMEX S.A.C.).
- ✓ **Respeto:** Identificamos y valoramos la importancia del miembro de nuestro equipo, así también de la sociedad y del medio ambiente, respetando las diferencias y las necesidades de cada uno (FERCOMEX S.A.C.).
- ✓ **Responsabilidad:** Caminamos de manera íntegra y sostenible, creyendo en las decisiones y acciones empresariales, analizando tanto el impacto social como el medioambiental (FERCOMEX S.A.C.).
- ✓ **Trabajo en Equipo:** Incentivamos el aporte de todos los que participan en las diferentes etapas de la empresa, mirando el alcance de los objetivos globales (FERCOMEX S.A.C.).

#### 1.1.4 Organigrama

##### Figura1

Organigrama general de FERCOMEX S.A.C



Fuente: *Plan estratégico 2020 FERCOMEX S.A.C.*

### 1.1.5 Cliente

Nuestros clientes se sitúan principalmente en los sectores de construcción y supervisión. A continuación, mencionamos algunos de ellos.

**Tabla 1**

*Principales clientes*

ITEM	CLIENTES	UBICACIÓN
1	 <b>ABENGOA</b>	Av. Canaval Moreyra 562, San Isidro. Lima
2	 <b>cobra</b>	Amador Merino Reyna 267 Oficina 902, San Isidro, Lima 27
3	 <b>PERUVIAN</b> ENGINEERING & PROJECT MANAGEMENT	Avenida Rosa Toro 883, Oficina 402 - San Luis, Lima, Perú
4	 <b>Applus<sup>+</sup></b> norcontrol	Av. El Derby 254, Of. 901 Edificio Lima Central Tower Surco, Lima

5		Av. El Derby 254, Of. 901 Edificio Lima Central Tower Surco, Lima
6		Av. El Derby 254, Of. 901 Edificio Lima Central Tower Surco, Lima
7		Av. El Derby 254, Of. 901 Edificio Lima Central Tower Surco, Lima
8		Av. El Derby 254, Of. 901 Edificio Lima Central Tower Surco, Lima
9		Av. El Derby 254, Of. 901 Edificio Lima Central Tower Surco, Lima

---

Fuente: *Elaboración Propia*

### 1.1.6 Actividades especializadas

- ✓ Cartografía
- ✓ Topografía
- ✓ Geodesia
- ✓ Batimetría
- ✓ Alquiler de equipos
- ✓ Alquiler de transporte
- ✓ Capacitación en equipos

## 1.2 Realidad Problemática

Los movimientos de regionalización y municipalización han seguido manifestándose durante las últimas dos décadas. En la década de 1980 se produjeron algunos hechos importantes en América del Sur: en 1983 se creó la Oficina de Catastro en la ciudad de Asunción en Paraguay, y en 1987 la Corporación Catastral Integrada de Lima, que dos años

más tarde se convirtió en el Instituto de Catastro de Lima. En 1985, los municipios bolivianos comenzaron a administrar catastros e impuestos a la propiedad; esta función fue asumida por el Instituto Nacional de Catastro Urbano en 1986 y reactivada nueve años después. (Paredes y Erba, 2008).

En el año 1989, en Lima Metropolitana se crea el Instituto Catastral de Lima (ICL), con la responsabilidad de “proveer servicios catastrales y cartográficos, administrar y mantener la base catastral del Cercado de Lima. (Del Águila & Sánchez, 2021).

Las existencias de diferentes entidades se enfocaban en el departamento de Lima, dejando así a los otros departamentos del Perú sin ningún tipo de registro catastral, provocando el incremento de informalidad en el sector catastro.

En el año 1996 el estado peruano, mediante el Decreto Legislativo N° 803, crea la Comisión de Formalización de la Propiedad Informal – COFOPRI – como organismo rector máximo encargado de diseñar y ejecutar un programa de formalización de la propiedad, centralizando las competencias, y disponiendo la inscripción de los títulos de propiedad debidamente formalizados en el Registro Predial Urbano. (Decreto legislativo N°803, El Peruano).

Con la creación de la entidad regularizadora COFOPRI, se formaliza y organiza los datos obtenidos en el sector catastro urbano a nivel Nacional. Sin embargo, con el pasar del tiempo se necesita actualizar los datos, para una mejor relación de la realidad urbana y la información catastral.

La actualización de los datos, para poder realizarse presenta una complejidad admirativa y legal. Al realizarse se hace de manera manual, arrastrando errores en la recolección de datos, afectando la eficacia de la gestión del suelo, la recaudación de

impuestos y la solución a disputas de propiedad. La falta de tecnología moderna de cartografía y topografía, provocaba la falta de precisión y exactitud en los datos recolectados.

A la actualidad, se cuenta con diferentes tecnologías como GNSS y drones que brindan precisión y calidad al momento de la recolección de datos en catastro urbano. Con el de las nuevas tecnologías podemos realizar registros de nuevos datos de catastro o actualizaciones de estos, mejorando así la relación la realidad urbana y gestión del suelo por la alta precisión que presentan estas tecnologías.

### **1.2.1. Formulación del problema**

¿Cómo el diseño de gestión en la aplicación de receptores GNSS y drones reduce los costos, tiempos y riesgos en la actualización de catastros urbanos altamente precisos en los distritos priorizados de las provincias de Lima, Chiclayo, Lambayeque y Piura?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ✓ ¿Cuál es la gestión actual de FERCOMEX S.A.C. ante la actualización de catastro urbano?
- ✓ ¿Cuáles son los costos y beneficios de utilizar receptores GNSS y drones en la actualización del catastro urbano en comparación con métodos tradicionales de levantamiento topográfico?
- ✓ ¿Cuál es la metodología para la actualización catastral en distritos priorizados de las provincias de Lima, Chiclayo, Lambayeque y Piura?

## **1.3 Justificación**

Para Reynosa Navarro (2018), la justificación explica la necesidad por la que se lleva a cabo la investigación, exponiendo razones y posibles beneficios (p.10). La aplicación de receptores GNSS y drones en las actualizaciones catastrales urbanas se basa en la necesidad

de incrementar la precisión, eficiencia y exhaustividad de este proceso cartográfico básico en la gestión urbana moderna. El uso de la tecnología GNSS permite una localización precisa y detallada de la ubicación geográfica de los límites de los terrenos y las características estructurales en el entorno urbano, proporcionando datos geoespaciales de alta calidad. Por otro lado, el uso de drones puede capturar imágenes aéreas rápidas y de alta resolución que ayudan a identificar y actualizar cambios en la infraestructura urbana. Esta combinación de tecnologías proporciona una solución integral para obtener información catastral actualizada y fiable imprescindible para la toma de decisiones en el ámbito de la planificación y el desarrollo urbano sostenible. El uso de ambas tecnologías presenta una estrategia viable y eficaz para garantizar la precisión y actualización constante del catastro urbano.

#### **1.4 Formulación de objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Diseñar un sistema de gestión en la aplicación de receptores GNSS y drones para la reducción de costos, tiempos y riesgos en la actualización de catastros urbanos altamente precisos en los distritos priorizados de las provincias de Lima, Chiclayo, Lambayeque y Piura.

##### **1.4.2. Objetivo específico**

- ✓ Diagnosticar el estado actual de la gestión de FERCOMEX S.A.C. ante la actualización de catastro urbano.
- ✓ Evaluar los costos y beneficios de utilizar receptores GNSS y drones en la actualización del catastro urbano en comparación con métodos tradicionales de levantamiento topográfico
- ✓ Diseñar una herramienta metodológica que permita gestionar la actualización catastral urbano

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de trabajo de Investigación**

#### **2.1.1. Nacionales**

Cristóbal Robles C. F. (2023). Aplicación de la fotogrametría con drones para movimiento de tierras en las unidades Atacocha y El Porvenir de la compañía Nexa Resources. El presente trabajo tiene como principal objetivo determinar cómo la fotogrametría puede modernizar la eficiencia en estos procesos, considerando como fin primordial disminuir el tiempo empleado, recortar la utilización de recursos y personal, y afirmar la ejecución en zonas inaccesibles.

La metodología empleada fue de nivel descriptivo y explicativo, utilizando un enfoque cualitativo. Se aplicó el método científico con perspectiva deductiva y analítica. Se escogió por un diseño cualitativo no experimental, observando los fenómenos en su ambiente natal. A toma de muestra se realizó en las poblaciones de las minas El Porvenir y Atacocha, con muestras específicas como la Cantera Yanamachay y el Canal de Coronación de Atacocha.

En cuanto a los resultados, se llevaron a cabo levantamientos topográficos y fotogramétricos con drones, generando modelos 3D, ortomosaicos, y cálculos de volúmenes. Se obtuvo volumen de material acumulado en la Cantera Yanamachay de 3025.2 m<sup>3</sup>. Se resaltó la rapidez, precisión y accesibilidad de la tecnología de drones para estos trabajos, permitiendo medidas detalladas y acceso a áreas peligrosas o inaccesibles.

Las conclusiones afloraron los beneficios de la fotogrametría en la mejora de recursos y el progreso en la ejecución de levantamientos topográficos. Se palpó que la tecnología de drones facilita la obtención de información geográfica de manera

eficiente y precisa, permitiendo la producción de modelos detallados y de cálculos volumétricos con mayor rapidez. Se recomienda el ensamble continuo de esta tecnología en proyectos mineros para agilizar etapas, reducir presupuestos y mejorar la seguridad en áreas de difícil acceso.

En resumen, el estudio demostró que la fotogrametría con drones es una herramienta eficiente para optimizar los recursos en levantamientos topográficos y cálculo de volúmenes en el sector minero, arrojando resultados exhaustivos y precisos en un tiempo corto, lo que apoya significativamente a la eficiencia y seguridad en este tipo de proyectos.

Valderrama Orbegoso, L. (2023), en su tesis titulada Evaluación de fotogrametría con el uso del drone en una empresa minera. La Libertad, presentada el 2023 en la Universidad Privada del Norte, para optar por el título de Ingeniero Civil, busca como objetivo general, analizar la fotogrametría con drone en una empresa dedicada a la minería. Y se elaboraron las comparaciones de las topografías con GPS y Drone obteniendo un buen logro en calidad y precisión con el equipo topográfico Phantom 4 RTK, este método trajo consigo mejoras en el levantamiento topográfico y se obtuvo a detalle la superficie en breve tiempo de los trabajadores en los frentes del carguío; debido a esta tecnología se llegó hasta áreas inalcanzables. Este estudio ha tenido un enfoque cuantitativo, de elaboración experimental, explicativa, de tipo aplicada. Los resultados obtenidos debido a las secuencias de las etapas de un levantamiento topográfico digital con fotogrametría fueron en total 34'550,070 puntos densificados en 3D obtenidos para el proyecto y se ha conseguido que el Tiempo para la generación del DSM sea de 03m:22s, para la formación del Ortomosaico fue 19m:55s y para la generación del DTM es de 22m:46s. Se concluyó con la comparación de la precisión

y exactitud del drone RTK y GPS diferencial y destaca que, si bien los drones tienen muchas ventajas, no son la solución ideal en todas las tareas. La elección entre drones y equipos GNSS dependerá de las necesidades específicas del proyecto, la precisión requerida y las condiciones del entorno.

Llanque Mamani E. D. (2023). Análisis Comparativo entre los puntos de fotocontrol de un GPS diferencial Modo RTK y una estación total en un levantamiento catastral rural con un drone quadcoptero. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo realizar un análisis comparativo entre los puntos de fotocontrol de un GPS diferencial modo RTK y una estación total en un levantamiento catastral rural con un Drone Quadcoptero. La población está conformada por una extensión de 26.58 Ha, perteneciente a la comunidad de Lupaka Alpacuyo II del Centro poblado Camicachi, la muestra son 10 predios seleccionados aleatoriamente de las ortofotos y está georreferenciado a los puntos de control terrestres establecidas con un receptor GNSS/GPS diferencial modo RTK y una estación total, con el fin de poder realizar un análisis con los datos obtenidos de la medición directa de los predios, se realizan pruebas estadísticas T Student con respecto al desplazamiento de las mediciones de los lados, obteniendo una Significancia de la Prueba Estadística es 0.002, demostrando que sí existe variación en los dos métodos de establecimiento de puntos de fotocontrol para los levantamientos catastrales de terrenos mediante drones, en relación con los objetivos específicos se realizan las pruebas estadísticas T Student con respecto a la precisión de medidas de los predios en relación con la medición directa, obteniendo un nivel de significancia bilateral del 0.001 y 0.029 en ambos métodos, llegando a una conclusión estadística de un nivel de confianza del 95%, demostrando que sí existe precisión en ambos métodos y una conclusión general que habiendo realizado el

análisis comparativo en la colocación de puntos de fotocontrol establecidos con una estación Total y Receptor GNSS /GPS-Diferencial, se demuestra que sí existe una variación de precisión, se recomienda que se pueden utilizar ambos métodos en el establecimiento de puntos de fotocontrol, para tener mejor la precisión y la eficiencia del trabajo levantamientos Fotogramétricos en el ámbito de catastro Rural.

Chagua B. & Valdivia W. (2021). En su tesis titulada Comparación de áreas en diferentes tiempos, mediante métodos directos según la tecnología GNSS con fines de catastro en la selva Puneña, presentada el 2021 en la Universidad Nacional del Altiplano, para optar por el título de Ingeniería Topográfica y Agrimensura, el presente trabajo fue realizado en el sector Janansaya, distrito de Putina Punco, provincia Sandia, Departamento Puno. Hoy en día existen predios rurales cuya informaciones gráficas y físicas no coinciden, ocasionando superposiciones entre colindantes. Para esto tenemos como objetivo general comparar áreas en diferentes tiempos, mediante métodos directos con GNSS para el catastro en la selva Puneña. Los objetivos específicos son: determinar el área de una parcela con GPS Submétrico, GPS Navegador y ajustar el área de una parcela con GNSS en tiempos de 5, 10 y 15 minutos. Para obtener datos se utilizó el método del levantamiento catastral directo y para el método estadístico se empleó la prueba Anova unifactorial, siendo la probabilidad del error de la significancia bilateral 0.0001 menor al 0.05 o 5% entonces se rechaza la hipótesis nula, luego se realizó las pruebas post hoc de tukey y Dunnet utilizando el Software SPSSv26, las variables de estudio son las áreas tomadas en diferentes tiempos. Como resultados del equipo GPS Submétrico para tiempos de 5, 10 y 15 minutos se obtuvo áreas de 0.2658, 0.2683 y 0.2741 Hectáreas respectivamente. Para el equipo GPS navegador en tiempos de 5, 10 y 15 minutos obtuvimos áreas de 0.2433,

0.2393 y 0.2543 Hectáreas respectivamente. Con respecto al GPS Submétrico concluimos que las áreas con más tiempo de toma de datos se aproximan al área base, y al menor tiempo de toma de datos el área se reduce, induciendo al error. Y de los resultados obtenidos con GPS Navegador las áreas con mayor tiempo de toma de datos se aproximan al área base, sin embargo, los datos obtenidos presentan mayor error frente al área base. Al realizar el análisis y ajuste de las áreas con la estación base, se debe verificar que estos resultados estén dentro de la tolerancia catastral.

Tarco A. & Quispe D. (2019). En su tesis titulada 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, presentada en el 2019 para optar el grado de Ingeniero Civil, como objetivo general evaluar la precisión, la relación tiempo-beneficio y la relación costo-beneficio del levantamiento catastral utilizando el Método Indirecto en comparación con el Método Directo en el sector 3 de la Urb. Manuel Prado en el distrito de Sicuani. La investigación se centró en el equipamiento del Método Indirecto, poco conocido en el contexto local, y en los posibles beneficios que podría ofrecer en levantamientos catastrales urbanos. El estudio se llevó a cabo utilizando un dron DJI Inspire 2 para el levantamiento aéreo.

En la metodología se realizaron levantamientos catastrales a alturas de 40 y 60 metros utilizando el Método Indirecto y se compararon los resultados con el Método Directo. El procesamiento de datos se realizó con el software Agisoft V 3.0, y se utilizó la cámara Zenmuse X5S para la captura de imágenes, garantizando tomas de alta calidad para su posterior análisis.

Los resultados del estudio buscaban diagnosticar la variación en la precisión, el método más preciso entre el levantamiento directo e indirecto, las diferencias en los tiempos de ejecución, las disparidades de costos y los beneficios en términos de tiempo y costo de cada método. Además, se consideró la relación entre beneficios y tiempo (T/B) y también la relación beneficios y costos (B/C) para evaluar la eficiencia y las implicaciones financieras de cada método.

En conclusión, la investigación proporcionó información importante sobre la eficiencia del Método Indirecto en levantamientos catastrales, destacando sus posibles ventajas sobre el Método Directo en términos de precisión, eficiencia temporal y rentabilidad. Los hallazgos del estudio contribuyen a la comprensión de técnicas modernas de levantamiento catastral urbano, las que ofrecen orientación práctica para futuros proyectos de levantamientos catastrales urbanos.

### **2.1.2. Internacionales**

Alvarenga Guardado, U. et al., (2023), en su tesis titulada "Levantamiento catastral de la zona central del municipio de San Isidro, departamento de Cabañas, aplicando fotogrametría con drones, tecnología GPS y un sistema de información geográfica" publicada en el 2023 para optar por el título de Ingeniero Civil, en la Universidad de El Salvador, presenta como objetivo principal de este estudio el realizar un levantamiento del terreno en el centro del pueblo de San Isidro, en el departamento de Cabañas de El Salvador, utilizando drones, GPS y un programa informático que muestra mapas. En las salidas de estudio en grupo, participaron en la investigación la zona central de la ciudad de San Isidro, donde se utilizaron drones para tomar fotografías o como técnicamente se les conoce como ortofotos.

Usamos drones DJI Phantom 4 para tomar fotografías desde el cielo, receptores GNSS para encontrar las ubicaciones exactas de puntos en el suelo, el software PIX4D Mapper para procesar las imágenes y para hacer mapas, Global Mapper y Civil 3D para hacer planos del terreno, y QGIS para almacenar y mostrar los datos.

Los resultados del estudio nos facilitó crear mapas y modelos interesantes que nos ayudaron a elaborar un plan para el área. La conclusión es que utilizar drones, GPS y SIG para realizar estudios de fotogrametría es una buena manera y precisa de obtener información geoespacial.

Ojeda Molina F. A. (2023). "Estudio comparativo entre la topografía clásica con estación total y la fotogrametría digital mediante vehículos aéreos no tripulados (vant) en minería a cielo abierto", publicada en el 2023 para optar por el título de Ingeniero Civil de Minas, para lograr el objetivo general del estudio primero se realizó un posicionamiento relativo diferencial GNSS, con el fin de poseer una data fiable de puntos necesarios para una comparativa basada en las precisiones de la topografía clásica con estación total y la fotogrametría digital aérea con dron. También, se estudiaron los tiempos utilizados para cada método, y, por último, se evaluaron los costos de inversión.

En base a los resultados de este estudio, se pudo corroborar que las coordenadas obtenidas por medio de la fotogrametría fueron más precisas que por topografía, no superando los 10 cm en las coordenadas horizontales y 35 cm en la coordenada vertical. Por otra parte, los tiempos requeridos en la determinación final de las coordenadas fueron muy parecidos entre ambos métodos, cabe destacar que, para una misma área de trabajo, los tiempos del método topográfico varía con el número de puntos a determinar, a diferencia de la fotogrametría, la cual no varía. Por último, los

costos de inversión en equipos y herramientas informáticas cotizados para un levantamiento fotogramétrico con dron superan en un 7% a la topografía con estación total, lo cual es poco para la diferencia de información obtenida.

Como conclusión, la fotogrametría es una alternativa rápida y económica para ejecutar levantamientos topográficos en áreas extensas, con la cual se pueden obtener precisiones geográficas centimétricas, que a escala del campo minero son casi despreciables, también poseen la capacidad de llegar a zonas inaccesibles, no entorpece el proceso productivo, y no pone en riesgo las vidas de las personas.

Arístegui, A. (2021). El levantamiento del Mapa en España: trabajos geodésicos, topográficos y catastrales (1853-1883). Análisis actuales aplicando tecnologías de la información geográfica” publicada en el 2021 para optar por el grado de Doctor en la Universidad Complutense de Madrid, tuvo como idea principal el analizar la actual las tecnologías de la información geográfica que se centra en un análisis exhaustivo de los levantamientos geodésicos, topográficos y catastrales realizados en España desde 1853 hasta 1883, con énfasis en la aplicación de las modernas tecnologías de la información geográfica, supongo.

Este estudio se basa en el análisis de una amplia gama de fuentes de información que incluyen, entre otras, mapas, vuelos de fotogrametría, imágenes satelitales, estadísticas demográficas, etc.

La tecnología de la información geográfica permite realizar mapeos georreferenciados, analizar el crecimiento urbano y evaluar el impacto de los ferrocarriles y las ubicaciones físicas en este crecimiento.

Los resultados de este estudio proporcionan un análisis detallado del crecimiento urbano en España en dos y tres dimensiones, centrándose en el sellado del suelo y la planificación urbana.

Consideramos la influencia de los ferrocarriles y su ubicación real en este crecimiento, considerando aspectos como la distancia entre estaciones y el área de influencia.

Las conclusiones del estudio sugieren una comprensión más profunda del desarrollo de la cartografía española en el siglo XIX y resaltan la importancia de las tecnologías de la información geográfica en la investigación histórica y espacial.

De León Pérez, J. F. (2019). en su tesis titulada Elaboración de una guía de uso de vehículos aéreos no tripulados para la optimización de procesos de levantamiento catastral dentro del casco urbano del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez, publicada en el 2019 para optar por el título de Ingeniero Civil en la Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala, tuvo como objetivo principal la elaboración de una guía de uso de vehículos aéreos no tripulados para la optimización de procesos de levantamiento catastral dentro del casco urbano del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez, Guatemala. Para lograr lo establecido anteriormente se necesitará emplear un método que haga uso de vehículos aéreos no tripulados que ayuden a ahorrar tiempo y dinero para obtener el tipo de información necesaria para lograr un levantamiento catastral de un área determinada del casco urbano de Mazatenango.

