

Figura 46: Laptop ASUS ROG GL752.



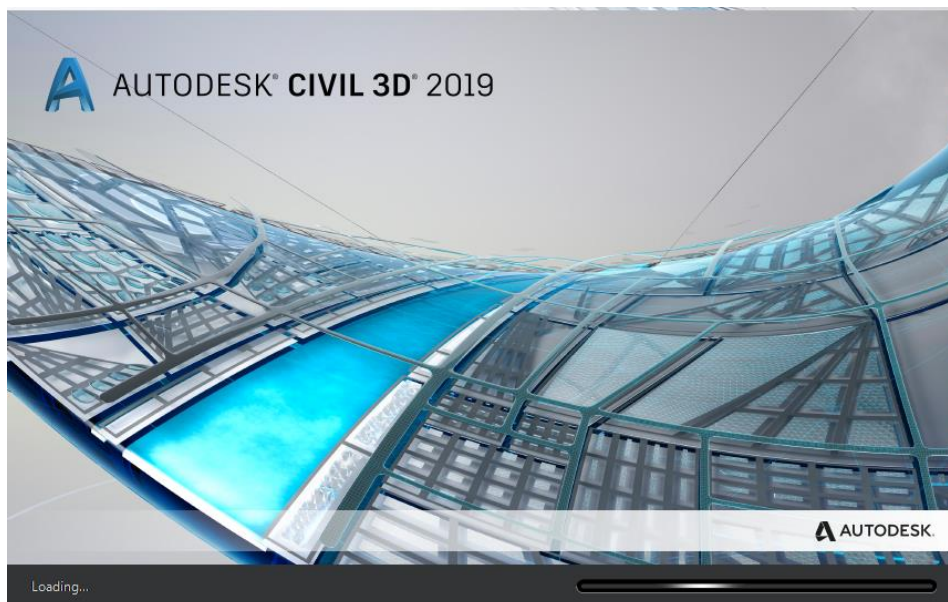
Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.13 AutoCAD CIVIL 3D 2019

Es un software muy potente para computadora el cual sirve para el cálculo y diseño de infraestructura diversa que, al pertenecer a Autodesk, cuenta con herramientas como AutoCAD 2D y 3D. Las funciones más usadas de este software son: (Jara Gamarra, 2017)

- Importación de puntos y/o imágenes georreferenciadas
- Generación de superficies de terreno

Figura 47: Software AutoCAD CIVIL 3D 2019.



Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.14 Placas de bronce

Es la monumentación de la poligonal abierta de apoyo servirá para futuros replanteos del mismo o diferentes trabajos que se realicen en la misma área.

Figura 48: Placas de bronce.



Fuente: Elaboración propia.

3.5 Procedimiento de recolección de datos

3.5.1 Fase 1 - Planificación

3.5.1.1 Selección de la zona de vuelo

a. Equipos utilizados en la prueba.