Para cumplir con el objetivo principal de la investigación, se contactó a la municipalidad de Mazatenango para delimitar un área dentro del casco urbano, para luego proceder a realizar el levantamiento de información catastral por medio de un vehículo aéreo no tripulado.

Al obtener los datos necesarios, se procedió a realizar el levantamiento de información por medio de softwares especializados en fotogrametría y de esa manera, aprovechar mejor los recursos que brinda la tecnología para reducir el tiempo de análisis este trabajo tiene como objetivo principal de esta investigación es desarrollar una guía para el uso de VNR para optimizar los procesos de levantamiento catastral dentro del centro urbano de Mazatenango, ubicado en el municipio de Suchitepéquez, Guatemala. Para cumplir con lo mencionado anteriormente, será necesario implementar una estrategia que permita el uso de vehículos aéreos no tripulados que ayudan a ahorrar tiempo y dinero al obtener la información necesaria para realizar un levantamiento catastral de un área específica del casco el área urbana de Mazatenango.

Se contactó con la municipalidad para cumplir con el objetivo principal de la investigación.

Para definir un área dentro del centro de la ciudad de Mazatenango, se utilizará un vehículo aéreo no tripulado para retomar el levantamiento de información catastral. Al obtener los datos necesarios, se realizó la recopilación de datos por medio de software especializado en fotogrametría y, por lo tanto, maximizar las capacidades que ofrece la tecnología para disminuir el tiempo de análisis.

Este esfuerzo tiene como objetivo mejorar el proceso de recopilación de datos catastral utilizando una guía. Por lo tanto, las municipalidades e instituciones estatales sean beneficiarios de una reducción en el tiempo y un aumento en el cobro de impuestos mediante una demolición catastrófica.

## **2.2 Sistema de Referencia Geodésico**

Un Sistema de Referencia Geodésico es un conjunto de convenciones que se utilizan como base para representar la geometría de la superficie terrestre y su variación en el tiempo,

permitiendo ubicar cualquier punto en la Tierra mediante un sistema de coordenadas tridimensional; sin embargo, este concepto matemático requiere de un Marco de Referencia que lo materialice a través de marcas físicas y matemáticas, siendo los principales sistemas geocéntricos el WGS84 y el ITRF, y los elipsoidales el ED50, NAD83 y ETRS89, cada uno con su propio elipsoide de referencia y Datum que relaciona el elipsoide con la superficie física del planeta (Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, 2015).

### 2.2.1 Sistema de Referencia Local

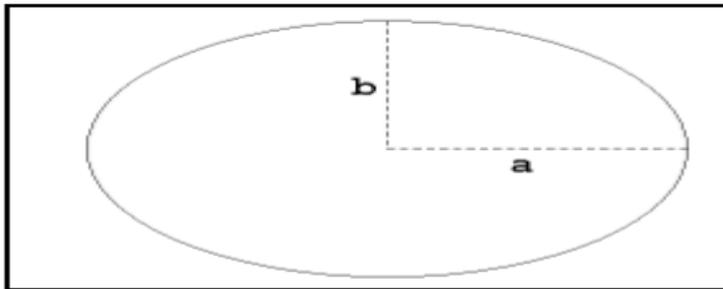
En un sistema geodésico local se define mediante la selección de un elipsoide de referencia y un punto origen (datum) que establece su posición en relación con la forma de la Tierra (geoide). El punto datum es aquel donde la vertical coincide con la normal al elipsoide, y se busca la tangencia entre el elipsoide y el geoide. Estos sistemas locales se crean para satisfacer necesidades geodésicas regionales, con un centro de coordenadas diferente al centro de masas terrestre, como en el caso del NAD 27, basado en el elipsoide Clarke de 1866 con datum en Meades Ranch (Kansas, EE. UU.), principalmente utilizado para cartografía (Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2016).

Los parámetros clave de un sistema geodésico local son:

- Dos parámetros para definir el elipsoide: el semieje mayor “a” y el achatamiento o aplastamiento  $f = 1 - \frac{a}{b}$
- Dos parámetros para ubicar el punto datum: latitud y longitud.
- Se requiere un acimut de origen en el punto datum para orientar el elipsoide correctamente.

### Figura2

*Elipse*



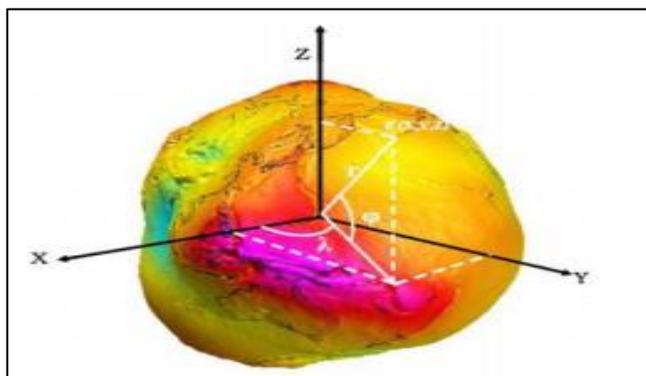
Fuente: IGN (2016)

### 2.2.2 Sistema de Referencia Global

Estos sistemas se caracterizan por un conjunto de tres coordenadas rectangulares (X, Y, Z), con su punto de inicio en el centro geocéntrico de la Tierra. Para establecer las Coordenadas Geodésicas (latitud, longitud y altitud), utilizan un elipsoide de revolución como superficie de referencia y un datum como punto fundamental (Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional, 1999).

### Figura3

*Geoide*



Fuente: Norma Técnica Geodésica (2016)

### 2.2.3 Datum

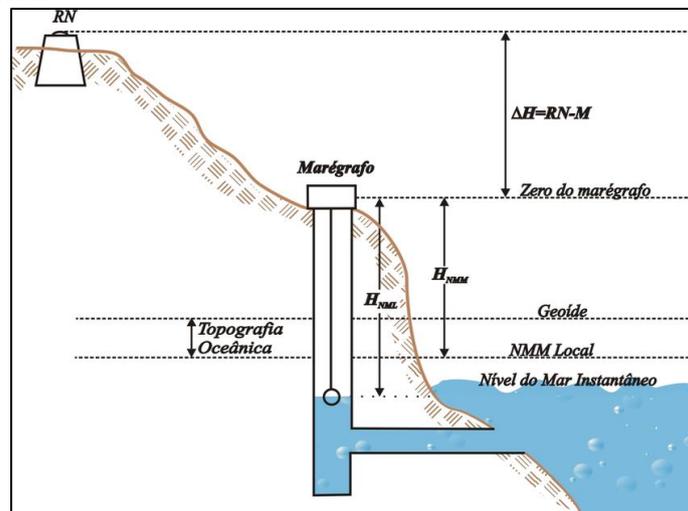
Un Datum Geodésico es una forma de decir dónde están las cosas en la Tierra. La forma y el tamaño de la Tierra y cómo surgió son los puntos principales de esta frase (Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2016).

### 2.2.3.1 Datum Vertical

Los datums verticales, que describen la posición en la dirección vertical (altura), comúnmente se basan en la altitud sobre el nivel medio del mar. Este nivel cero altitudinal se define y representa por las aguas marinas en calma, extendiéndose por debajo de los continentes. Para determinar con precisión este nivel de referencia, se requieren observaciones mareográficas continuas de las fluctuaciones de las mareas en estaciones mareográficas durante aproximadamente 20 años. Por otro lado, el Datum Vertical o Sistema de Referencia Vertical para El Salvador fue establecido como parte de un ajuste realizado por el Servicio Geodésico Interamericano (IAGS), que abarcó desde el sur de México, incluyendo Guatemala, Honduras y El Salvador. por lo que se conoce como Datum La Unión (Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2016).

**Figura4**

*Nivel medio del mar*



Fuente: Anedilson G. (2021) Topografía Catastral e Georreferenciamento

### **2.2.3.1 Datum Horizontal**

Un Datum Geodésico es el sistema de referencia oficial empleado en una región determinada. Utiliza un elipsoide específico que pasa por un punto concreto, del cual se conocen con precisión su deflexión astronómica y gravedad, es decir, un punto del elipsoide coincide exactamente con un punto de la superficie terrestre (Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, 2015).

Un ejemplo es el North American Datum 1927 (NAD 27), establecido por coordenadas y desviación de la vertical en la estación de triangulación Meades Ranch (Kansas, EE.UU.), referido al Elipsoide Clarke de 1866. Este sistema de referencia ha sido utilizado por la mayoría de los países centroamericanos hasta la actualidad. Fue designado como base para las Redes de Triangulación de Estados Unidos, México y Canadá desde 1913.

En 1962, El Salvador adoptó definitivamente el Datum NAD 27, asociado al Elipsoide de Clark 1866, y toda la información geodésica y cartográfica antigua está referida a dicho sistema. No obstante, a partir del año 2007, El Salvador adoptó un nuevo Sistema de Referencia, dando paso a la Red Geodésica Nacional SIRGAS-ES2007.8, asociado al elipsoide GRS-80 (Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, 2012).

### **2.2.4 Elipsoide**

El elipsoide es una figura tridimensional utilizada en geodesia para representar la forma real de la Tierra, se ajusta de manera más precisa que una esfera ideal a las características terrestres, mostrando un achatamiento en los polos y un abultamiento en el ecuador. Para definir un elipsoide de forma precisa, se necesitan dos parámetros fundamentales: el semieje mayor (conocido como radio ecuatorial) y el grado de achatamiento. En diversas aplicaciones geodésicas, se utilizan diferentes elipsoides de referencia, como el elipsoide de

Clarke 1866, el Internacional 1924 y el WGS84 del sistema GPS, seleccionados según la región geográfica y las necesidades específicas. A pesar de que el elipsoide no reproduce exactamente la topografía terrestre, que incluye variaciones locales (geoide), su importancia es vital en actividades como la cartografía, la navegación y el cálculo preciso de coordenadas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, s/f).

### Figura 5

#### *Elipsoides de referencia*

Elipsoide	a	F
Airy 1830	6.377.563,396	299,3249646
Bessel 1841	6.377.397,155	299,1528128
Clarke 1866	6.378.206,4	294,9786982
Clarke 1880	6.378.249,145	293,465
Everest 1830	6.377.276,345	300,8017
Fischer 1960 (Mercury)	6.378.166	298,3
Fischer 1968	6.378.150	298,3
G R S 1967	6.378.160	298,247167427
G R S 1975	6.378.140	298,257
G R S 1980	6.378.137	298,257222101
Hough 1956	6.378.270	297,0
Hayford o Internacional	6.378.388	297,0
Krassovsky 1940	6.378.245	298,3
South American 1969	6.378.160	298,25
WGS 60	6.378.165	298,3
WGS 66	6.378.145	298,25
WGS 72	6.378.135	298,26
WGS 84	6.378.137	298,257223563

Fuente: Marina de Guerra del Perú

### 2.2.5 Proyecciones Cartográficas

Una proyección cartográfica, también conocida como proyección geográfica, es un método para visualizar una parte de la superficie terrestre que busca representar la curvatura natural del planeta en una superficie plana de un mapa. Su objetivo principal es convertir una representación tridimensional en una bidimensional, manteniendo al mínimo la distorsión de las proporciones originales. A pesar de esto, es inevitable que exista cierto grado de error en este proceso, por lo que las proyecciones se diseñan para reducir al máximo la distorsión y preservar la precisión en aspectos clave como la distancia, la superficie y la forma. Las

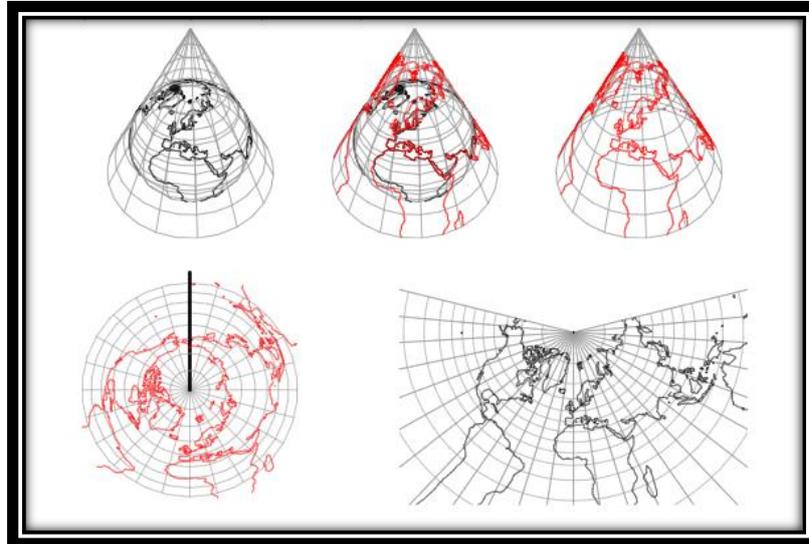
proyecciones cartográficas se clasifican combinadas según la forma geométrica que las inspiran, ya sea cilíndrica, cónica, acimutal o una combinación de estas categorías (Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2016).

### 2.2.5.1 Proyección Cónica

Al proyectar la esfera terrestre en un cono imaginario tangente o secante, se generan proyecciones cónicas similares a las cilíndricas. En estas proyecciones, los meridianos se convierten en líneas rectas que parten del polo, mientras que los paralelos se transforman en circunferencias concéntricas dentro del cono. Este tipo de mapa es ideal para representar las latitudes medias, aunque puede presentar distorsiones al acercarse a los polos.

#### Figura 6

##### *Proyección Cónica*



Fuente: Weisstein, E. W. (2024)

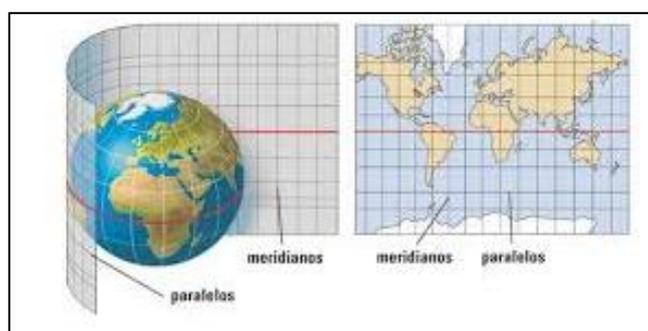
### 2.2.5.2 Proyección Cilíndrica

Las proyecciones cilíndricas utilizan un cilindro ficticio como superficie del mapa, en una posición secante o tangente al planeta. A pesar de que mantienen una buena conformidad,

hay una creciente distorsión en distancias y superficies lejos del ecuador. Sin embargo, son útiles en la navegación al mantener la perpendicularidad entre meridianos y paralelos. Son ampliamente utilizadas (Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2016).

### Figura 7

#### *Proyección cilíndrica*



Fuente: IGN (2016)

#### a) **Proyección UTM (Universal Transversa de Mercator)**

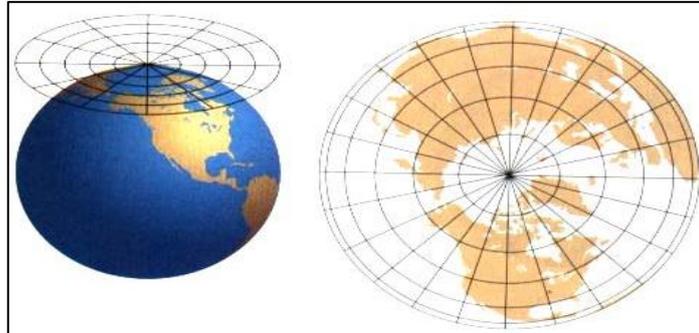
Esta proyección cilíndrica, muy usada en la navegación del siglo XVIII, fue creada por Gerardus Mercator en 1569. Al representar meridianos y paralelos como líneas paralelas, amplía la distancia hacia los polos y reduce las áreas ecuatoriales (Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2016).

#### **2.2.5.3 Proyecciones acimutales o azimutales**

Las proyecciones cenitales se logran al proyectar los meridianos y paralelos sobre un plano imaginario que es tangente a la esfera terrestre. Esta perspectiva refleja la vista del mundo desde el centro de la Tierra o desde un punto remoto. Estas proyecciones mantienen la relación entre los polos y los hemisferios, siendo precisas en áreas de alta latitud. Pero a medida que el punto tangencial se aleja del plano de la esfera, se observa una distorsión creciente que afecta la representación de manera exacta con respecto de la región ecuatorial (Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2016).

## Figura8

### *Proyección acimutal*



Fuente: IGN (2016)

### **2.2.6 Sistema de Rastreo permanente**

El sistema de rastreo continuo, formado por estaciones geodésicas equipadas con receptores GNSS de alta precisión que operan constantemente las 24 horas del día, los 365 días del año, permite obtener una georreferenciación centimétrica de puntos en la superficie terrestre. Estas estaciones, al ser de doble frecuencia, aseguran una mayor precisión y continuidad en la recopilación de datos geoespaciales, siendo esenciales para diversas aplicaciones como la actualización cartográfica, el catastro rural y urbano, la ingeniería civil, el control del tráfico aéreo y terrestre, y la defensa nacional, entre otras. Esto demuestra que el sistema puede ofrecer una georreferenciación precisa y centimétrica de manera ininterrumpida, representando un avance relevante en el campo de la geodesia y la topografía (Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, 2015).

**Figura 9**

*Estaciones de rastreo permanente del Perú*



Fuente: Ministerio de Defensa - IGN

## 2.2.7 Levantamiento Geodésico con GNSS

La importancia de la precisión en la topografía destaca la necesidad de que los profesionales en este campo comprendan los distintos métodos de posicionamiento con receptores GNSS. Esto les permite seleccionar el método más adecuado para llevar a cabo levantamientos topográficos o geodésicos de acuerdo con las especificaciones técnicas necesarias (Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2016).

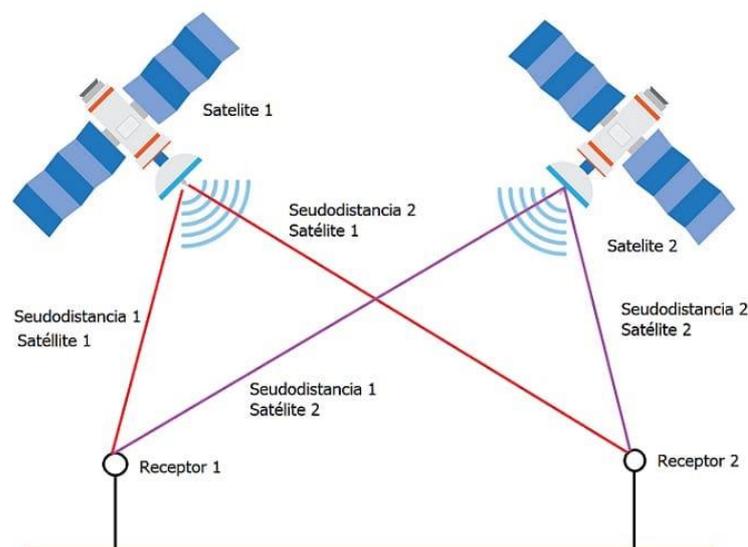
### 2.2.7.1 Método Estático

Este método es ampliamente utilizado en levantamientos de redes geodésicas, estudios geodinámicos y levantamientos de alta precisión, aunque su principal limitación radica en su lentitud y en la necesidad de sesiones de rastreo prolongadas. En este procedimiento, se emplean dos o más receptores, uno de los cuales actúa como base y se sitúa en un punto con coordenadas conocidas, mientras que los demás receptores móviles se colocan en vértices

cuyas coordenadas son desconocidas. Es esencial que todos los receptores estén configurados con la misma velocidad de época, comúnmente a intervalos de 15, 30 o 60 segundos. Durante la primera sesión de observación simultánea, cada receptor rastrea al menos cuatro satélites durante al menos una hora. Al concluir esta sesión, un receptor permanece en el vértice con coordenadas conocidas como base, mientras que los demás receptores se trasladan a otros vértices para llevar a cabo sesiones de observación adicionales. Este proceso se repite hasta cubrir todos los vértices de la red geodésica, asegurando que las líneas base formen figuras geométricas cerradas. Una vez se ha recopilado la información necesaria, los receptores se apagan. La duración del rastreo varía en función de la longitud de la línea base, el tipo de receptor, la precisión requerida, la resolución de ambigüedades, la velocidad de la época, el GDOP y el número de satélites rastreados, siendo mayor el tiempo necesario para distancias más extensas (Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2016).

## Figura 10

### *Método Estático*



Fuente: IGN (2016)

### **2.2.7.2 Método Estático Rápido**

Este procedimiento se utiliza para establecer redes de control geodésico en áreas locales o para aumentar la densidad de redes de menor orden, con distancias máximas de hasta 20 km. Es necesario emplear receptores de doble frecuencia. Aunque es similar al método de levantamiento estático, una diferencia clave es que un receptor permanece fijo en la estación base, mientras que los otros se desplazan a puntos con coordenadas desconocidas. La frecuencia de las mediciones generalmente se configura entre 1 y 3 segundos.

Cada vez que se cambia de punto, se realiza una sesión de observación. Estas sesiones de rastreo son más breves en comparación con las del posicionamiento relativo estático. El tiempo de rastreo para el receptor móvil varía en función de la longitud de la línea base y el GDOP (Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2016).

### **2.2.7.3 Método Cinemático**

Se utiliza comúnmente para el levantamiento de detalles, por su eficiencia a la hora de medir muchos puntos que están cerca unos de otros. Presenta la desventaja que si se presentan obstrucciones o se pierde el rastreo de menos de 4 satélites se debe inicializar el equipo. Este método requiere de dos receptores que se deben inicializar al principio del levantamiento.

Luego de la inicialización de los receptores, el receptor base debe permanecer en el vértice de coordenadas conocidas y el segundo receptor se desplazará libremente a lo largo de una línea o a los vértices de coordenadas desconocidas.

El operador del receptor móvil puede registrar las coordenadas a intervalos de tiempo definido o marcando los puntos de interés para el levantamiento (Instituto Geográfico Nacional del Perú, 2016).

## **2.3 Fotogrametría con drones**

### **2.3.1 ¿Qué es la fotogrametría?**

La Sociedad Internacional de Fotogrametría y Sensores Remotos (ISPRS) define la fotogrametría con drones como la técnica utilizada para realizar mediciones, tanto de dimensiones, como de formas y posición de objetos en el espacio, y a través de la superposición de imágenes captadas, poder realizar mediciones en 3D. Esta técnica permite la generación de planos y mapas con mucha precisión (Figueroa C. et al. 2007).

#### **2.3.1.1 Los pros de la fotogrametría**

- El principal beneficio de trabajar con fotogrametría es su accesibilidad. El auge de la tecnología de drones y el software de mapeo ha simplificado los flujos de trabajo y ha puesto mapas precisos y modelos 3D al alcance de cualquier organización con un dron con cámara decente (Alvarenga U. et al. 2023).
- Aparte de la calibración de la cámara, la planificación básica del vuelo y el trazado de los puntos de control en tierra, llevar a cabo una misión de mapeo y convertir esos datos en algo útil es relativamente sencillo. Existen innumerables escenarios en los que este proceso produce resultados tangibles, en industrias tan variadas como la construcción, la conservación, la minería y la agricultura (Alvarenga U. et al. 2023).
- Otra ventaja se refiere a la seguridad de los operarios quienes realizan sus actividades de manera remota. Esto se realiza generalmente en una estación de trabajo y los drones se encargan del resto (Alvarenga U. et al. 2023).
- Es importante destacar que los resultados también son accesibles. Los mapas y modelos con características y colores reconocibles son instantáneamente intuitivos, lo que los convierte en una excelente herramienta de colaboración y algo con lo que

las partes interesadas pueden trabajar sin perder demasiado tiempo manipulando los datos (Alvarenga U. et al. 2023).

- Otra gran parte del atractivo de la fotogrametría es lo asequible que es. Como mencionamos, comenzar significa invertir unos pocos miles de dólares en un dron con cámara profesional y mucho menos en el software que necesitará para procesar sus datos (Alvarenga U. et al. 2023).
- Finalmente, la fotogrametría ofrece un enfoque más flexible. Dependiendo de la tarea en cuestión, puede tener más control sobre la compensación entre la velocidad, la altitud y la precisión de la misión (Alvarenga U. et al. 2023).

### **2.3.1.2 Los contras de la fotogrametría**

- Se necesita una fuente de luz (imágenes fotográficas)
- Restricciones por oclusiones y visibilidad
- Proyección del mundo 3D en un plano imagen 2D
- Otras técnicas pueden conseguir una precisión en la medida mayor
- El tiempo de vuelo es limitado
- Los cambios climáticos afectan su resolución

### **2.3.2 ¿Cómo funciona la fotogrametría?**

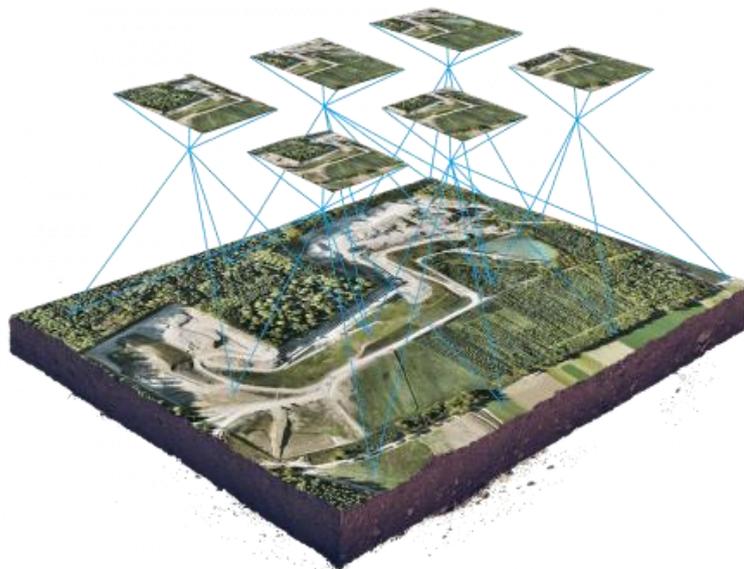
La fotogrametría con drones implica la captura de una gran cantidad de fotos de alta resolución sobre una zona, que luego se superponen para generar un mapa tridimensional. Este proceso utiliza múltiples puntos de vista para crear una representación 3D precisa, incluyendo información sobre la elevación, textura, forma y color. Los mapas ortomosaicos y modelos 3D tienen diversas aplicaciones, desde la planificación de construcciones hasta el marketing.

La cantidad de imágenes necesarias para una fotogrametría efectiva puede variar entre cientos y miles, dependiendo del tamaño del sitio y la precisión deseada. La planificación adecuada de la misión y el pos procesamiento son fundamentales para lograr una precisión óptima. Un buen solapamiento entre las imágenes aumenta la precisión y permite una mejor corrección de errores en comparación con el método de georreferenciación directo utilizado en el LIDAR.

Un sistema de drones de alta gama con un flujo de trabajo de pos procesamiento y planificación de misiones profesionales ayuda a garantizar la captura de datos de calidad que generen resultados precisos (Alvarenga U. et al. 2023).

### **Figura 11**

*Procesamiento de un levantamiento fotogramétrico*



Nota: Esquema de lo que el Dron hace en un vuelo para capturar el terreno en múltiples fotos.

Tomado de Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional. (1999).

### **2.3.3 Productos obtenidos de la fotogrametría**

La fotogrametría genera una variedad de productos, incluidas ortofotos, modelos digitales de elevación (DEM), nubes de puntos 3D y modelos 3D texturizados.

#### **2.3.3.1 Ortomosaicos**

Según el Congreso de la República del Perú. (2018), Los ortomosaicos o ortofotos corrigen la distorsión geométrica inherente a las imágenes, utilizando puntos de enlace asignados y GCP (Ground Control Points) para referenciarlas al mundo real. El resultado final es un mosaico sin costuras, cosido a través de la combinación de bordes y el equilibrio de color.

Los ortomosaicos son fundamentales para crear análisis y otros mapas generados con drones, siendo las mejores herramientas capaces de extraer todo el potencial de los datos recopilados por los UAV en la cartografía aérea. A partir de estos mapas, los datos se traducen en información esencial para acelerar la productividad en el campo, permitir la gestión remota y aumentar la precisión y calidad de los proyectos.

Los ortomosaicos se utilizan principalmente para recopilar información visual y actualizada sobre un área de interés, siendo empleados en diversos sectores como ingeniería, topografía, energía, minería y agricultura. A través de estos mapas, es posible realizar inspecciones, georreferenciaciones, mediciones de áreas, comparar mapas, monitorear la evolución de proyectos y una serie de otras aplicaciones (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2013).

#### **2.3.3.2 Modelo digital de superficie**

Según Alvarenga U. et al. (2023). un Modelo de Superficie Digital (DSM) registra las características naturales y artificiales presentes en la superficie terrestre, incluyendo su altura, que puede derivar de elementos como la cima de edificios, copas de árboles y tendidos eléctricos. Este tipo de modelo resulta valioso en aplicaciones de modelado 3D para sectores

como las telecomunicaciones, la planificación urbana y la aviación, ya que permite extruir objetos desde la superficie terrestre. Algunos ejemplos destacados de su utilidad son:

- Identificación de obstrucciones en la zona de aproximación de pistas de aterrizaje en la aviación, donde los DSM pueden detectar posibles obstáculos.
- Gestión de la vegetación a lo largo de líneas de transmisión, permitiendo visualizar y cuantificar la invasión vegetal.
- Evaluación de obstrucciones visuales en la planificación urbana, donde el DSM se emplea para analizar el impacto de nuevos edificios en los puntos de vista de residentes y negocios.

### **2.3.3.3 Modelo digital de elevaciones**

Según Alvarenga U. et al. (2023). un Modelo Digital de Elevación (DEM) es una matriz de celdas que representa la elevación de la superficie terrestre. Al eliminar puntos no terrestres como puentes y carreteras, se obtiene un modelo de elevación digital suave. Los edificios y vegetación no están incluidos en un DEM.

Al eliminar la vegetación y características creadas por el hombre a partir de los datos de elevación, se genera un DEM. Un modelo de elevación de tierra desnuda es especialmente útil en hidrología, suelos y planificación territorial.

Entre sus aplicaciones destacadas se encuentran:

- Modelización hidrológica: los hidrólogos utilizan DEMs para definir cuencas hidrográficas, calcular la acumulación de flujo y determinar la dirección del flujo.
- Estabilidad del terreno: áreas con alta pendiente y escasa vegetación son propensas a avalanchas, lo que es útil al planificar autopistas o subdivisiones residenciales.
- Mapeo de suelos: los DEMs ayudan a mapear los suelos, que dependen de la elevación (así como geología, tiempo y clima).

#### **2.3.3.4 Modelo digital del terreno**

Según Alvarenga U. et al. (2023). un Modelo Digital del Terreno (DTM) es una superficie de elevación que representa únicamente la tierra desnuda, eliminando todas las características de la superficie terrestre. En algunos países, un DTM es sinónimo de DEM, siendo simplemente una superficie de elevación referenciada a un dato vertical común.

Sin embargo, en otros países como Estados Unidos, un DTM tiene un significado ligeramente diferente. En este contexto, un DTM es un conjunto de datos vectoriales compuesto por puntos espaciados regularmente y características naturales como crestas y líneas de ruptura. Un DTM aumenta un DEM incluyendo estas características lineales del terreno de tierra desnuda.

#### **2.3.4 Principales aplicaciones de la fotogrametría**

La fotogrametría con drones ha demostrado ser de gran valor en diversas áreas municipales, como el catastro. Temas como la actualización del padrón catastral, el cálculo del impuesto predial, los avalúos catastrales y los traslados de dominio se realizan con mayor precisión y eficiencia gracias a esta tecnología. Los tiempos del proceso, desde la toma de información hasta su procesamiento, se han reducido considerablemente (Decreto legislativo N°803, 1996).

Según Paredes L. & Erba, D. (2008). en el campo de la arquitectura, el escaneo en 3D tanto en interiores como en exteriores, aplicado con el software adecuado, ha permitido trabajos importantes, como la preservación del valor histórico de edificios.

En la industria minera, la fotogrametría con drones es cada vez más relevante para la medición de cantidades y volúmenes de los materiales extraídos, así como para llevar el control y organización del espacio de extracción. Los drones permiten conocer a profundidad

el terreno de trabajo, sus características particulares y las rutas de acceso, con el fin de evitar riesgos.

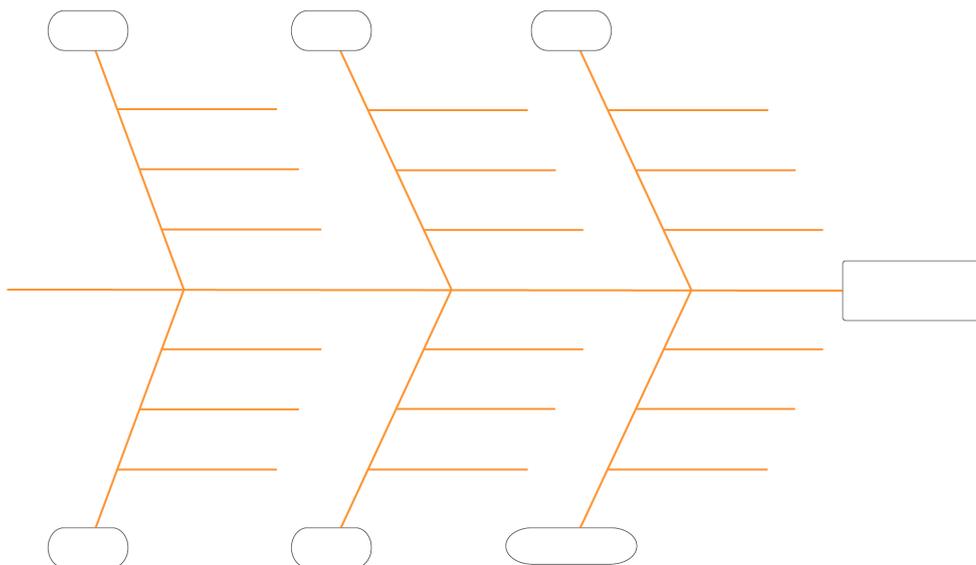
En ingeniería y obras civiles, la fotogrametría con drones tiene múltiples aplicaciones, como en carreteras, puentes, túneles, acueductos, alcantarillado, edificios, análisis hidrológicos, planeación urbana y diseños viales. Las inspecciones realizadas con drones implican un ahorro sustancial en tiempo y recursos económicos, garantizando resultados precisos (Alvarenga U. et al. 2023).

## 2.4 Diagrama de Ishikawa

En el diagrama de Ishikawa o también llamado el diagrama de espinas de pescado, se visualiza tanto las causa como también los efectos del problema que se desea analizar Mamani A. & Marisela R. (2017).

### Figura 12

*Procesamiento de un levantamiento fotogramétrico*



Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

### **3.1. Contexto general**

Ingresé a mediados del 2022 a esta empresa desempeñándome dentro de las oficinas de Fercomex; viendo documentos pendientes, contratos, planos topográficos de parques, pistas, veredas, entre otros. Al inicio éramos 2 personas en el área de topografía y veíamos proyectos pequeños de levantamientos topográficos, y al inicio no se tenía una metodología de trabajo ya que por la magnitud de los proyectos no se requería contar con ello.

Con el pasar del tiempo, se tuvo proyectos de mayor envergadura, los cuales requerían una metodología y por ende se tenía retrasos en la entrega de los planos, datos geodésicos y también errores en los cálculos por el exceso de datos en desorden.

A partir de esos inconvenientes, la Empresa opto por implementar un nuevo sistema en el área para que esos errores no se cometan, ni se generen esos costos adicionales por un mal cálculo o por una mala gestión de los datos.

Hoy Fercomex S.A.C. cuenta con proyectos de grandes magnitudes, dentro de estos figuran: levantamiento topográfico para pistas y veredas, levantamiento geodésico, vuelo drone para estudio de tráfico, fotogrametría, batimetría y catastro urbano. También tenemos el servicio de alquiler de equipos topográficos y geodésicos; por otro lado, se cuenta con capacitaciones técnica del correcto uso de los equipos geodésicos y topográficos; por cada servicio que la empresa brinda se están contratando en promedio de 6 hasta 20 personas.

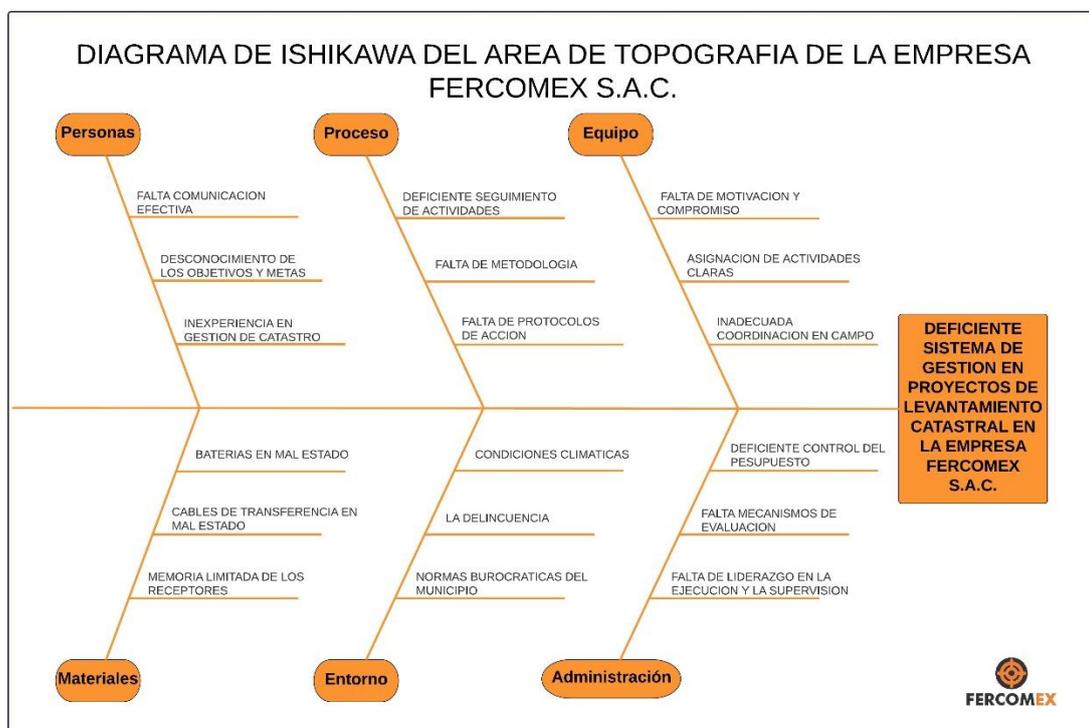
Por cada contrato, somos responsables de recopilar y procesar la información según sea el servicio requerido usando los términos de referencia como base para poder contratar personal, gestionar los recursos, ordenar los días y ejecutar el servicio. Junto a mi compañero de área somos quienes organizamos la ejecución de cada proyecto con la supervisión del gerente general, entonces nosotros vamos a ser los principales encargados de la correcta

evaluación, programación y ejecución; monitoreando constantemente cada actividad para evitar algún inconveniente tanto sea en campo como en gabinete.

Para el desarrollo del nuevo sistema de gestión, se realizó el diagnóstico de las causas que hacen que el sistema actual no funcione adecuadamente para ello se utilizó la metodología Lean Construcción, haciendo el análisis con el diagrama de Ishikawa.

**Figura 13**

*Diagrama de Ishikawa del área de topografía de la empresa FERCOMEX S.A.C.*



Nota: El grafico presenta el diagrama de Ishikawa del área de topografía de la empresa Fercomex, tocando las causas del porque existe un deficiente sistema de gestión para proyectos de levantamiento catastral. Tomado de Fercomex S.A.C.

### 3.2. Actividades siguiendo la gestión de catastro

#### 3.2.1. Relacionadas a Establecer el contexto

En esta etapa, se logra conocer los detalles a grandes rasgos del proyecto estableciendo conceptos e ideas bastante claras de la magnitud del trabajo con la finalidad de lograr el objetivo de reducir los costos, tiempos y riesgos con la implementación del sistema de gestión, se contó con el apoyo de gerencia general, gerente de ingeniería, supervisores y la unidad de todo el personal.

#### A. Magnitud del proyecto

El proyecto cuenta con una extensión de 440 puntos geodésicos los cuales se distribuyen en 80 puntos al Norte del Perú en 4 distritos (Piura, Castilla, Catacaos y 26 de Octubre) del departamento de Piura, 100 puntos en 5 distritos (Lambayeque, Chiclayo, Leo Ortis, La Victoria y Pimentel) del departamento de Chiclayo y finalmente en 260 puntos que se distribuyen en 13 distritos (Comas, Independencia, Los Olivos, San Martín de Porres, Breña, El Agustino, Lima, San Luis, San Miguel, Chorrillos, San Juan de Miraflores, Surquillo y Villa el Salvador) de la capital del Perú.

#### Figura14

*Mapa del Perú*



Nota: Mapa del Perú donde están pintados de rojo los departamentos involucrados en el proyecto. Fuente Fercomex

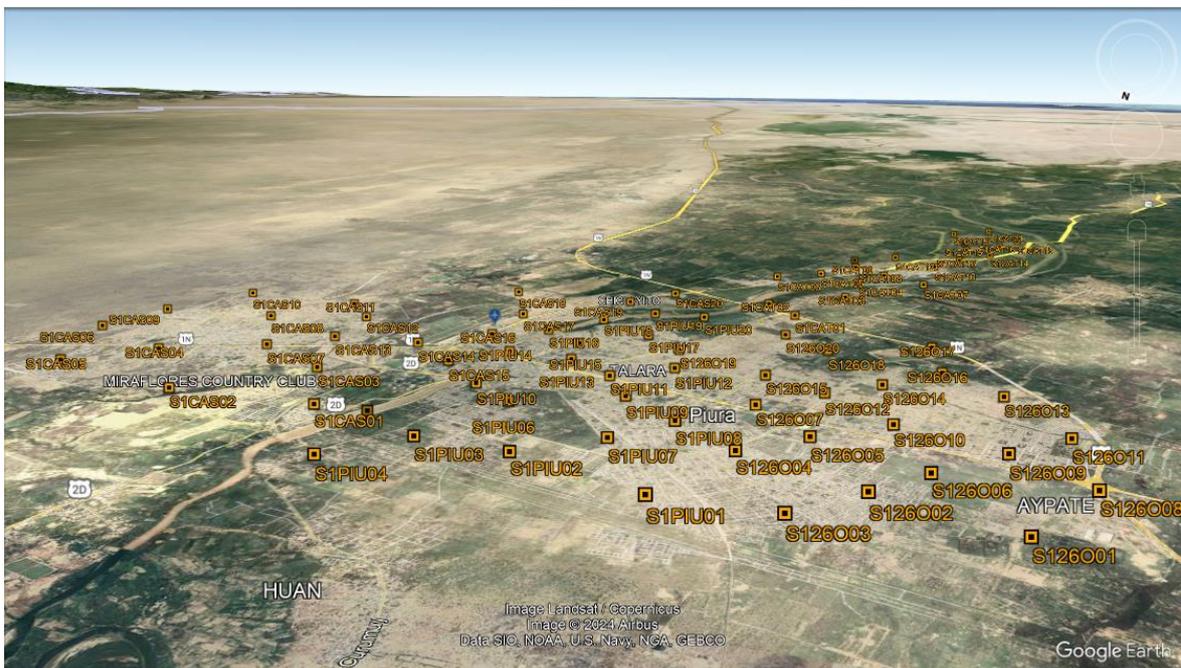
### 3.2.2. Relacionado a Sectorizar Actividades

Delimitar el contexto, ayuda a una mejor sectorización de las actividades a realizar, sincronizándolo con los objetivos que se desea alcanzar. Esto es de suma importancia, porque si no se sectoriza podemos perder tiempo, dinero y posiblemente tengamos riesgos inminentes que repercutirán en la culminación del proyecto en una fecha establecida.

Para cada sector habrá un responsable el cual debe realizar antes del inicio de actividades una organización de personal, equipos, herramientas y recorrido diario para controlar los objetivos.