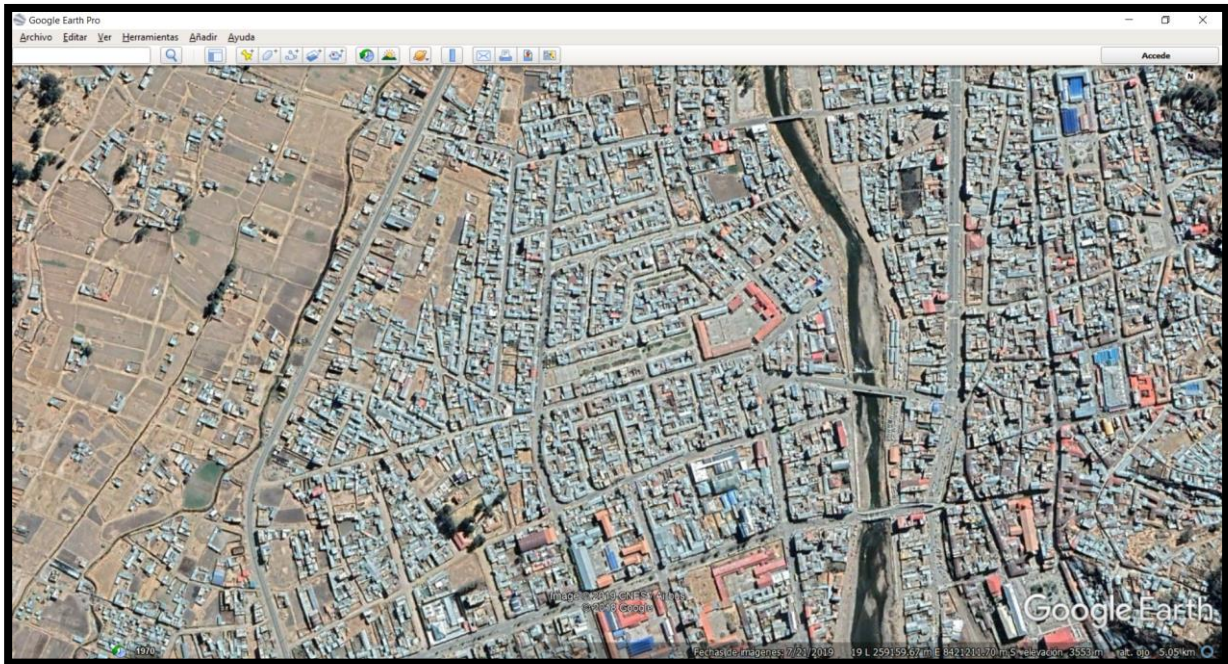
- Laptop ASUS
- Software Google Earth Pro

b. Procedimiento

Se debe conocer el área de estudio, para esto nos ayudamos con el plano de la habilitación urbana existente proporcionado por la municipalidad provincial de Canchis.

Se inicia el software google earth pro y se localiza la zona de estudio, para esta investigación fue la Urb. Manuel Prado – Sector 3 del distrito de Sicuani.

Figura 49: Selección del área de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez localizado se delimita el área de la urbanización Manuel Prado guiándonos de los planos de la habilitación urbana existente tomando en cuenta que algunas manzanas no están completas y otras no abarcan la totalidad de una manzana.

Figura 50: Área delimitada de estudio.



Fuente: Elaboración propia.



Con el mismo software se procede a calcular el área de estudio y de la zona urbana de la ciudad de Sicuani.

c. Toma de datos

Tabla 4: Datos de áreas de la zona de estudio y toda la ciudad.

Área de estudio	14.5 hectáreas
Área de la ciudad	413 hectáreas

Fuente: Elaboración propia.

3.5.1.2 Colocación de los puntos de control

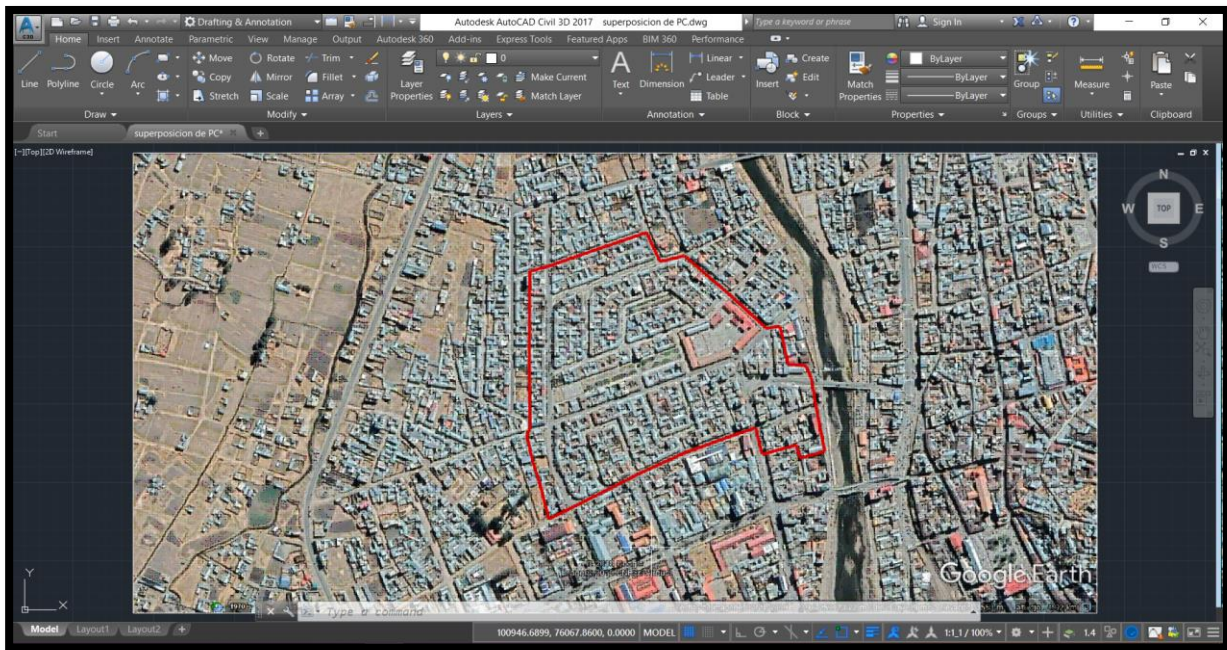
a. Equipos utilizados en la prueba.