**Figura15**

*Sector 1, Google Earth de los puntos en el departamento de Piura*



*Nota:* Se observa el departamento de Piura y los 80 puntos geodésicos que se tiene que lecturar. Fuente Fercomex

**Figura 16**

*Sector 2, Google Earth de los puntos en el departamento de Lambayeque*



Nota: Se observa el departamento de Lambayeque y los 100 puntos geodésicos que se tiene que lecturar. Fuente Fercomex

**Figura 17**

*Sector 3, Google Earth de los puntos en el departamento de Lima*



Nota: Se observa el departamento de Lima y los 260 puntos geodésicos que se tiene que lecturar. Fuente Fercomex



**Figura 19**

*Formulario de información de la estación GNSS de rastreo permanente en Lambayeque*

**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA  
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO

**FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS DE RASTREO PERMANENTE**

**0. DATOS GENERALES:**  
Preparado por: Departamento de Procesamiento Geodésico  
Realizado: 10 de noviembre de 2020  
Versión: 1.0.0

**1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:**  
Nombre: Chiclayo  
Código Nacional: L1001  
Código Internacional: 422334001  
Inscripción: Plaza de Armas  
Orden de la estación: 44  
Fecha de implementación: 09 de noviembre de 2008

**2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:**  
Departamento: Lambayeque  
Provincia: Chiclayo  
Distrito: Chiclayo  
Ubicación de la estación: Gobierno Municipal de Lambayeque

**CROQUIS DE UBICACIÓN**

FORMULARIO 01/01/2011 - ADMINISTRACIÓN DE DATOS GEOGRÁFICOS - 0000-00000 - L1001 - 1.0.0

Nota: Este documento es emitido por el Instituto Geográfico Nacional en donde indica las coordenadas de un punto con un monitoreo de 24 horas.

**Figura 20**

*Documentos del IGN, Descripción de marca de cota fija (BM) en Lima*

**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
DIRECCIÓN DE GEODESIA

**DESCRIPCIÓN DE MARCA DE COTA FIJA (BM)**

DEPARTAMENTO:	LIMA	CARACTERÍSTICAS:	DISCO DE BRONCE DE 9 CM DE DIÁMETRO	DESIGNACIÓN:	PC-TA-2
PROVINCIA:	LIMA	ESTABLECIDA POR:	INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	ELEVACIÓN (m):	110.6301
LÍNEA:	LIMA - METROPOLITANA	CÓDIGO DE HOJA:	Plano de Lima Esc. 1:25,000 Hoja Nº 5	ORDEN:	1er
TRAMO:	Plaza Castilla - Topacio Amaro	ESTABLECIDA:	PC-TA-2-2001	DATUM:	S.N.M.M

**CROQUIS**

**DESCRIPCIÓN:**  
A lo largo de la avenida Topacio Amaro, entre las avenidas Casavalle y Tomás Valle, partiendo del BM TA-TA-2, la marca está al NE 2.80 Km, incrustada en la vereda frente a la puerta de ingreso Nº 4 de la Universidad Ingeniería, al costado Este a 7.50 m del eje de la carretera.

**MARCA DE COTA FIJA**  
Es un disco de bronce de 9 cm de diámetro incrustado sobre una vereda y a 0.20 m, más alto con respecto al nivel de la pista.

**REFERENCIAS:**  
1. Desde el centro de la puerta de ingreso Nº 4 a la UNI, con acimut magnético 298° está a 5.50 m.  
2. Desde la esquina Sur de la puerta, con acimut magnético 303° está a 6.40 m.  
3. Desde un poste de alumbrado público, con acimut magnético 313° está a 13.00m

El terreno alrededor es plano y urbanizado.

DESCRITA / RECUPERADA POR:	A. ENCISO - C. DAGA	DATE PROYECTO:	TTE. J. SALZEA A.	REVISADO:	TC. J. BELDOSA B.	FECHA:	24-MAYO-2001
----------------------------	---------------------	----------------	-------------------	-----------	-------------------	--------	--------------

**INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL**  
DIRECCIÓN DE GEODESIA

**DESCRIPCIÓN DE MARCA DE COTA FIJA (BM)**

DEPARTAMENTO:	LIMA	CARACTERÍSTICAS:	DISCO DE BRONCE DE 9 CM DE DIÁMETRO	DESIGNACIÓN:	EP-4
PROVINCIA:	LIMA	ESTABLECIDA POR:	INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	ELEVACIÓN (m):	102.1040
LÍNEA:	LIMA - METROPOLITANA	CÓDIGO DE HOJA:	Plano de Lima Esc. 1:25,000 Hoja Nº 5	ORDEN:	1er
TRAMO:	Plaza Castilla - Topacio Amaro	ESTABLECIDA:	EP-4-2001	DATUM:	S.N.M.M

**CROQUIS**

**DESCRIPCIÓN:**  
Partiendo de la plaza de Armas de Barranco con dirección a Chorrillos por la Prolongación Paseo de Chorrillos, se llega a la Av. Las Cañotas. El BM se encuentra en el lado izquierdo en la vereda del pequeño parque ubicado en el centro de la intersección de ambas avenidas.

**MARCA DE COTA FIJA**  
Es un disco de bronce de 9 cm de diámetro incrustado sobre una vereda de concreto del parque.

**REFERENCIAS:**  
1. Desde el centro de la puerta de ingreso a la betica Señor de Luren, con acimut magnético 130° está a 20.00 m.  
2. Desde el punto de ingreso a la residencial Alameda, con acimut magnético 230° está a 11.00 m

DESCRITA / RECUPERADA POR:	REINA H. FERNÁNDEZ G.	DATE PROYECTO:	TTE. J. SALZEA A.	REVISADO:	TC. J. BELDOSA B.	FECHA:	JUNIO-2001
----------------------------	-----------------------	----------------	-------------------	-----------	-------------------	--------	------------

Nota: Estos documentos son emitidos por el Instituto Geográfico Nacional en donde indica las coordenadas y la verticalidad de un punto geodésico.

### 3.2.4. Relacionado a la Programación del proyecto

En este punto, evaluamos cual sector es más factible realizar entonces se eligió iniciar por Piura ya que es el sector con menos puntos en comparación con Lambayeque y Lima, esta elección nos llevó a analizar el paso a paso, organizando primero cuantos puntos por receptor GNSS se podría realizar en una jornada laboral, sabiendo que el receptor tiene que estar mínimo 1 hora y media captando las señales de los satélites para una mayor precisión.

**Tabla2**

*Puntos por distrito en Piura*

SECTOR 1				
DEPARTAMENTO	PIURA			
DISTRITO	PIURA	CASTILLA	CATACAOS	26 DE OCTUBRE
PUNTOS	20	20	20	20

Fuente: Fercomex

**Tabla3**

*Puntos captados en un día de trabajo*

CANTIDAD	EQUIPO	PUNTOS LECTURADOS/DIA	CUADRILLAS	TOTAL DE PUNTOS
1	RECEPTOR GNSS	4	4	16

Fuente: Propia

**Tabla4**

*Días de trabajo necesarios en Piura*

PUNTOS POR DIA	TOTAL DE PUNTOS	DIAS DE TRABAJO
16	80	5

Fuente: Fercomex

Luego de analizar los días que se necesita, las cuadrillas y la cantidad de receptores se pasó a analizar la cuadrilla para poder contratar al personal.

Tabla 5

*Cuadrilla necesaria para la lectura de puntos*

**Tabla5**

*Cuadrilla necesaria para la lectura de puntos*

CUADRILLA	
MANO DE OBRA	
ESPECIALISTA EN GEODESIA	1
OPERADOR	1
CHOFER	1
PERSONAL DE RESGUARDO	1
TOTAL	4
EQUIPO	
RECEPTOR GNSS	1
CAMIONETA PICK-UP	1

Fuente: Fercomex

**Tabla6**

*El total de personas a contratar*

TOTAL DE PERSONAL	
CANTIDAD POR CUADRILLA	CANTIDAD DE CUADRILLAS
4	4
TOTAL	16

Fuente: Fercomex

Luego del trabajo en campo empieza el trabajo en gabinete del cual el área de topografía es la encargada y como son 80 puntos de lectura, en 5 días la cantidad de data es demasiado para 2 personas los cuales éramos al inicio del proyecto, entonces se optó con la autorización del gerente contratar a 2 practicantes para agilizar el procesamiento de datos.

Al finalizar en Piura se debía de pasar a Lambayeque, entonces se analizó también la labor que se necesitaría, obteniendo la siguiente información.

**Tabla7**

*Puntos por distrito en Lambayeque*

SECTOR 2					
DEPARTAMENTO	LAMBAYEQUE				
DISTRITO	LAMBAYEQUE	CHICLAYO	LEO ORTIS	LA VICTORIA	PIMENTEL
PUNTOS	20	20	20	20	20

Fuente: Fercomex

**Tabla8**

*Días de trabajo necesarios en Piura*

PUNTOS POR DIA	TOTAL DE PUNTOS	DIAS DE TRABAJO
16	100	7

Fuente: Fercomex

**Tabla9**

*El total de personas a contratar*

TOTAL DE PERSONAL	
CANTIDAD POR CUADRILLA	CANTIDAD DE CUADRILLAS
4	4
TOTAL	16

Fuente: Fercomex

En vista de que la cantidad de personas son las mismas no se contrató a más personal, y es así como se pasó a analizar los puntos en Lima.

**Tabla10**

*Puntos por distrito en el departamento de Lima*

SECTOR 3													
DEPARTAMENTO	LIMA												
DISTRITO	COMAS	INDEPENDENCIA	LOS OLIVOS	SAN MARTIN DE PORRES	SAN MIGUEL	BREÑA	LIMA	AGUSTINO	CHORRILLOS	SAN JUAN DE MIRAFLORES	VILLA EL SALVADOR	SURQUILLO	SAN LUIS
PUNTOS	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	TOTAL											260	

Fuente: Fercomex

**Tabla11**

*Días de trabajo necesarios en Lima*

PUNTOS POR DIA	TOTAL DE PUNTOS	DIAS DE TRABAJO
16	260	17

Fuente: Fercomex

Como a estas alturas del proyecto se analizarán también los controles verticales se tiene que ir a corroborar la información que el IGN nos está brindando y como en Lima existen 7 BMs esto implica días de trabajo.

**Tabla12**

*Lista de BM en Lima*

CODIGOS	BM							
	LI01	APLA4	APLA1	BP4	PC-TA2	BB1	PP6	CUC 12A
TIEMPO DE LECTURA (HORAS)	2	2	2	2	2	2	2	2
TOTAL								16

Fuente: Fercomex

Estos son los códigos con los que se tiene pedir al IGN para su posterior ubicación y su respectiva lectura con los receptores GNSS debido a que se tiene que corroborar la lectura con la información del IGN y triangular con el receptor de rastreo permanente ubicado en el mismo Instituto Geográfico Nacional.

**Figura 21**

*Placa de bronce, BM-APLA*

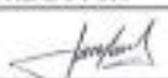
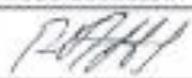


Fuente: Fercomex

**Figura 22**

*Rastreador permanente de Lima*



 <b>INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL</b> <b>SUB DIRECCIÓN DE GEODESIA</b> <b>DESCRIPCIÓN MONOGRÁFICA</b>			
DEPARTAMENTO: Lima	CARACTERÍSTICA DE LA MARCA: Monumento de concreto de 1.34 m de alto, 30 cm x 51 cm de ancho	CODIGO: LI01	
PROVINCIA: Lima	ESTABLECIDA POR: Instituto Geográfico Nacional	ALTURA NIVELADA (M): 133.9085	
LÍNEA: Lima – Metropolitana – N	CÓDIGO DE HOJA: Mapa Topográfico 251351 1:5 000 Instituto Geográfico Nacional	ORDEN: 1 er	
TRAMO:	ESTAMPADO:	DATUM: R.N.N. (s.u.m.m.)	
			
<b>DESCRIPCIÓN:</b> La Marca de Cota Fija denominada LI01, se encuentra ubicado en la base superior de un monumento de concreto en el techo del museo del Instituto Geográfico Nacional, distrito de Surquillo, provincia y departamento de Lima, con coordenadas aproximadas: Este 280479, Norte 8661244; zona 18 Sur en el sistema WGS84.			
<b>MARCA DE COTA FIJA:</b> Se encuentra en la parte superior del monumento de concreto de 1.34 m de alto, 30 cm x 51 cm de ancho.			
<b>REFERENCIA:</b> Mapa Topográfico 251351 1:5 000 Instituto Geográfico Nacional.			
<b>DESCRIPCIÓN:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>DIR. DE GEODESIA:</b>	<b>FECHA:</b>
			MAYO - 2022
SO2 EP A. Llodla S.	SO1 EP J. Flores R.	Tle EP R. Veramendi C.	

Fuente: IGN (2022)

Una vez se tenga esta información se tiene que analizar cuantos días más se tiene que ir a campo para realizar dichas mediciones en cada BM.

### Tabla13

*Cantidad de cuadrilla requeridas para la medición de los BM*

CUADRILLA	PUNTOS AL DIA
1	4
2	8

Fuente: Fercomex

Luego de obtener toda la data en Lima tanto de los 260 puntos como los 8 BM, se pasó a realizar el trabajo en gabinete que es la de calcular el margen de error que existe entre la lectura de los puntos con la lectura que se logró hacer en los BM para que con ello se corrija el margen de error , siendo 7cm el máximo error permisible por la empresa contratante. En simultaneo con el trabajo en gabinete se tiene que realizar el vuelo dron para poder obtener las ortófonos y así georreferenciarlas en un software especializado llamado Civil3D.

### Figura 23

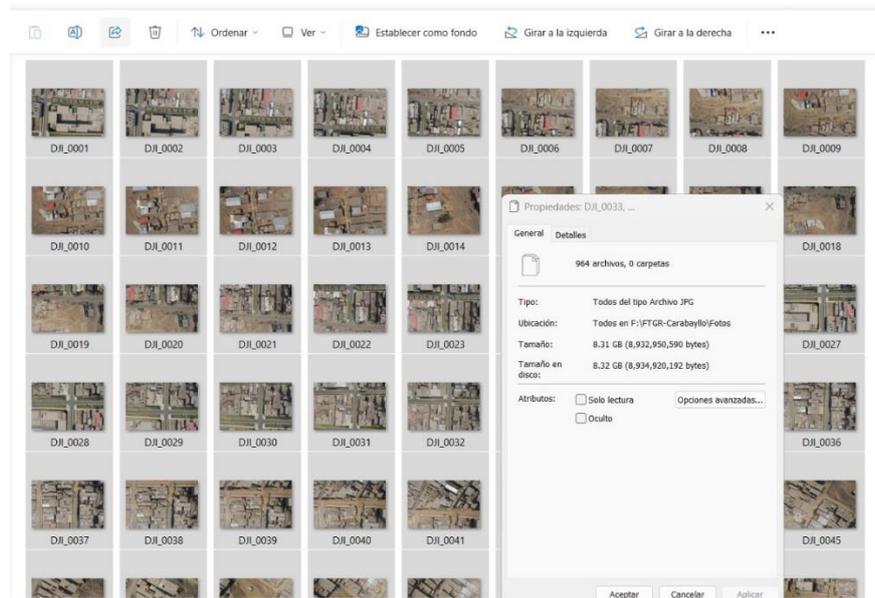
*Vuelo drone con una Phantom 4*



Fuente: Fercomex S.A.C.

**Figura 24**

*Ortofotos capturadas por el drone*



Fuente: Fercomex S.A.C.

**Figura 25**

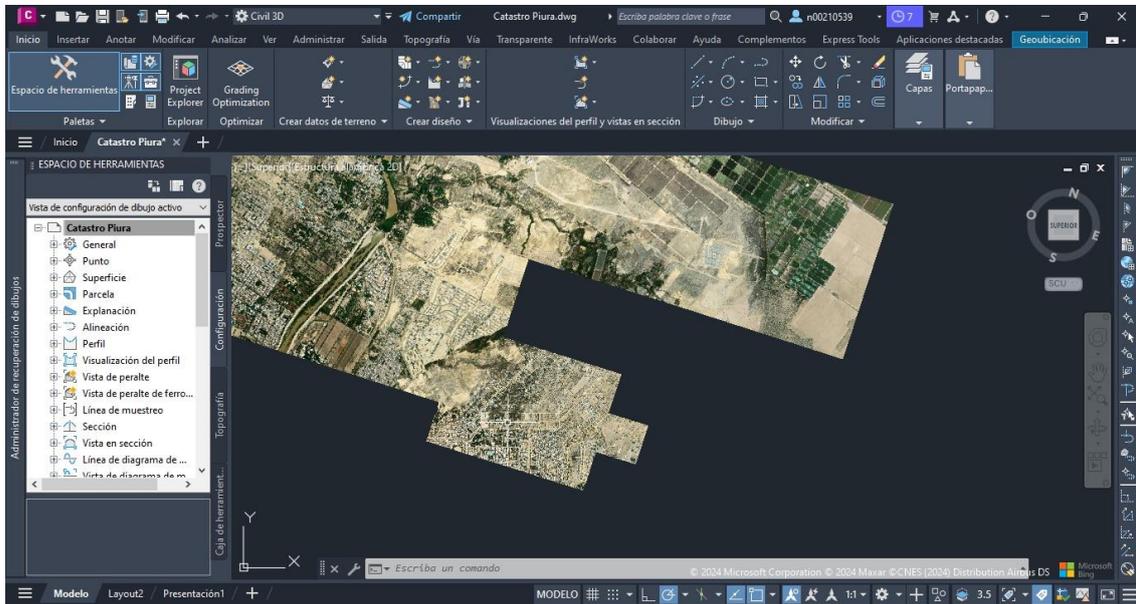
Resolución de la Ortofoto



Fuente: Fercomex S.A.C.

**Figura26**

*Software especializado en Georreferenciar Ortofotos*

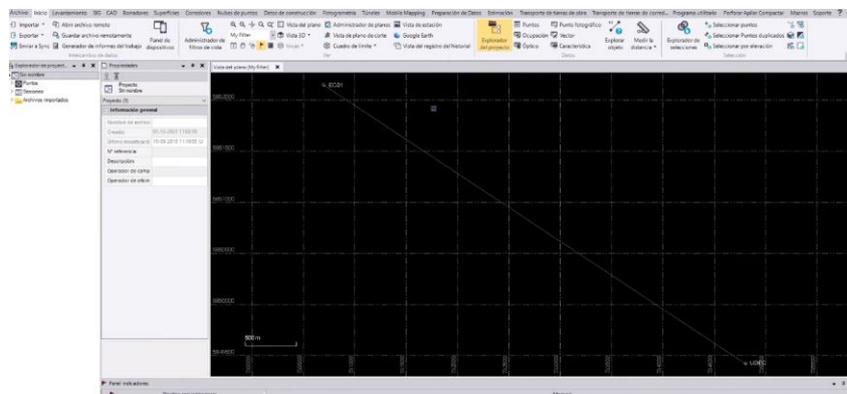


Fuente: Fercomex

Para finalizar el servicio se corroboro que la data geodésica estaba dentro de los márgenes de permisividad solicitada usando un programa especializado en geodesia llamado Trimble Business Center el cual emite un informe detallado de toda la triangulación.

**Figura27**

*Software-Trimble Business Center analizando un punto*



Fuente: Fercomex

Seguidamente, el programa arroja un informe detallado con las señales captadas de los satélites y también su frecuencia con la que se conectaron, pero lo más importante es el margen de desfase que tiene dicho reporte ya que según las especificaciones técnicas del solicitante tienen que ser menores a 7cm, para mayor amplitud ver informe en el Anexo 2.

**Figura 28**

*Procesamiento de línea base de un punto en Los Olivos*

Criterios de aceptación		
Componente del vector	Indicador 	Fallida 
Precisión horizontal >	0.0500 m + 1.000 ppm	0.1000 m + 1.000 ppm
Precisión vertical >	0.0700 m + 1.000 ppm	0.2000 m + 1.000 ppm

**LI01 - S3OLI02 (15:03:33-17:02:48) (S62)**

Observación de línea base:	LI01 --- S3OLI02 (B62)
Procesados:	31/08/2022 11:14:28
Tipo de solución:	Fija
Frecuencia utilizada:	Frecuencia doble (L1, L2)
Precisión horizontal:	0.0037 m
Precisión vertical:	0.0208 m
RMS:	0.0279 m
PDOP máximo:	1.972
Efemérides utilizadas:	Transmisión
Modelo de antena:	NGS Absolute
Hora de inicio de procesamiento:	6/07/2022 15:03:33 (Desajuste con respecto a GPS: -5hr)
Hora de detención de procesamiento:	6/07/2022 17:02:48 (Desajuste con respecto a GPS: -5hr)
Duración del procesamiento:	01:59:15
Intervalo de procesamiento:	1 segundo

**Componentes de vector (Marca a marca)**

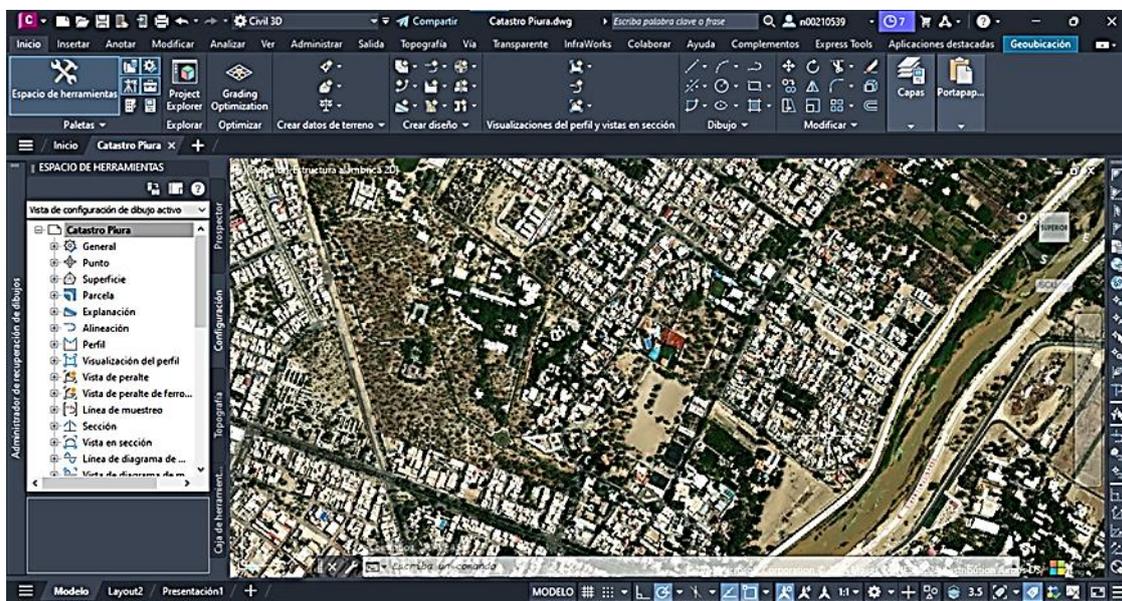
De: <a href="#">LI01</a>					
	Cuadrícula		Local		Global
Este	280479.918 m	Latitud	S12°06'10.85973"	Latitud	S12°06'10.85973"
Norte	8661244.579 m	Longitud	W77°01'00.98139"	Longitud	W77°01'00.98139"
Elevación	134.038 m	Altura	157.679 m	Altura	157.679 m
Hasta: <a href="#">S3OLI02</a>					
	Cuadrícula		Local		Global
Este	272834.565 m	Latitud	S11°56'32.67074"	Latitud	S11°56'32.67074"
Norte	8678958.751 m	Longitud	W77°05'09.30523"	Longitud	W77°05'09.30523"
Elevación	72.446 m	Altura	96.325 m	Altura	96.325 m
Vector					
ΔEste	-7645.3528 m	Acimut Adelante NS	337°04'31.7"	ΔX	-6504.6485 m
ΔNorte	17714.1719 m	Dist. elip	19289.4175 m	ΔY	-5231.4565 m
ΔElevación	-61.592 m	ΔAltura	-61.3538 m	ΔZ	17390.2677 m

Fuente: propia

Por último, se georreferencia todas las Ortofotos en el programa Civil 3D, tanto de Piura, Lambayeque y Lima en un solo archivo con extensión dwg para que la empresa solicitante lo utilice con la finalidad esperada que es una actualización de Catastro Urbano para los distritos expuesto anteriormente que pertenecen a los departamentos de Piura, Lambayeque y Lima.

## Figura29

*Archivo final con la georreferenciación y ortofotos totales*



Fuente: Fercomex S.A.C.

### 3.2.5. Relacionado al Presupuesto

En este paso se analizó los costos requeridos para poder llevar a cabo los trabajos de cada sector.

#### 3.2.5.1 Sector 1

Primero se analizará el departamento de Piura, como ya analizamos cuantos días será, cuantos trabajadores había y cuáles son los equipos a utilizar; procederemos a presupuestar el servicio.

**Tabla14**
*Análisis de precios por un día de trabajo*

DESCRIPCION DE RECURSOS	CANTIDAD	CUADRILLA	PRECIO (S/)	PARCIAL (S/)
<b>MANO DE OBRA</b>				
ESPECIALISTA EN GEODESIA	1	4	180	720
OPERADOR	1	4	120	480
CHOFER	1	4	80	320
PERSONAL DE RESGUARDO	1	4	150	600
<b>EQUIPO</b>				
RECEPTOR GNSS	1	4	130	520
CAMIONETA PICK-UP	1	4	100	400
<b>TOTAL</b>				<b>3040</b>

*Nota:* En un día de trabajo se requiere 3040 soles para cubrir los sueldos de cada trabajador

**Tabla15**
*Presupuesto para 5 días de trabajo en Piura*

DESCRIPCION DE RECURSOS	CANTIDAD	PRECIO	DIAS	PARCIAL
<b>MANO DE OBRA</b>				
ESPECIALISTA EN GEODESIA	4	180	5	3600
OPERADOR	4	120	5	2400
CHOFER	4	80	5	1600
PERSONAL DE RESGUARDO	4	150	5	3000
<b>EQUIPO</b>				
RECEPTOR GNSS	4	130	5	2600
CAMIONETA PICK-UP	4	100	5	2000
<b>TOTAL</b>				<b>15200</b>

*Nota:* Para poder cubrir los 5 días de trabajo en campo se necesita 15 200 soles. Fuente

Fercomex

Posteriormente, se analizó los viáticos necesarios para cubrir estos 5 días de trabajo en el departamento de Piura.

**Tabla16**

*Viáticos de Piura*

VIATICOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	DIAS	PARCIAL
DESAYUNO	UND	16	4.5	5	360
ALMUERZO	UND	16	10	5	800
CENA	UND	16	10	5	800
HOSPEDAJE	UND	8	40	5	1600
GASOLINA	GL	3.2	15.7	5	250
<b>TOTAL</b>					<b>3810</b>

*Nota:* En 5 días el viático de todos los trabajadores asciende a 3810 soles

Para concluir el trabajo de campo en Piura se tiene que sumar cada monto para unificar los gastos y así poder facilitar a los trabajadores sus honorarios al finalizar la semana.

**Tabla17**

*Presupuesto de los 5 días en campo*

PRESUPUESTO		
DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO
LEVANTAMIENTO GEODESICO	GLB	15200
VIATICOS	GLB	3810
<b>TOTAL</b>		<b>19010</b>

*Nota:* El costo total de los 5 días en campo asciende a la suma de 19010 soles

### 3.2.5.2 Sector 2

Seguidamente, se analizó el departamento de Lambayeque para poder obtener cuanto es el costo al que asciende los 7 días de trabajo.

**Tabla18**
*Presupuesto por 7 días de trabajo en Lambayeque*

DESCRIPCION DE RECURSOS	CANTIDAD	PRECIO	DIAS	PARCIAL
<b>MANO DE OBRA</b>				
ESPECIALISTA EN GEODESIA	4	180	7	5040
OPERADOR	4	120	7	3360
CHOFER	4	80	7	2240
PERSONAL DE RESGUARDO	4	150	7	4200
<b>EQUIPO</b>				
RECEPTOR GNSS	4	130	7	3640
CAMIONETA PICK-UP	4	100	7	2800
<b>TOTAL</b>				<b>21280</b>

Nota: Fuente Fercomex

Posteriormente, se analizó los viáticos necesarios para cubrir estos 7 días de trabajo.

**Tabla19**
*Viáticos para cubrir 7 días de trabajo*

<b>VIATICOS</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	DIAS	PARCIAL
DESAYUNO	UND	16	4.5	7	504
ALMUERZO	UND	16	10	7	1120
CENA	UND	16	10	7	1120
HOSPEDAJE	UND	8	40	7	2240
GASOLINA	GL	3.2	15.7	7	350
<b>TOTAL</b>					<b>5334</b>

Nota: Fuente Fercomex

Para concluir el trabajo de campo en Lambayeque se tiene que sumar cada monto para unificar los gastos y así poder facilitar a los trabajadores sus honorarios al finalizar la semana.

## Tabla20

*Presupuesto total de los 7 días en campo*

PRESUPUESTO		
DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO
LEVANTAMIENTO GEODESICO	GLB	21280
VIATICOS	GLB	5334
TOTAL		26614

*Nota:* Fuente Fercomex

### 3.2.5.3 Sector 3

Posteriormente, se examinó al departamento de Lima el cual tiene 260 puntos como se puede observar en la tabla 10 y requiere de 17 días en campo como indica la tabla 11.

## Tabla21

*Presupuesto para 17 días de trabajo en Lima*

DESCRIPCION DE RECURSOS	CANTIDAD	PRECIO	DIAS	PARCIAL
<b>MANO DE OBRA</b>				
ESPECIALISTA EN GEODESIA	4	180	17	12240
OPERADOR	4	120	17	8160
CHOFER	4	80	17	5440
PERSONAL DE RESGUARDO	4	150	17	10200
<b>EQUIPO</b>				
RECEPTOR GNSS	4	130	17	8840
CAMIONETA PICK-UP	4	100	17	6800
TOTAL				51680

*Nota:* Fuente Fercomex

Posteriormente, se analizó los viáticos necesarios para cubrir estos 17 días de trabajo, teniendo presente que los trabajadores ya no necesitaban desayuno, cena y hospedaje porque viven en Lima.

**Tabla22**

*Viáticos para cubrir 17 días en campo*

VIATICOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	DIAS	PARCIAL
ALMUERZO	UND	16	10	17	2720
GAS GLP	GL	5	7	17	595
<b>TOTAL</b>					<b>3315</b>

*Nota:* Fuente Fercomex

Para concluir el trabajo de campo en Lima se tiene que sumar cada monto para unificar los gastos y así poder facilitar a los trabajadores sus honorarios al finalizar cada semana.

**Tabla23**

*Presupuesto total de trabajo en Lima*

PRESUPUESTO		
DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO
LEVANTAMIENTO GEODESICO	GLB	51680
VIATICOS	GLB	3315
<b>TOTAL</b>		<b>54995</b>

*Nota:* Fuente Fercomex

Finalmente, se pasó a lecturar los 8 BM ocupando así 2 cuadrillas más para su lectura y 1 día más de trabajo en campo.

**Tabla24**

*Presupuesto para lectura de los BM*

DESCRIPCION DE RECURSOS	CANTIDAD	PRECIO	DIAS	PARCIAL
<b>MANO DE OBRA</b> ESPECIALISTA EN GEODESIA	1	180	1	180

OPERADOR	2	120	1	240
CHOFER	2	80	1	160
PERSONAL DE RESGUARDO	2	150	1	300
<b>EQUIPO</b>				
RECEPTOR GNSS	2	130	1	260
CAMIONETA PICK-UP	2	100	1	200
<b>TOTAL</b>				<b>1340</b>

*Nota:* Fuente Fercomex

### Tabla25

*Viáticos para 1 día de trabajo*

VIATICOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	DIAS	PARCIAL
ALMUERZO	UND	16	10	1	70
GAS GLP	GL	5	7	1	35
<b>TOTAL</b>					<b>105</b>

*Nota:* Fuente Fercomex

### Tabla26

*Presupuesto total para lecturar a los BM*

PRESUPUESTO		
DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO
LEVANTAMIENTO GEODESICO	GLB	1340
VIATICOS	GLB	105
<b>TOTAL</b>		<b>1445</b>

*Nota:* Fuente Fercomex

#### 3.2.5.4 Vuelo Drone

En este punto, se analizó los costos del vuelo drone que se realizó en los 3 departamentos.

### Tabla27

*Cantidad de vuelo drone en Piura*

SECTOR 1	
DEPARTAMENTO	PIURA

DISTRITO	PIURA	CASTILLA	CATACAOS	26 DE OCTUBRE
VUELOS DRONE	1	1	1	1

*Nota:* Fuente Fercomex

El vuelo no demora más de 30 minutos por Distrito así que en Piura solo se empleara 1 día para obtener las Ortofotos, así como en Lambayeque

### Tabla28

*Cantidad de vuelo drone en Lambayeque*

SECTOR 2					
DEPARTAMENTO	LAMBAYEQUE				
DISTRITO	LAMBAYEQUE	CHICLAYO	LEO ORTIS	LA VICTORIA	PIMENTEL
VUELOS DRONE	1	1	1	1	1

*Nota:* Fuente Fercomex

### Tabla29

*Cantidad de vuelos drone en Lima*

SECTOR 3													
DEPARTAMENTO	LIMA												
DISTRITO	COMAS	INDEPENDENCIA	LOS OLIVOS	SAN MARTIN DE PORRES	SAN MIGUEL	BREÑA	LIMA	AGUSTINO	CHORRILLOS	SAN JUAN DE MIRAFLORES	VILLA EL CAYADO	SURQUILLO	SAN LUIS
VUELO DRONE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL													13

*Nota:* Fuente Fercomex

Como en Lima son 13 distritos y cada distrito es volado en 30 minutos, se necesitarán 2 días para obtener las Ortofotos.

**Tabla30**

*Presupuesto para obtener Ortofotos Piura, Lambayeque y Lima*

DESCRIPCION DE RECURSOS	CANTIDAD	PRECIO	DIAS	PARCIAL
<b>MANO DE OBRA</b>				
PILOTO DRONE	1	100	4	400
CHOFER	1	90	4	360
PERSONAL DE RESGUARDO	1	120	4	480
<b>EQUIPO</b>				
DRONE	1	100	4	400
CAMIONETA PICK-UP	1	100	4	400
			<b>TOTAL</b>	<b>2040</b>

*Nota:* Fuente Fercomex

**Tabla31**

*Presupuesto total de los 3 departamentos*

<b>PRESUPUESTO DE CAMPO</b>	
DESCRIPCION	PRECIO (S/)
SECTOR 1	19010
SECTOR2	26614
SECTOR3	54995
BM	1445
VUELO DRONE	2040
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 104104</b>

*Nota:* Fuente Fercomex

**Tabla32**

*Tiempo de trabajo total en campo*

<b>TIEMPO DE TRABAJO</b>	
DESCRIPCION	DIAS
SECTOR 1	5
SECTOR2	7

SECTOR3	17
BM	2
VUELO DRONE	4
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>

*Nota:* Fuente Fercomex

### 3.2.6. Relacionado a la Ejecución

#### 3.2.6.1 Sector 1

La ejecución en el Sector 1 se inició con 4 cuadrillas como indica la tabla 6 con funciones claras a cada trabajador.

**Tabla33**

*Descripción de las funciones del personal*

<b>PERSONAL</b>	<b>DESCPCION DE FUNCIONES</b>
ESPECIALISTA EN GEODESIA	Supervisar y solucionar algún imprevisto técnico en campo, también documentar todo el trabajo del día en fotos, desde que empiezan con el primer punto hasta el ultimo
OPERADOR	Estacionar el receptor GNSS, hacer marcas en el piso para que el dron lo pueda ver y realizar un croquis de referencia.
CHOFER	Trasladar el personal a todos los puntos establecidos por cronograma de actividades
PERSONAL DE RESGUARDO	Salvaguardar la integridad del personal y de los equipos

*Nota:* Fuente Fercomex

Luego de tener las funciones correspondientes claras se proceder a levantar punto por punto y a subir la información en tiempo real a una cuenta en la memoria virtual MEGA con una cuenta Premium debido a que la data de 1 punto pesa aproximadamente con una cuenta Premium debido a que la data de 1 punto pesa aproximadamente 3 Gb. Ahora se procede a plasmar los puntos levantados por las cuadrillas.

**Figura 30**

*Puntos Geodésicos levantados del Sector 1*

SECTOR 1						
DEPARTAMENTO	DISTRITO	CODIGO	DIARIO DE OBSERVACIONES	REPORTES DIARIOS	RESEÑAS DE CONTROL	
P I U R A	P I U R A	S1PIU01	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU02	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU03	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU04	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU05	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU06	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU07	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU08	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU09	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU10	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU11	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU12	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU13	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU14	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU15	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU16	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU17	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU18	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU19	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1PIU20	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	C A S T I L L A	C A S T I L L A	S1CAS01	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS02	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS03	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS04	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS05	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS06	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS07	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS08	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS09	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS10	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS11	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS12	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS13	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS14	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS15	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS16	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS17	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS18	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS19	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAS20	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
	C A T A C A O S	C A T A C A O S	S1CAT01	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT02	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT03	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT04	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT05	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT06	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT07	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT08	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT09	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT10	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT11	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT12	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT13	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT14	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT15	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT16	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT17	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT18	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT19	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
			S1CAT20	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
2 6 D E O C T U B R E	2 6 D E O C T U B R E	S1-26-01	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1-26-02	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1-26-03	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1-26-04	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1-26-05	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1-26-06	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1-26-07	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1-26-08	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1-26-09	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
		S1-26-10	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
S1-26-11	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS			
S1-26-12	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS			
S1-26-13	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS			
S1-26-14	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS			
S1-26-15	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS			
S1-26-16	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS			
S1-26-17	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS			
S1-26-18	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS			
S1-26-19	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS			
S1-26-20	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS			

Nota: Fuente Fercomex

Como todos los puntos están procesados y subidos a la nube se puede extraer las fotos de cada punto, a continuación, les muestro unas cuantas fotos.

### Figura 31

*Receptor GNSS en el punto Castilla 01*



*Nota:* Fuente Fercomex

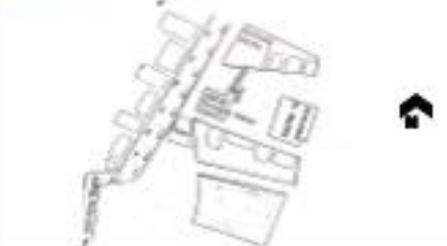
El receptor después de ser instalado y posicionado se deja por un periodo de 2 horas para que capte la señal de los satélites y así pueda obtener una alta precisión en sus coordenadas, se realiza un croquis para que el piloto del dron pueda ubicarse.



**Figura 34**

*Reseña de punto de control-S1CAS01*



RESEÑA DE PUNTO DE CONTROL			
<b>Trabajo:</b> "Verificación y validación de la calidad de los productos Vuelos Fotogramétricos, MDEs, ORTOs y BVDs"		<b>Hoja 1.000:</b> 291112233	<b>Fecha:</b> 17/06/2022
<b>Operador:</b> Richard Carrera		<b>Equipo:</b> Trimble, R8s, 5738800493 GNSS bifrecuencia	<b>Altura GPS:</b> 1.617 metros
<b>Punto de control:</b> <b>S1CAS01</b>			
<b>X UTM WGS84 17S:</b> 542605.883 m		<b>Y UTM WGS84 17S:</b> 9429077.781 m	
<b>Z ELIPSOIDAL:</b> 46.132 m	<b>Z ORTOMETRICA:</b> 34.355 m	<b>COTA:</b> ACERA	<b>ALTURA:</b> 0.05m
<b>Descripción:</b> Punto en acera, ubicado a 850 metros de la intersección de la Av. Guillermo Irazola y la ruta nacional "PE-2D" en dirección Norte, en el distrito de Castilla.			
<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>FOTOS:</b>			
			
<b>CROQUIS:</b> 		<b>LOCALIZACION:</b> 	

*Nota:* Fuente Fercomex

Este es el proceso que se realizó en cada uno de los 80 puntos de Piura para extraer las coordenadas con alto márgenes de exactitud.

### 3.2.6.2 Sector 2

Como ya se realizó el análisis en el Sector 1, el Sector 2 es similar por lo que solo se añadirá evidencias para su correcto entendimiento.

**Figura 35**

*Puntos Geodésicos levantados del Sector 2*

		SECTOR 2			
DEPARTAMENTO	DISTRITO	CODIGO	DIARIO DE OBSERVACIONES	REPORTES DIARIOS	RESEÑAS DE CONTROL
CHICLAYO	LAMBAYEQUE	S2LAM01	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM02	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM03	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM04	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM05	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM06	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM07	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM08	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM09	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM10	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM11	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM12	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM13	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM14	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM15	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM16	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM17	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM17C	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM18	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S2LAM19	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
	S2LAM20	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH01	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH02	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH03	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH04	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH05	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH06	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH07	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH08	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH09	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH10	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH11	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH12	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH13	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH14	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH15	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH16	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH17	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH18	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH19	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2CH20	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE001	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE002	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE003	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE003C	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE004	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE005	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE006	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE007	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE008	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE009	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE009C	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE010	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE010C	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE011	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE012	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE013	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE014	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE015	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
	S2LE016	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS	
S2LE017	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LE018	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LE019	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LE020	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV01	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV02	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV03	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV04	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV05	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV06	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV07	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV08	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV09	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV10	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV11	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV12	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV13	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV14	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV15	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV16	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV17	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV18	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV19	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2LV20	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM01	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM02	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM03	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM04	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM05	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM06	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM07	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM08	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM09	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM10	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM11	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM12	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM13	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM14	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM15	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM16	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM17	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM18	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM19	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		
S2PM20	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS		

Nota: Fuente Fercomex

**Figura 36**

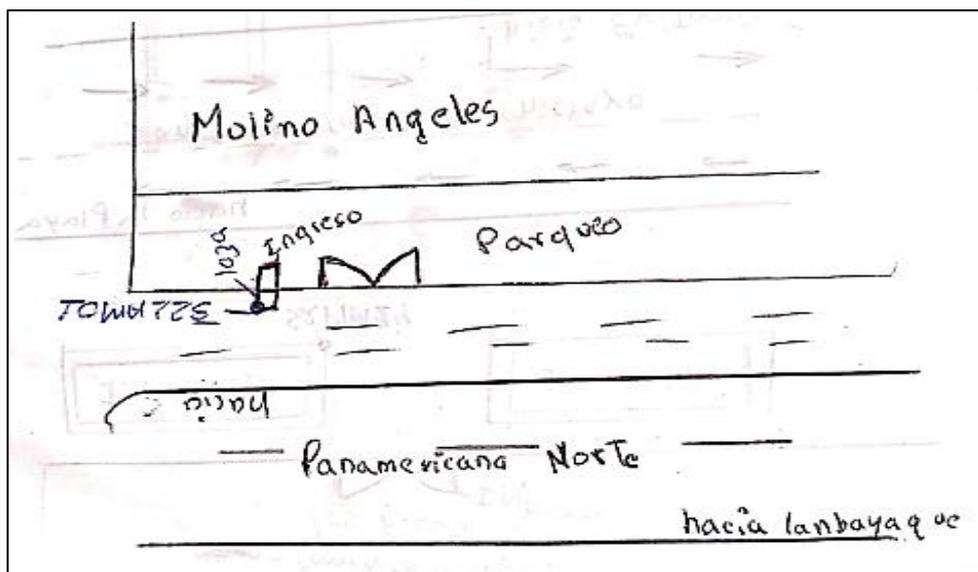
*Receptor GNSS en el punto S2LAM01*



*Nota:* Fuente Fercomex

**Figura37**

*Croquis del punto S2LAM01*



*Nota:* Fuente Fercomex

Figura38

Diario de observaciones de S2LAM01

		"Verificación y validación de la calidad de los productos Vuelos Fotogramétricos, MDEs, ORTOs y BDVSs."	
Diario de Observación GNSS		Proyecto: _____	
Estación Nombre Completo: <u>S2LAM01</u>		Identificación (4 letras): _____	
Inscripción en el monumento: _____		Fecha: <u>14-06-2022</u>	
Coordenadas Aproximadas: Latitud: <u>6° 43' 39"</u> Longitud: <u>79° 53' 27"</u> Altura: <u>35</u> m			
Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie
Receptor: TRIMBLE	GNSS	R6-3	5239497352
Antena: TRMRE-3			
Software del Receptor (Versión): _____			
Longitud del Cable Antena - Receptor: _____ m			
Altura de la Antena Sobre el monumento  Punto de referencia: <u>Centro del tope protector</u>  <input type="checkbox"/> Vertical    ó <input checked="" type="checkbox"/> Inclínada Antes de las Observaciones: <u>1.663</u> m Después de las Observaciones: <u>1.663</u> m Datos del Receptor: _____ m		Croquis de las medidas de la Antena (Ejemplo)  	
Observación: Nro. de la sesión del mismo día: <u>1</u> Intervalo de Medición: <u>1</u> Seg. Elevación Mínima: <u>0</u> Hora de Inicio: <u>7:05</u> Hora de Término: <u>9:05</u> Operador / Institución: <u>Rocky Sacaola</u>			