- Laptop ASUS
- Software (AutoCAD Civil 3D 2019)
- Estación total
- Trípodes
- Prismas
- Porta prismas
- GPS
- Radios Motorola
- Pintura (blanco y negro)
- Molde de madera
- Placas de bronce

b. Procedimiento

Se inicia los softwares google earth pro y Autocad Civil 3D, seguidamente se exporta la imagen ya ubicada y seleccionada del google earth pro al Autocad Civil 3D

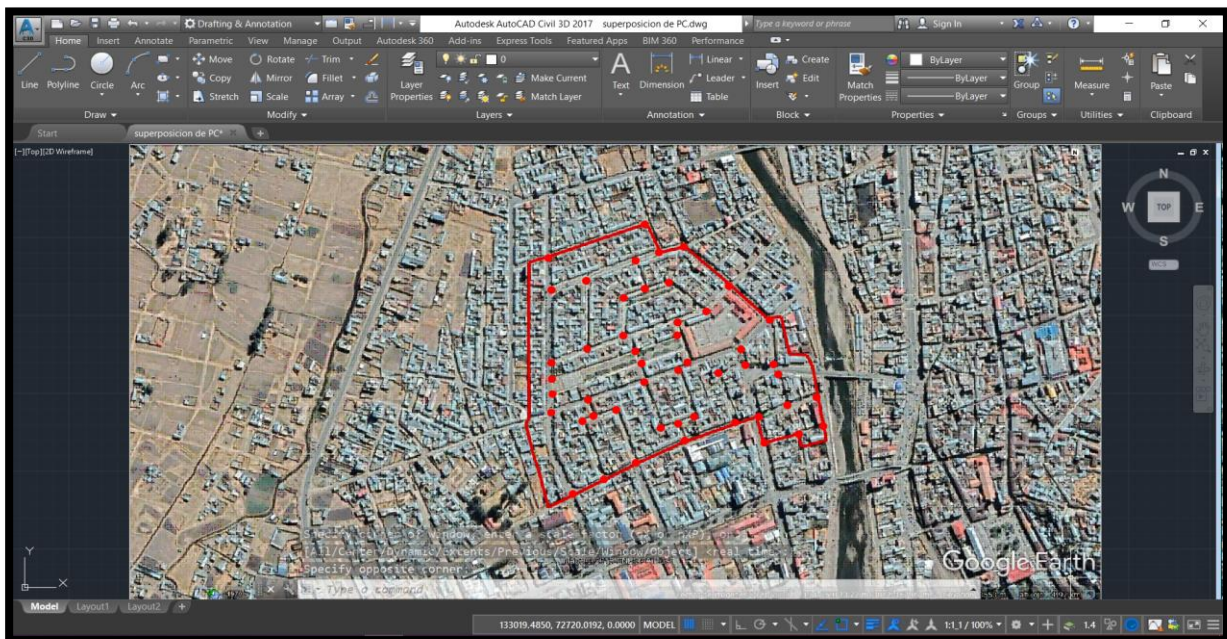
Figura 51: Extracción de la imagen satelital.