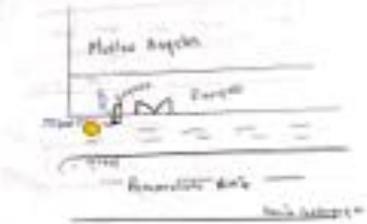
Nota: Fuente Fercomex

**Figura39**

*Reseña de punto de control-S2LAM01*



**RESEÑA DE PUNTO DE CONTROL**

<b>Trabajo:</b> "Verificación y validación de la calidad de los productos Vuelos Fotogramétricos, MDEs, ORTOs y BVDSs"		<b>Hoja 1.000:</b> 291112233		<b>Fecha:</b> 14/06/2022	
<b>Operador:</b> Rody Sacaca		<b>Equipo:</b> Trimble, R6-3, 5239497352 GNSS bifrecuencia		<b>Altura GPS:</b> 1.663 metros	
<b>Punto de control:</b> <b>S2LAM01</b>					
<b>X UTM WGS84 17S:</b> 622564.008 m			<b>Y UTM WGS84 17S:</b> 9256356.531 m		
<b>Z ELIPSOIDAL:</b> 28.634 m	<b>Z ORTOMETRICA:</b> 19.837 m	<b>COTA:</b> ACERA	<b>ALTURA:</b> 0.090 m		
<b>Descripción:</b> Punto en acera, ubicado en esquina de la entrada "Molino Ángeles", frente a "Av. Panamericana norte" en el distrito de Lambayeque.					
<b>OBSERVACIONES:</b>					
<b>FOTOS:</b>					
					
<b>CROQUIS:</b>			<b>LOCALIZACION:</b>		
					

*Nota:* Fuente Fercomex

### 3.2.6.3 Sector 3

Figura40

Puntos Geodésicos levantados de 7 distritos del Sector 3

		SECTOR 3			
DEPARTAMENTO	DISTRITO	CÓDIGO	DIARIO DE OBSERVACIONES	REPORTES DIARIOS	RESEÑAS DE CONTROL
M - L	C O S A S	S3COM01	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3COM02	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3COM03	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3COM04	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3COM05	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3COM06	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3COM07	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3COM08	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3COM09	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3COM10	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3COM11	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3COM12	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3COM13	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3COM14	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3COM15	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
	S3COM16	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3COM17	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3COM18	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3COM19	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3COM20	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	I N D E P E N D I E N T E	S3IND01	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND02	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND03	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND04	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND05	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND06	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND07	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND08	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND09	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND10	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND11	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND12	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND13	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND14	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND15	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND16	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IND17	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
	S3IND18	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3IND19	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3IND20	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	L O S	S3LIO1	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3LIO2	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3LIO3	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3LIO4	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3LIO5	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3LIO6	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3LIO7	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3LIO8	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3LIO9	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3LIO10	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3LIO11	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3LIO12	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3LIO13	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3LIO14	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3LIO15	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
	S3LIO16	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3LIO17	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3LIO18	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3LIO19	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3LIO20	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S A S	S3SMP01	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP02	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP03	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP04	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP05	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP06	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP07	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP08	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP09	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP10	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP11	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP12	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP13	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP14	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP15	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP16	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP17	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMP18	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
	S3SMP19	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3SMP20	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	B R E N A	S3BRE01	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3BRE02	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3BRE03	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3BRE04	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3BRE05	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3BRE06	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3BRE07	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3BRE08	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3BRE09	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3BRE10	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3BRE11	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3BRE12	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3BRE13	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3BRE14	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3BRE15	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
	S3BRE16	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3BRE17	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3BRE18	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3BRE19	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3BRE20	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	E L C U G A	S3AGU01	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3AGU02	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3AGU03	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3AGU04	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3AGU05	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3AGU06	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3AGU07	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3AGU08	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3AGU09	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3AGU10	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3AGU11	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3AGU12	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3AGU13	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3AGU14	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
	S3AGU15	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3AGU16	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3AGU17	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3AGU18	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3AGU19	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3AGU20	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	O Z I	S3IM01	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IM02	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IM03	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IM04	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IM05	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IM06	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IM07	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IM08	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IM09	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IM10	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
		S3IM11	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS
	S3IM12	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3IM13	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3IM14	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3IM15	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3IM16	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3IM17	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3IM18	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3IM19	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	
	S3IM20	L1810	L1810	COORDENADAS PROCESADAS	

Nota: Fuente Fercomex

Figura41

Puntos Geodésicos levantados de 6 distritos del Sector 3

L I M A	S A N L U I S	S3SLU01	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU02	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU03	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU04	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU05	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU06	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU07	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU08	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU09	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU10	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU11	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU12	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU13	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU14	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU15	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU16	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU17	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU18	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU19	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SLU20	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
L I M A	S A N M I G U E L	S3SMI01	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI02	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI03	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI04	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI05	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI06	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI07	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI08	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI09	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI10	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI11	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI12	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI13	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI14	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI15	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI16	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI17	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI18	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI19	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SMI20	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
L I M A	C H O R R I L L O S	S3CHO01	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO02	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO03	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO04	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO05	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO06	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO07	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO08	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO09	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO10	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO11	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO12	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO13	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO14	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO15	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO16	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO17	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO18	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO19	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3CHO20	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
L I M A	S A N J U N D E M I R A F O R E S	S3SJM01	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM02	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM03	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM04	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM05	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM06	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM07	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM08	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM09	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM10	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM11	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM12	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM13	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM14	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM15	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM16	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM17	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM18	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM19	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SJM20	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
L I M A	S U R Q U I L L O	S3SUQ01	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ02	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ03	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ04	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ05	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ06	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ07	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ08	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ09	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ10	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ11	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ12	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ13	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ14	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ15	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ16	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ17	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ18	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ19	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3SUQ20	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
L I M A	V I L L A E L S A L V A D O R	S3VES01	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES02	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES03	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES04	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES05	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES06	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES07	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES08	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES09	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES10	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES11	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES12	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES13	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES14	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES15	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES16	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES17	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES18	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES19	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS
		S3VES20	LISTO	LISTO	COORDENADAS PROCESADAS

Nota: Fuente Fercomex

**Figura 42**

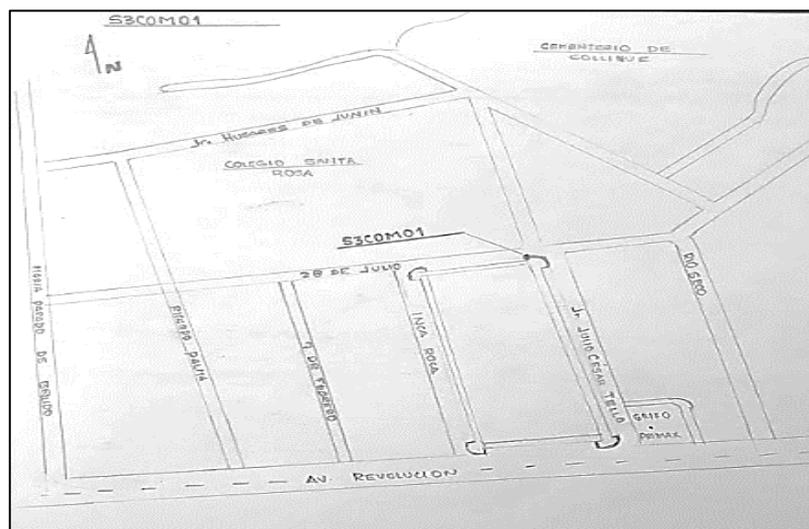
*Receptor GNSS en el punto S3COM01*



*Nota:* Fuente Fercomex

**Figura 43**

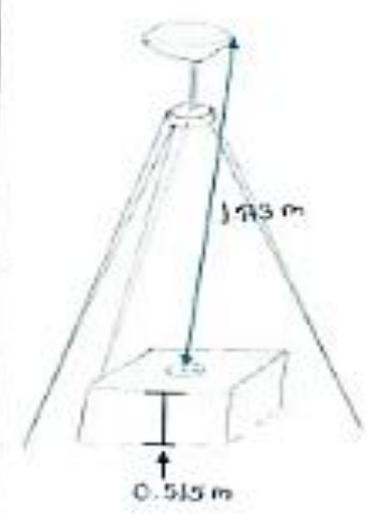
*Croquis del punto S3COM01*



*Nota:* Fuente Fercomex

Figura 44

Diario de observaciones de S3 COM01

		<p>*Verificación y validación de la calidad de los productos Vuelos Fotogramétricos, MDEs, ORTOs y BDVSA.*</p>																				
<p>Diario de Observación GNSS</p>		<p>Proyecto: _____</p>																				
<p><b>Estación</b>          Nombre Completo: <u>S3 COM01</u>      Identificación (4 letras): _____          Inscripción en el monumento: _____      Fecha: <u>06-07-22</u></p>																						
<p><b>Coordenadas Aproximadas:</b>          Latitud: <u>11° 24' 40"</u>      Longitud: <u>77° 00' 17"</u>      Altura: <u>447</u> m</p>																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Receptor / Antena</th> <th style="width: 20%;">Tipo</th> <th style="width: 20%;">Modelo</th> <th style="width: 30%;">Nro. Serie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Receptor: <u>TRIMBLE</u></td> <td><u>GNSS</u></td> <td><u>R8s</u></td> <td><u>5802R00285</u></td> </tr> <tr> <td>Antena: <u>TRIM55</u></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Software del Receptor (Versión): _____</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Longitud del Cable Antena - Receptor: _____ m</td> </tr> </tbody> </table>			Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie	Receptor: <u>TRIMBLE</u>	<u>GNSS</u>	<u>R8s</u>	<u>5802R00285</u>	Antena: <u>TRIM55</u>				Software del Receptor (Versión): _____				Longitud del Cable Antena - Receptor: _____ m			
Receptor / Antena	Tipo	Modelo	Nro. Serie																			
Receptor: <u>TRIMBLE</u>	<u>GNSS</u>	<u>R8s</u>	<u>5802R00285</u>																			
Antena: <u>TRIM55</u>																						
Software del Receptor (Versión): _____																						
Longitud del Cable Antena - Receptor: _____ m																						
<p><b>Altura de la Antena Sobre el monumento</b></p> <p>Punto de referencia: <u>Centro del tope protector</u></p> <p><input type="checkbox"/> Vertical      ó      <input checked="" type="checkbox"/> <u>Inclinada</u></p> <p>Antes de las Observaciones: <u>1.173</u> m          Después de las Observaciones: <u>1.173</u> m          Datos del Receptor: _____ m</p>	<p><b>Croquis de las medidas de la Antena (Ejemplo)</b></p> 																					
<p><b>Observación:</b>          Nro. de la sesión del mismo día: <u>2</u>          Intervalo de Medición: <u>1</u> Seg.          Elevación Mínima: <u>0</u> *          Hora de Inicio: <u>10:53</u>          Hora de Término: <u>12:34</u>          Operador / Institución: <u>Edición Pampa</u></p>																						

Nota: Fuente Fercomex

**Figura 45**

*Reseña de punto de control-S3COM01*



RESEÑA DE PUNTO DE CONTROL			
<b>Trabajo:</b> "Verificación y validación de la calidad de los productos Vuelos Fotogramétricos, MDEs, ORTOs y BVDSs"		<b>Hoja 1.000:</b> 291112233	<b>Fecha:</b> 06/07/2022
<b>Operador:</b> Eduardo Pompa		<b>Equipo:</b> Trimble, R8s, 5802R00085 GNSS bifrecuencia	<b>Altura GPS:</b> 1.173 metros
<b>Punto de control:</b>  <b>S3COM01</b>			
<b>X UTM WGS84 17S:</b>  281655.997 m		<b>Y UTM WGS84 17S:</b>  8682503.310 m	
<b>Z ELIPSOIDAL:</b>  439.079 m	<b>Z ORTOMETRICA:</b>  413.759 m	<b>COTA:</b>  ACERA	<b>ALTURA:</b>  0.515 m
<b>Descripción:</b> Punto en acera, ubicado en "Jr. 28 de Julio" en la cuadra 15 con intersección del "Jr. Julio Cesar Tello" a 70 m del "Colegio Santa Rosa" en el distrito de Comas.			
<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>FOTOS:</b>			
			
<b>CROQUIS:</b>		<b>LOCALIZACION:</b>	
			

*Nota:* Fuente Fercomex

Seguidamente, se dio paso al vuelo drone con una Phantom 4 para poder obtener las ortofotos.

**Figura 46**

*Vuelos drone-Phantom 4*



*Nota:* Fuente Fercomex

Para culminar se tiene que tener presente que todo el trabajo en campo se debe de procesar, ordenar, supervisar y entregar por el área de topografía en la cual me desempeñe como principal, junto a un colega y a 4 practicantes

**Figura 47**

*Equipo de trabajo en gabinete*



*Nota:* Fuente Fercomex

**Figura 48**

*Entregable de los 20 puntos geodésicos de Comas*

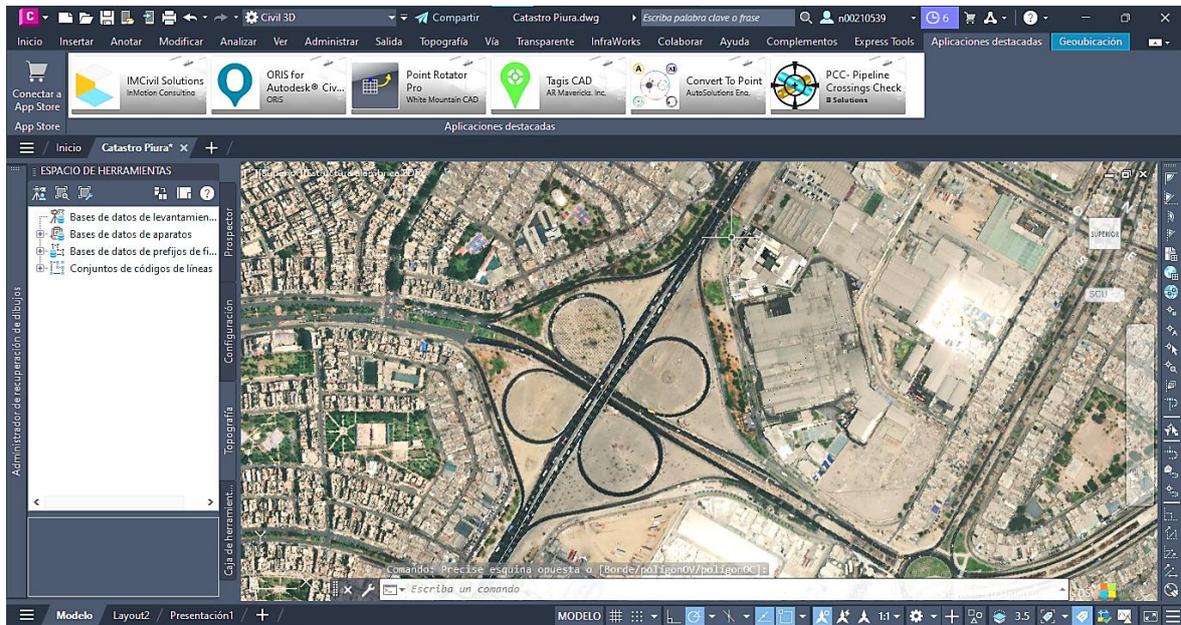
Item	Sector	Distrito	Numero	Código	ALTURA DE ANTENA (m)	Estructura Altura (m)	Hora Inicio	Hora Fin	PRECISION HORIZONTAL (m)	PRECISION VERTICAL (m)	RMS (m)	LATITUD	LONGITUD	COORD. NORTE	COORD. ESTE	ELEVACION ORTOMETRICA (m)	ELEVACION EGM-2008	ALTURA ELIPSOIDAL (m)
1	3	COM	1	SKCOM01	1.173	0.515	20:53	22:54	0.005	0.039	0.028	51°54'38.4650"	W77°02'36.9793"	8682502.310	283655.997	413.759		430.079
2	3	COM	2	SKCOM02	1.332	0.448	08:32	10:33	0.005	0.036	0.024	51°54'35.3147"	W77°01'15.2618"	8682618.068	279891.103	269.147		294.219
3	3	COM	3	SKCOM03	1.700	0.350	08:13	10:13	0.005	0.038	0.019	51°54'55.4235"	W77°00'55.5279"	8682004.401	280492.858	303.246		303.278
4	3	COM	4	SKCOM04	1.513	0.130	10:42	12:42	0.004	0.026	0.012	51°50'23.4037"	W77°01'13.3639"	8681140.542	279959.310	296.529		321.534
5	3	COM	5	SKCOM05	1.540	0.150	12:46	14:47	0.005	0.028	0.027	51°54'28.1129"	W77°02'06.2797"	8682028.123	278345.367	177.661		202.524
6	3	COM	6	SKCOM06	0.752	0.950	11:58	13:58	0.009	0.042	0.028	51°54'41.0365"	W77°02'05.9861"	8680587.288	278342.427	238.535		261.291
7	3	COM	7	SKCOM07	1.619	0.150	13:06	15:06	0.011	0.047	0.027	51°54'58.9834"	W77°02'35.9650"	8681242.017	277454.084	154.406		154.438
8	3	COM	8	SKCOM08	1.439	0.302	15:25	17:25	0.004	0.025	0.029	51°54'20.9473"	W77°02'49.0504"	8683038.812	277049.219	158.433		158.465
9	3	COM	9	SKCOM09	1.621	0.039	13:47	15:48	0.004	0.019	0.025	51°53'51.4284"	W77°02'12.1609"	8683940.903	276343.029	158.042		182.676
10	3	COM	10	SKCOM10	1.653	0.200	15:35	17:35	0.004	0.040	0.021	51°54'16.8670"	W77°03'35.8643"	8683153.757	275631.375	142.636		167.136
11	3	COM	11	SKCOM11	1.704	0.003	16:08	18:08	0.006	0.044	0.035	51°50'03.3996"	W77°04'03.7407"	8681719.168	274798.275	118.242		142.560
12	3	COM	12	SKCOM12	1.389	0.200	16:32	18:30	0.004	0.034	0.025	51°50'28.9576"	W77°02'19.4776"	8680911.653	276143.998	126.645		151.109
13	3	COM	13	SKCOM13	1.562	0.150	14:16	16:16	0.010	0.040	0.033	51°50'39.6568"	W77°02'52.4602"	8680616.617	276063.872	127.506		152.068
14	3	COM	14	SKCOM14	1.640	0.181	08:26	10:26	0.006	0.044	0.035	51°50'03.3996"	W77°04'03.7407"	8681719.168	274798.275	262.656		287.327
15	3	COM	15	SKCOM15	1.612	0.117	11:09	13:10	0.005	0.040	0.034	51°50'49.6277"	W77°04'09.6430"	8680295.208	274630.246	108.710		132.935
16	3	COM	16	SKCOM16	1.554	0.090	08:36	10:37	0.005	0.031	0.034	51°50'30.5587"	W77°03'31.7502"	8679045.769	275786.415	103.103		127.421
17	3	COM	17	SKCOM17	1.657	0.180	16:07	18:07	0.004	0.029	0.022	51°50'10.0465"	W77°03'32.4845"	8677813.562	275773.360	88.594		112.841
18	3	COM	18	SKCOM18	1.785	0.189	11:08	13:08	0.003	0.019	0.023	51°50'51.0257"	W77°02'07.4741"	8676560.690	276516.192	97.554		131.935
19	3	COM	19	SKCOM19	1.677	0.010	16:27	18:28	0.006	0.013	0.013	51°50'28.2787"	W77°02'10.3555"	8677290.03	276262.712	250.698		275.245
20	3	COM	20	SKCOM20	1.446	0.460	13:44	15:44	0.003	0.016	0.021	51°50'59.9806"	W77°03'30.4991"	8676297.734	275844.714	73.817		97.983

*Nota:* Fuente Fercomex

Como la data es extremadamente grande, son 440 puntos, solo se muestra la información necesaria del distrito de Comas, asiendo inca pie de que los demás distritos fueron procesados obteniendo los mismos parámetros, pero con su respectiva información.

**Figura 49**

*Entregable final en Civil 3D*



*Nota:* En la figura se muestra el Trébol de Universitaria- Limite entre Los Olivos y Comas.

*Fuente:* Fercomex

### 3.3. Levantamiento Catastral tradicional

En este punto, se analiza datos exclusivamente de la Empresa Fercomex como ejecutor en un levantamiento Catastral de forma tradicional. Ahora con la finalidad de hacer una comparativa se van a cruzar parámetros de levantamiento tradicional en el Proyecto, “Aplicación de receptores GNSS y drone para la actualización de catastro urbano de alta precisión en distritos priorizados de las provincias de lima, Chiclayo, Lambayeque y Piura, Perú 2024”, y solo se verán 2 partes que a continuación se les mostrara.

#### 3.3.1 Presupuesto

Primeramente, se tiene que analizar cuál es el equipo, herramienta y mano de obra que se van a utilizar en una jornada laboral.