Fuente: Elaboración propia.

Superposición de puntos en la imagen, empesamos a colocar puntos en toda el área de estudio teniendo en cuenta la visibilidad entre los mismos

Figura 52: Superposición de los puntos de control en la imagen satelital.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez que tengamos todos los puntos se procede a ir al lugar y verificar que la ubicación de los puntos esté correctamente colocados, alineados y visibles entre sí.

Figura 53: Replanteo de los puntos de control.



Fuente: Elaboración propia.

Empezamos a limpiar el área donde se ubicará el molde de los puntos de control, el área debe estar libre de polvo para que la pintura tenga mejor agarre con la superficie.

Figura 54: Limpieza del área de los puntos de control.



Fuente: Elaboración propia.

Se coloca el molde sobre el área seleccionada para iniciar el pintado

Figura 55: Colocación del molde para los puntos de control.



Fuente: Elaboración propia.

Se comienza a pintar a través del molde con la pintura en Sprite de colores blanco y negro, cada color esta apuesto en la figura del molde para tener mayor contraste y mejor visibilidad lo que nos ayudará a encontrar más fácilmente las marcas desde las fotos aéreas.

Figura 56: Pintado de los puntos de control.



Fuente: Elaboración propia.

Gracias a la ayuda de la Municipalidad Provincial de Canchis, la cual cuenta con un GPS diferencial, nos facilitaron las coordenadas de 10 puntos. Esos puntos lo consideramos como los BM que usaremos para iniciar con el levantamiento topográfico, de los 10 puntos se monumeto 3 haciendo estos un polígono abierto de apoyo para futuros replanteos y trabajos nuevos.

Para la selección de la poligonal de apoyo se tomó en consideración que debe estar lo más posible al centro del área de estudio.

Figura 57: Selección de la poligonal abierta de apoyo



Fuente: Elaboración propia.

Una vez se tenga la poligonal abierta de apoyo definida, con la ayuda de una comba y un cincel se comienza a romper la superficie donde se colocarán las placas, la placa tiene un diámetro de 10 cm. y un gancho de agarre de 5 cm. para que tenga mejor agarre.

Figura 58: Ruptura de la superficie



Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se tenga la superficie lista, se hecha agua para limpiarla del polvo y limos que pudieran quedar.

Se prepara la mezcla, para este caso solo se utilizó cemento para la reposición de las superficies dañadas y se coloca en el punto exacto las placas de bronce

Figura 59: Colocación de las placas de bronce.



Fuente: Elaboración propia.

Se hace la limpieza final

Figura 60: curado de la reposición del pavimento.



Fuente: Elaboración propia.

Se vuelve a ir al lugar para curar la reposición del pavimento y verificar que las placas no hayan sufrido ningún tipo de manipulación externa.

Se nivela la estación, se configura para iniciar el levantamiento de los puntos de control y se comienza a disparar a los prismas que se ubicaron previamente en los puntos visibles.

Figura 61: Nivelación y configuración de la estación total.



Fuente: Elaboración propia.

Se toma nota de las coordenadas de los puntos donde se hará el “cambio de punto” para conocer la exactitud del trabajo que se está realizando.

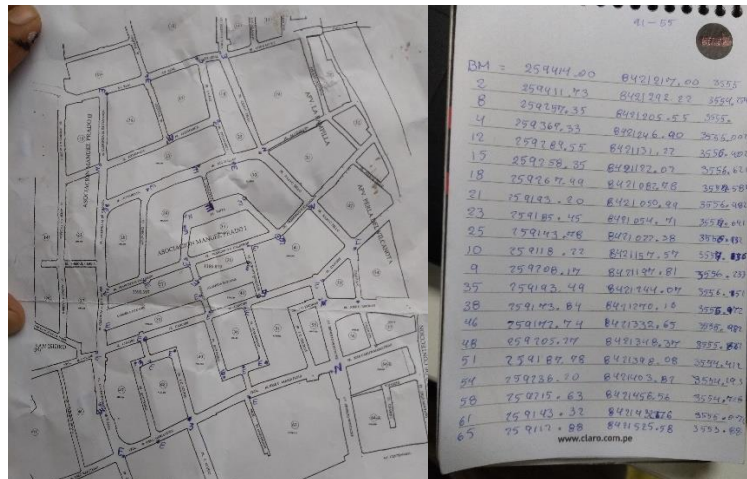
Figura 62: Levantamiento de los puntos de control.