#### Figura50

*Análisis de precios por un día de trabajo*

DESCRIPCION DE RECURSOS	CANTIDAD	PRECIO	DIAS	PARCIAL
<b>MANO DE OBRA</b>				
TOPOGRAFO	1	120	1	120
PRISMEROS	2	80	1	160
CHOFER	1	80	1	80
PERSONAL DE RESGUARDO	1	150	1	150
<b>EQUIPO</b>				
ESTACION TOTAL	1	100	1	100
CAMIONETA PICK-UP	1	100	1	100
<b>TOTAL</b>				<b>710</b>

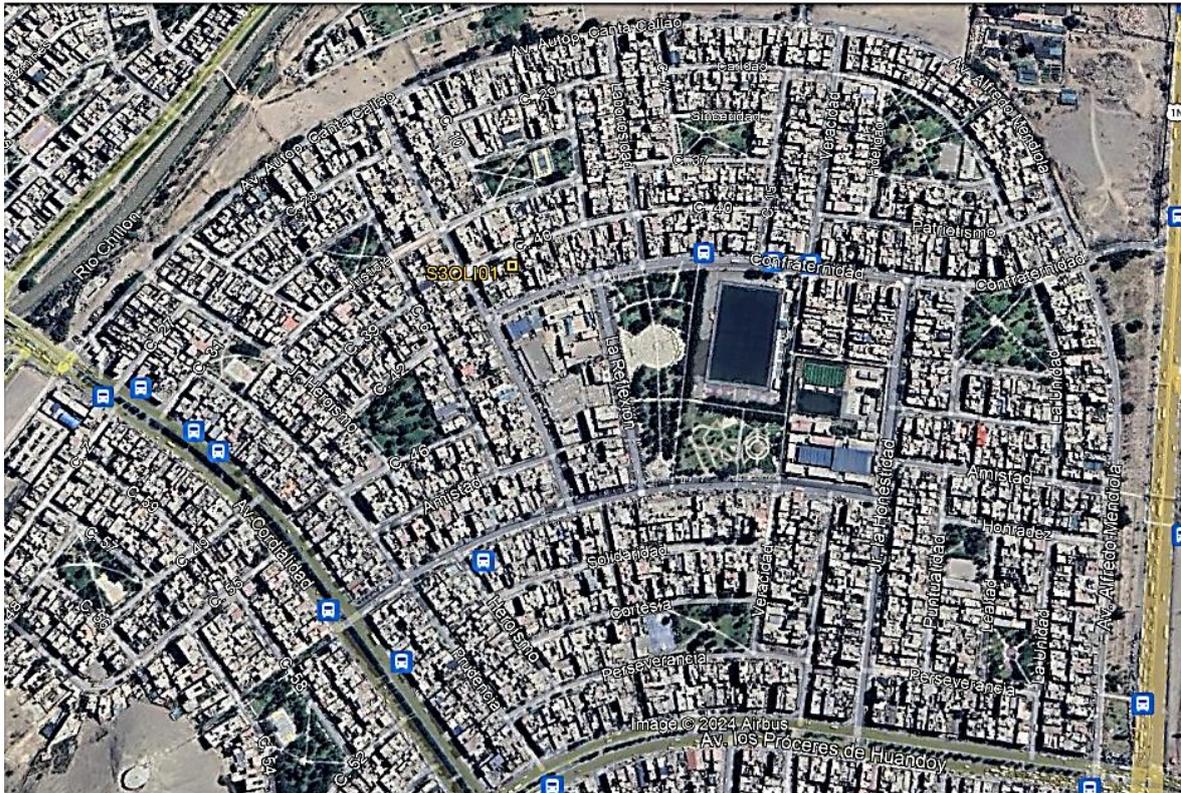
*Fuente: Propia*

Tomando en cuenta que solo se necesita 2 operarios o también llamados prismeros se podrán avanzar por día un promedio de 10 manzanas, este dato es debido a que Fercomex tiene experiencia realizando este tipo de trabajos; en la figura 51 se puede observar 56 manzanas

alrededor del punto S3-OLI-01 que está delimitado por las avenidas Los Próceres de Huandoy, Cordialidad, Alfredo Mendiola y Autop. Canta Callao.

### Figura51

*Manzanas al rededor del punto S3OLI01*



*Fuente:* Propia

### 3.3.2 Tiempo

A continuación, veremos el rendimiento de lo tradicional, con el promedio de avance expuesto anteriormente, analizaremos cuantos días se tardar dicha cuadrilla para culminar el levantamiento catastral de esas 56 manzanas que se encuentran en el distrito de Los Olivos del departamento de Lima.

**Tabla34**

*Días de trabajo para levantar 56 manzanas*

CUADRILLA	DIAS	MANZANAS
1	1	10
1	5	50
1	6	56

*Fuente: Propia*

Además de ello el levantamiento tradicional tiene una metodología muy expuesta ya que se tiene que trasladar por toda el área, poniendo en peligro la integridad del personal y también del equipo; sujetándose a un avance lento por posibles obstáculos en la lectura libre de la estación total y el prisma, como en la figura 52, dando como consecuencia un retraso del tiempo establecido.

**Figura 52**

*Topógrafo en campo obstaculizado por un árbol*



*Nota: Fuente Fercomex*

**Figura 53**

*Topógrafo con 2 prismeros*



*Nota:* Fuente Fercomex

### **3.4. Herramienta Metodología para Catastro**

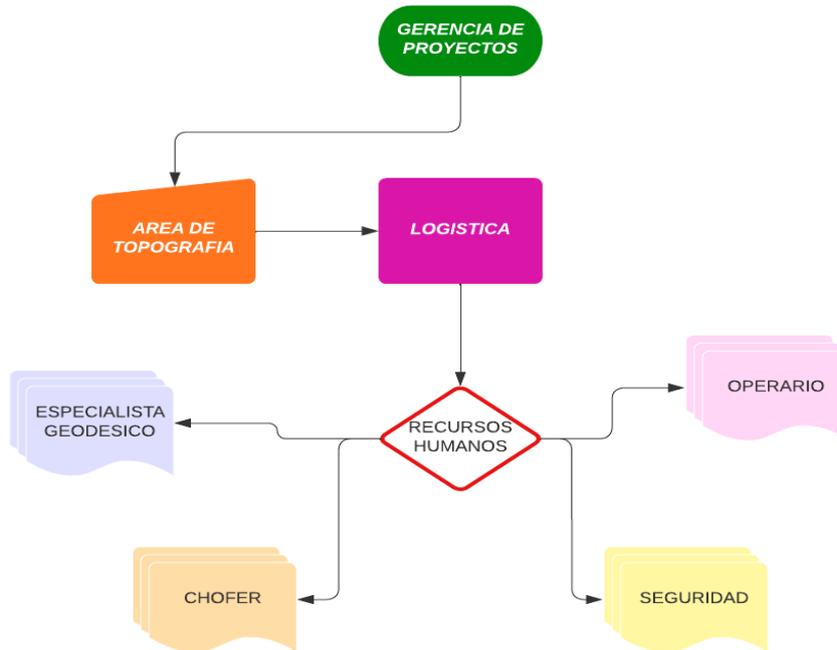
Se trata de un proceso continuo de análisis crítico, en este caso nos apoyamos en el concepto de metodología Lean Construction cuyos principios se basan en Lean Manufacturing, dicho esto, es necesario diseñar una herramienta para lograr el objetivo de gestionar adecuadamente un levantamiento catastral.

Para ello se usó un diagrama de flujo para visualizar a cada persona involucrada en el proyecto con la finalidad de que todos realicen un diagrama de Ishikawa considerando los siguientes 3 puntos de la metodología: maximizar el valor de los clientes, minimizar los desperdicios y mejorar la eficiencia y productividad en los proyectos.

**Figura 54**

*Diagrama de flujo*

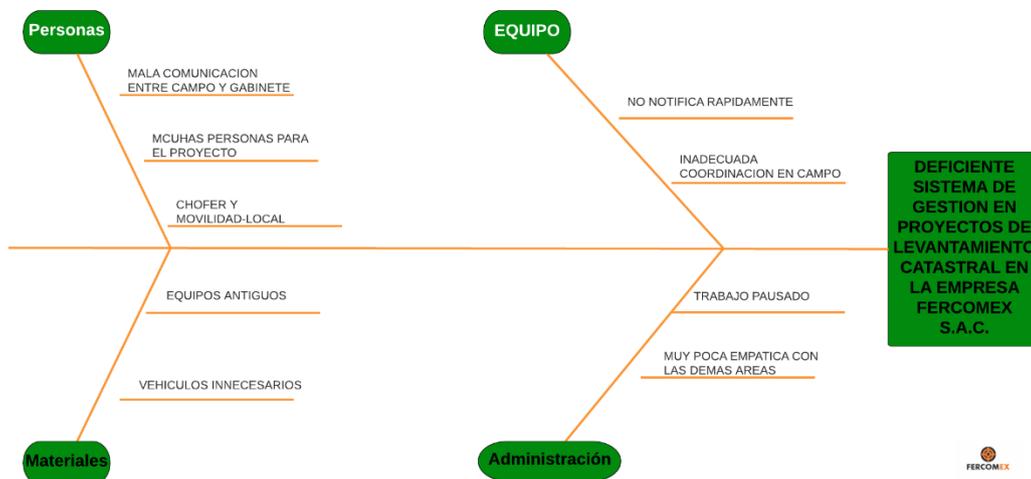
**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROYECTO ACTUALIZACION CATRASTAL**



*Nota:* Elaboración propia

**Figura55**

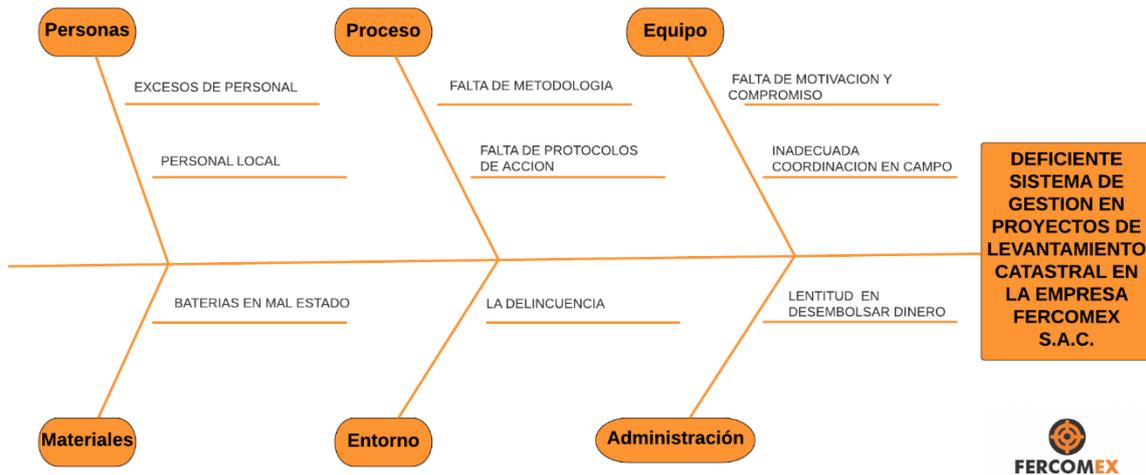
*Diagrama Ishikawa del Gerente*



*Fuente:* Fercomex

**Figura 56**

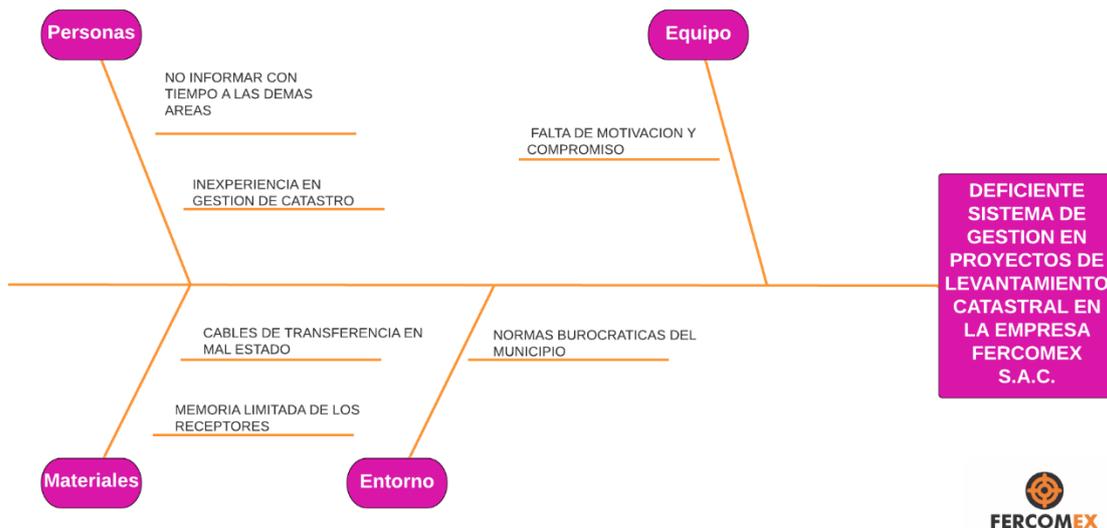
*Diagrama de Ishikawa del área de Topografía*



Fuente: Fercomex

**Figura 57**

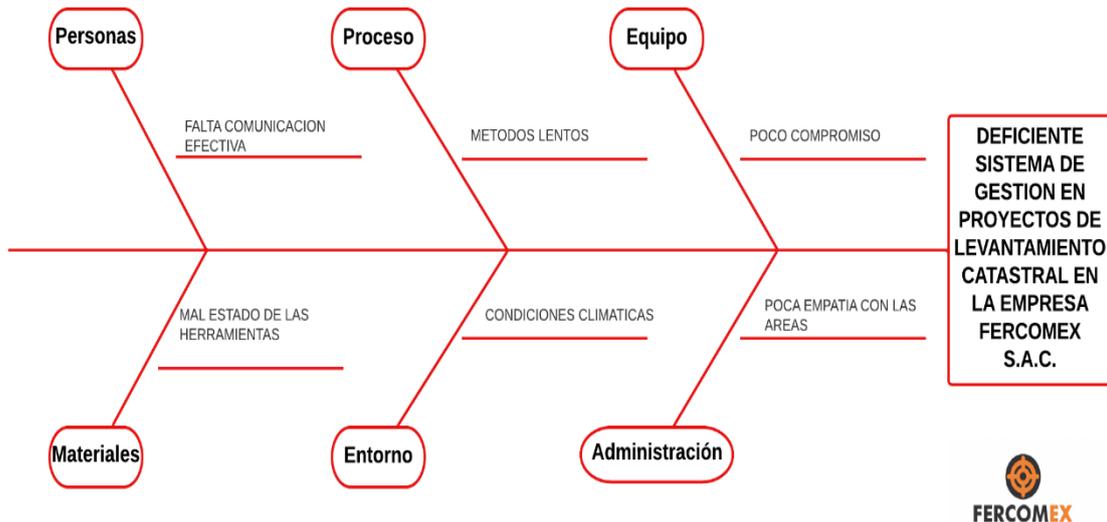
*Diagrama Ishikawa de Logística*



Fuente: Fercomex

**Figura58**

*Diagrama Ishikawa de Recursos Humanos*



*Fuente:* Fercomex

Con toda esta información recopilada se realizó ajustes en el tiempo y en el presupuesto del proyecto en tiempo real, realizando reuniones permanentemente para una mejor gestión, por otra parte, se optó por realizar una inspección del estado de conservación de los equipos, el seguimiento a los trabajadores en campo, la verificación de la información recopilada en campo, asegurar del cumplimiento de los acuerdos realizados en cada reunión y un control de calidad antes de enviar la data solicitada a la empresa contratante.

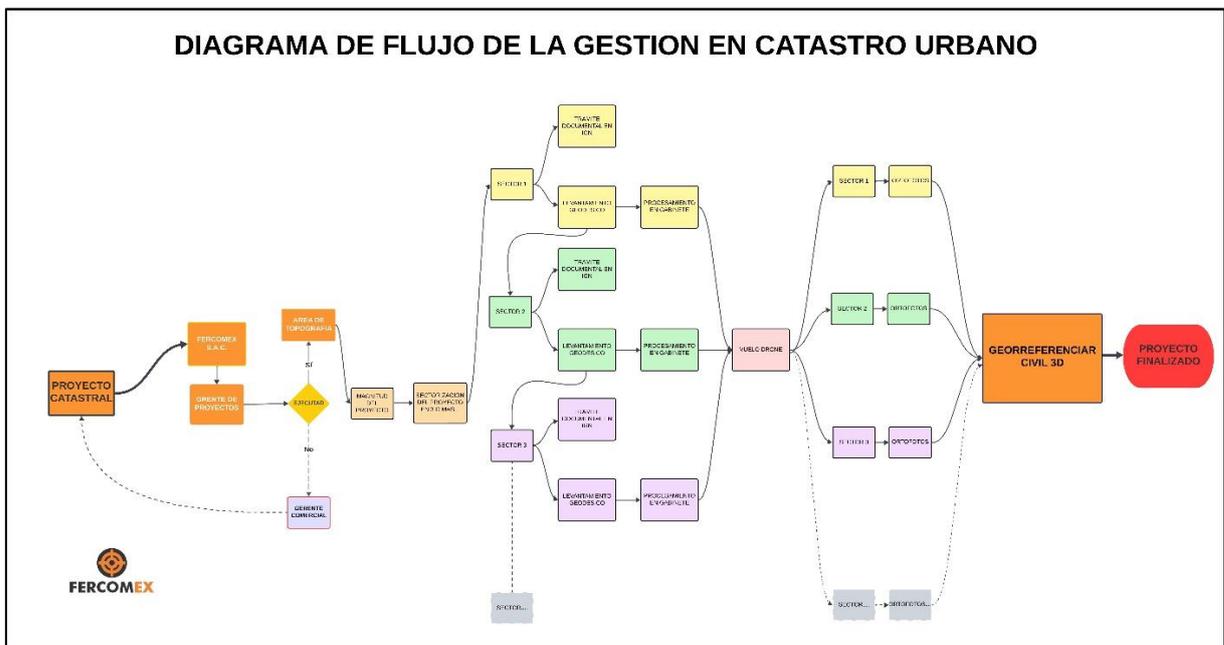
## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Diagnóstico del estado actual de la gestión

El principio de un diagnóstico de la gestión catastral corresponde al control de actividades sucesivas que se rigen por un plan de ejecución el cual es una característica única de Fercomex. Por ello es primordial conocer el estado actual de la empresa. Por ende, se consideró obtener la siguiente información.

**Figura 59**

*Diagrama de flujo de la empresa FERCOMEX*



*Fuente:* Fercomex

Este diagrama de flujo expresa un trabajo unidireccional debido a que sus actividades van uno detrás de otro sin alguna retroalimentación por parte de cada persona involucrada en la ejecución del proyecto, cabe recalcar que este diagrama concuerda con lo expuesto anteriormente en los diagramas Ishikawa, ubicados en las figuras 55,56,57 y 58, los cuales presentan una inquietud por una gestión más circular en todas las etapas, así como la primera

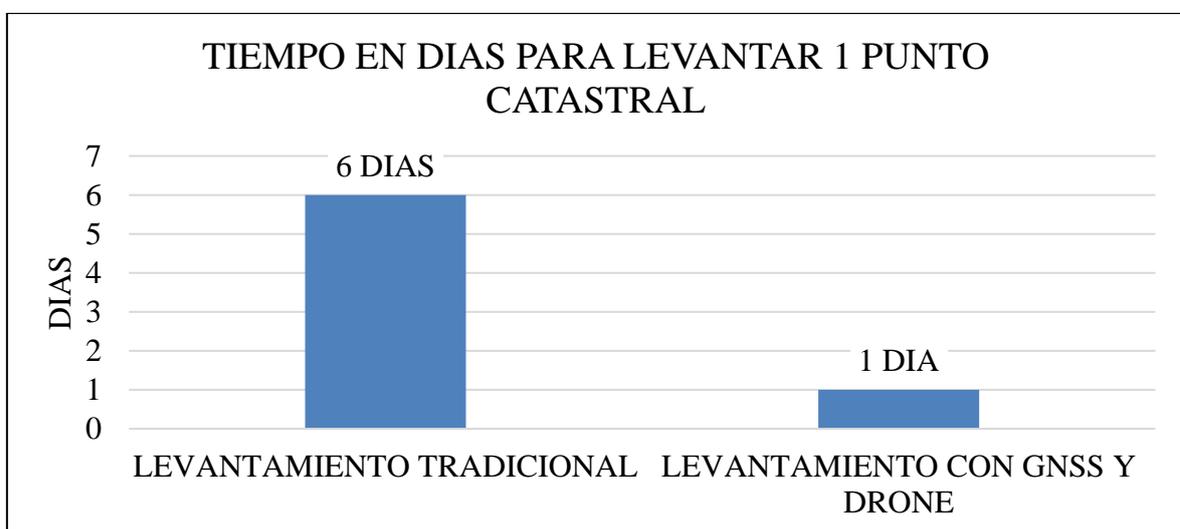
parte del flujo donde existe un sentido circular, es decir un sistema de retroalimentación ya que si un proyecto es rechazado por la empresa no queda en una respuesta negativa frente al proyecto, sino existe una retroalimentación por parte del gerente comercial que explica del porque no se está aceptando su oferta, con la intención de que se reformule algunas peticiones o demandas para que ese proyecto no se pierda; es de esa manera que tiene que funcionar cada proceso en una organización.

#### 4.2. Evaluación de los costos y beneficios en comparación del sistema tradicional

Con base en los datos estadísticos que se ha expuesto en el capítulo 3 del presente trabajo, se diseñó unos cuadros comparativos para poder evaluar los beneficios monetarios y beneficios en el tiempo de ejecución.

**Figura 60**

*Comparación en días para levantamiento catastral*



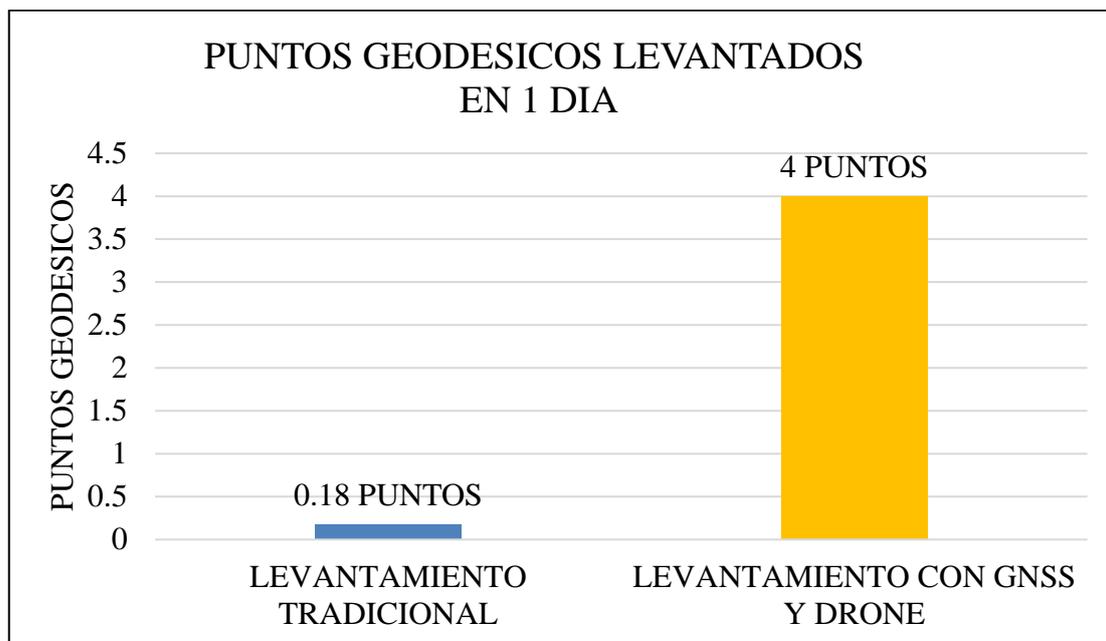
*Nota:* En el gráfico de barras indican que para levantar 1 punto catastral con una cuadrilla y un equipo tradicional de demoran 6 días, por otro lado, un equipo de drone y GNSS lo hace en tan solo 1 día. Fuente Fercomex

Esta información rebela la diferencia abismal que existe entre un levantamiento tradicional que es el uso de una estación total con sus prismeros, versus un equipo moderno que es el uso del drone y los receptores GNSS, siendo estos unos excelentes aliados para desempeñar un trabajo eficiente.

Seguimos analizando los parámetros ya expuestos, solo que ahora lo presentamos en gráficos estadísticos.

### Figura 61

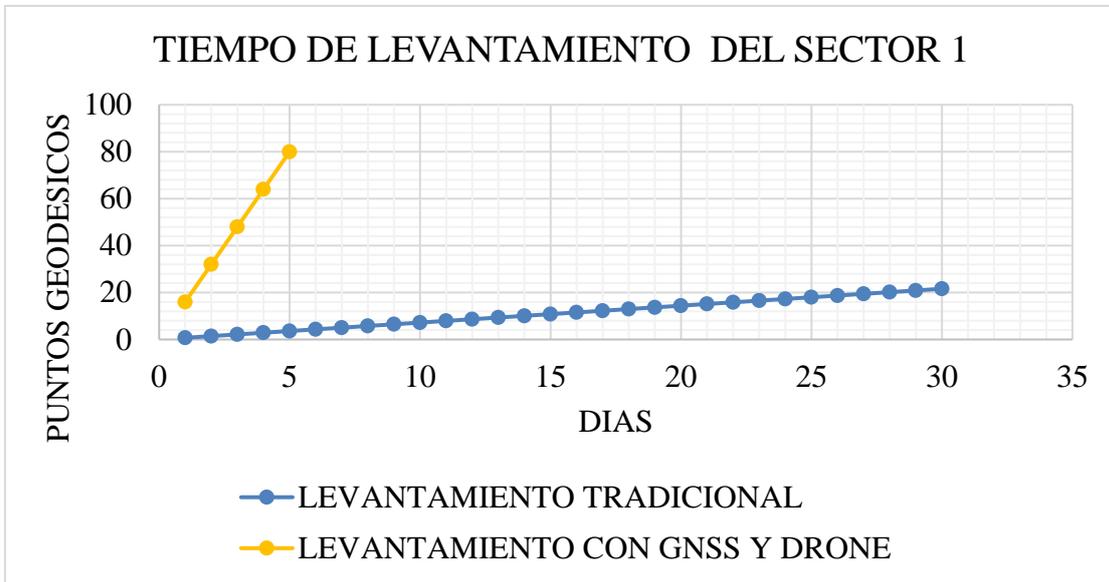
*Cantidad de puntos levantados en 1 día*



Fuente: Elaboración propia

**Figura62**

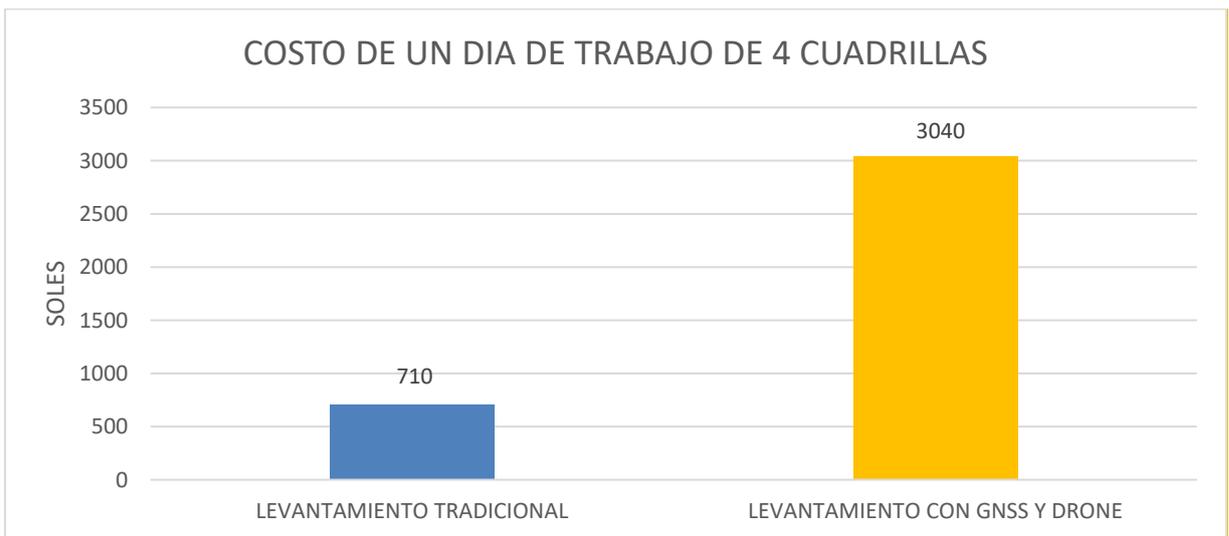
*Tiempo de levantamiento del Sector 1*



Fuente: Elaboración propia

**Figura63**

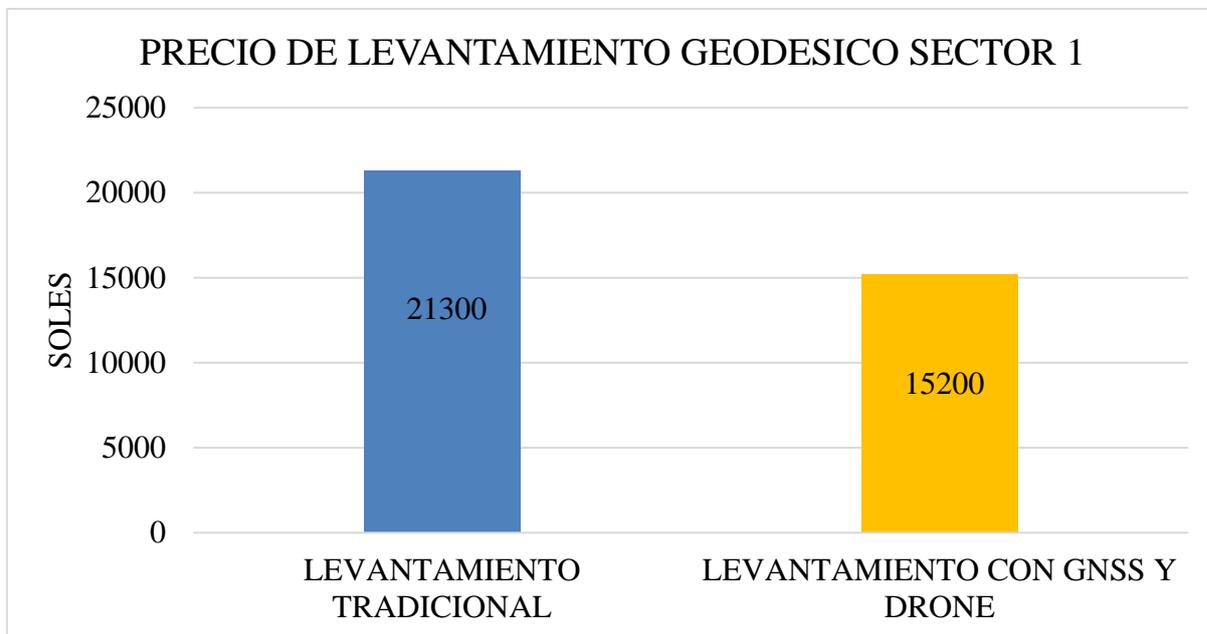
*Costos de un día de trabajo por 4 cuadrillas*



Fuente: Elaboración propia

**Figura64**

*Costo de levantamiento del Sector 1*



Fuente: Elaboración propia

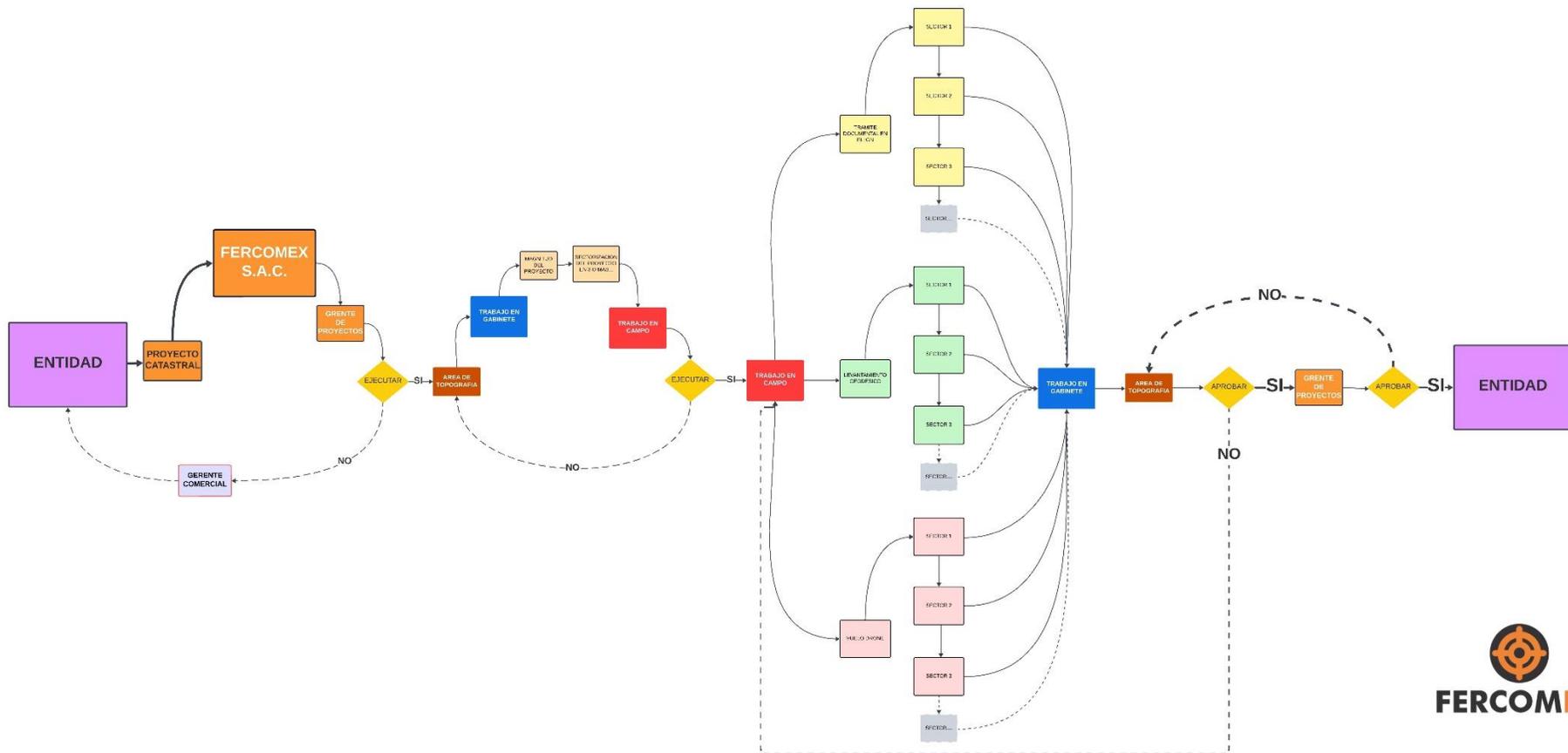
#### **4.3. Diseño de una herramienta metodológica que permita gestionar la actualización de catastro**

Con base en los parámetros evaluados de la gestión catastral y las actividades específicas de la empresa FERCOMEX S.A.C. cuya metodología se plasmó ampliamente en el capítulo 3 del presente trabajo, se diseñó un sistema circulatorio y dinámico apoyado de los diagramas Ishikawa de cada área involucrada en los proyectos de catastro, ilustradas en las figuras 55,56,57 y 58.

Asimismo, es adecuado rescatar que la empresa busca regenerarse y no caer en la costumbre profesional. Todo esto origina el planeamiento de un flujo dinámico, circular y auto analítico. Este flujo fue diseñado metodológicamente y la construcción liderada por el suscrito, con el apoyo incondicional de Alex Fernández Ponce, Gerente General Fercomex S.A.C.

**Figura 65**

*Diagrama de flujo FERCOMEX S.A.C.*



Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como parte del primer objetivo, se presentaron los resultados de una gestión unidireccional con indicadores gráficos como se pueden observar en las figuras 55,56,57 y 58, mostrando a través de un diagrama Ishikawa las falencias que se tienen en cada proceso de un proyecto catastral, por otro lado, se tienen un diagrama de flujo de cada etapa en la ejecución del levantamiento catastral que confirma el trabajo monótono de la empresa Fercomex, descrito en la figura 59. Estos indicadores gráficos permitieron diagnosticar y concluir la necesidad de implementar, dentro de Fercomex, una herramienta para potenciar la gestión.

En la segunda parte del presente trabajo se utilizó los gráficos comparativos de tiempo y costos, de tal manera que se logró identificar los tiempos prolongados al implementar una actualización catastral con métodos tradicionales y también un elevado presupuesto para cubrir el mismo trabajo en comparación con el uso de receptores GNSS y drone, expuesto en las figuras 60, 61, 62, 63 y 64. Al culminar esta parte se concluye que el uso de los receptores GNSS y drone para un levantamiento con fines catastrales es más eficiente que los métodos tradicionales.

Como parte del tercer objetivo se diseñó una herramienta metodológica para que permita gestionar los procesos de modo que el sistema sea circular, auto analítico y que perdure en el tiempo, este sistema aporto una perpetua retroalimentación por parte de las áreas involucradas. Por tanto, se puede concluir que la herramienta descrita en la figura 65, añadida al compromiso de las áreas implicadas, permitió afirmar una gestión para la actualización catastral urbano de Fercomex.

### RECOMENDACIONES

Para un levantamiento catastral es recomendable usar los receptores GNSS con la finalidad de obtener coordenadas altamente precisas de puntos geográficos el cual se cruza

información con las ortofotos del vuelo dron, obteniendo una data geodésica con un margen de error muy bajo y en poco tiempo a comparación de un levantamiento catastral tradicional, ahorrando presupuesto y acortando la duración del proyecto.

Se recomienda seguir con el proceso continuo de autoanálisis, reuniones constantes y gestionar flujos circulares en cada área de la empresa. Como bien se sabe que las tecnologías son fluctuantes tanto para la parte de ejecución como la de administración, los cuales deben ser escudriñados con la finalidad de estar a la vanguardia y a la altura de las exigencias del mercado laboral.

## REFERENCIAS

Cristóbal Robles, C.F. (2023). *Aplicación de la fotogrametría con drones para movimiento de tierras en las unidades Atacocha y El Porvenir de la Compañía Nexa Resources* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión].

<http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3514>

Valderrama Orbegoso, L. (2023). *"EVALUACIÓN DE LA FOTOGRAMETRÍA CON EL USO DEL DRONE EN UNA EMPRESA MINERA, LA LIBERTAD, 2023"* [Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte].

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/36073>

Llanque Mamani, E.D. (2023). *ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LOS PUNTOS DE FOTOCONTROL DE UN GPS DIFERENCIAL MODO RTK Y UNA ESTACIÓN TOTAL EN UN LEVANTAMIENTO CATASTRAL RURAL CON UN DRONE QUADCOPTERO-2022* [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Altiplano].

<https://tesis.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/19816>

Chagua Mamani, B. & Valdivia Mamani, W. (2021). *COMPARACIÓN DE ÁREAS EN DIFERENTES TIEMPOS, MEDIANTE MÉTODOS DIRECTOS SEGÚN LA TECNOLOGÍA GNSS CON FINES DE CATASTRO EN LA SELVA PUNEÑA* [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Altiplano].

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/16326>

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* [Tesis de Grado, Universidad Andina del Cusco].

<https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3612>

Alvarenga Guardado, U. A., Ávalos Bonilla, N. A., Ordoñez Torres, S. A., & Urquilla Flores, E. J. (2023). *Levantamiento catastral de la zona central del municipio de san isidro, departamento de cabañas, aplicando fotogrametría con drones, tecnología GPS y un sistema de información geográfica* [Tesis de Grado, Universidad de El Salvador].

<https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/33487/>

Ojeda Molina, F. A. (2023). "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LA TOPOGRAFÍA CLÁSICA CON ESTACIÓN TOTAL Y LA FOTOGRAMETRÍA DIGITAL MEDIANTE VEHICULOS AEREOS NO TRIPULADOS (VANT) EN MINERÍA A CIELO ABIERTO" [Título de Grado, Universidad de Concepción].

<http://repositorio.udec.cl/handle/11594/11127>

Aristegui Cortijo, A. (2021). *El levantamiento del Mapa de España: trabajos geodésicos, topográficos y catastrales (1853-1883). Análisis actuales aplicando Tecnologías de la Información Geográfica* [Titulo de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid].

<https://docta.ucm.es/entities/publication/45992386-85f9-4dad-aa91-41cc2788cb55>

De León Pérez, J. F. (2019). *Elaboración de una guía de uso de vehículos aéreos no tripulados para la optimización de procesos de levantamiento catastral dentro del casco urbano del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez* [Tesis de Grado, Universidad del Valle de Guatemala].

<https://repositorio.uvg.edu.gt/handle/123456789/3591>

Normas Técnicas Hidrográficas N° 29 de 2012 [Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú] Clasificación de Puntos Geodésicos. Recuperado de:

<https://www.dhn.mil.pe/files/pdf/normastecnicas/NormasTecnicasHidrograficasN%C2%B029.pdf>

Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional de 1999. [CNUGGI]

Sistemas Geodésicos de Referencia Buenos Aires, Argentina. Recuperado de:

[https://www.ign.gob.ar/archivos/geodesia/sistemas\\_geodesicos.pdf](https://www.ign.gob.ar/archivos/geodesia/sistemas_geodesicos.pdf).

Especificaciones técnicas para levantamientos Geodésicos verticales de 2016 [Instituto Geográfico Nacional del Perú] norma Técnica Geodésica. Junio de 2016.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/670932/ESPECIFICACIONES-TECNICAS-PARA-LEVANTAMIENTOS-VERTICALES.pdf>

Normas Técnicas Hidrográficas N° 49 de 2015 [Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú] Monumentación de Marcas Geodésicas.

<https://www.dhn.mil.pe/files/pdf/normas-tecnicas/NormasTecnicasHidrograficasN%C2%B049.pdf>

Weisstein, E. W. (2024). *Conic Projection*. Wolfram MathWorld.

<https://mathworld.wolfram.com/ConicProjection.html>

Serafín, C. (1980). Fotogrametría. 2° Edición. Madrid, España. Ilustrada

Figuerola, C., Amaya, W. & Sánchez, L. (2007). Integración de la Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador. <https://docplayer.es/72181651-Integracion-de-la-red-geodesica-basica%EF%BF%BEnacional-de-el-salvador-a-sirgas-sirgas-es2007.html>

Ley N° 30740 de 2018. [Congreso de la República del Perú] Ley que regula el uso y control de drones en el espacio aéreo peruano. Diario Oficial El Peruano.

[https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016\\_2021/ADLP/Normas\\_Legales/30740-LEY.pdf](https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016_2021/ADLP/Normas_Legales/30740-LEY.pdf)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú [MTC]. Manual de Operaciones de Aeronaves No Tripuladas. Dirección General de Aeronáutica Civil.

[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/5315.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/5315.pdf)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (s/f). Gob.pe. Recuperado de:

<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Mamani A. & Marisela R. (2017). *El servicio de consulta en la sala del usuario de la Biblioteca Nacional del Perú, aplicando el Diagrama de Ishikawa* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/7350>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2018). Reglamento de la Ley que regula el uso y control de drones en el espacio aéreo peruano. Diario Oficial El Peruano.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2021). Resolución Directoral N° 040-2021-MTC/12. Diario Oficial El Peruano.

Reynosa Navarro, E. (2018). Trabajo de investigación. Teoría, metodología y práctica.

<https://www.aacademica.org/ern/12.pdf>

Decreto legislativo N°803 de 1996 [con fuerza de ley]. Por medio del cual se establece la creación de la Comisión de Formalización de la Propiedad Informal. COFOPRI.

Paredes L. & Erba, D. (2008). "El Catastro Territorial en la República del Perú" En: "El Catastro Territorial en América Latina y el Caribe", pp.20.

<https://docplayer.es/42394953-El-catastro-territorial-en-america-latina-y-el-caribe.html>

Del Águila, R. Z., & Sánchez, V. D. (2021). Dos Siglos Sin Ti: La falta de un verdadero catastro en el Perú y sus consecuencias. Forseti. Revista de derecho. Recuperado de:  
<https://revistas.up.edu.pe/index.php/forseti/article/view/1637/1540>