Fuente: Elaboración propia.

Es necesario haber llenado una libreta de apuntes y dibujar un croquis del levantamiento para tener un mejor control de calidad al momento de llevarlo al AutoCAD

Figura 63: Toma de datos de los puntos de control.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez terminado la colocación, monumentación, pintado y levantamiento de todos los puntos de control se determina una poligonal abierta de apoyo utilizando los mismos puntos de control.

c. Toma de datos

Tabla 5: Datos de puntos de control.

Nº PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	DESCRIPCIÓN
1	259414	8421217	3555	BM
2	259362.535	8421218.21	3555.0872	PC
3	259411.725	8421292.23	3554.148	PC
4	259411.725	8421292.23	3554.2538	PC
5	259414.005	8421217.02	3555.0008	PC
6	259367.331	8421245.99	3555.0622	PC
7	259343.836	8421346.85	3553.916	PC
8	259367.331	8421245.99	3555.0734	PC
9	259411.729	8421292.22	3554.1388	PC
10	259276.203	8421221.54	3555.9083	PC
11	259257.346	8421205.54	3556.1448	PC
12	259208.164	8421197.82	3556.2331	PC
13	259118.234	8421157.57	3557.136	PC
14	259257.346	8421205.54	3556.1448	PC
15	259367.327	8421246	3555.0734	PC
16	259289.539	8421131.22	3556.402	PC
17	259045.505	8421137.99	3557.926	PC
18	259289.539	8421131.22	3556.402	PC
19	259257.332	8421205.54	3556.1448	PC
20	259258.355	8421122.02	3556.621	PC
21	259231.333	8421109.61	3556.657	PC
22	259258.355	8421122.02	3556.621	PC
23	259289.55	8421131.22	3556.402	PC
24	259267.993	8421082.78	3557.58	PC
25	259267.993	8421082.78	3557.58	PC
26	259258.354	8421122.02	3556.621	PC
27	259378.646	8421126.52	3556.843	PC
28	259193.186	8421050.99	3557.359	PC
29	259193.186	8421050.99	3557.359	PC
30	259268.002	8421082.78	3557.58	PC



<i>N° PUNTO</i>	<i>ESTE (m)</i>	<i>NORTE (m)</i>	<i>ELEVACIÓN (m)</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
31	259185.454	8421054.71	3557.691	PC
32	259185.454	8421054.71	3557.691	PC
33	259193.197	8421050.99	3557.349	PC
34	259143.781	8421022.41	3556.132	PC
35	259160.36	8421143.45	3556.108	PC
36	259093.118	8420996.27	3557.758	PC
37	259143.781	8421022.41	3556.132	PC
38	259185.454	8421054.71	3557.691	PC
39	259105.4	8421124.51	3556.368	PC
40	259105.4	8421124.51	3556.368	PC
41	259143.79	8421022.38	3556.132	PC
42	259124.876	8421128.03	3556.268	PC
43	259045.505	8421137.99	3557.926	PC
44	259118.217	8421157.57	3557.136	PC
45	259055.055	8421065.41	3557.245	PC
46	259208.164	8421197.82	3556.2331	PC
47	259257.35	8421205.55	3556.1448	PC
48	259193.489	8421244.07	3556.151	PC
49	259193.489	8421244.07	3556.151	PC
50	259208.167	8421197.81	3556.2331	PC
51	259260.293	8421267.25	3555.047	PC
52	259173.838	8421270.16	3556.972	PC
53	259057.209	8421168.73	3557.868	PC
54	259173.838	8421270.16	3556.972	PC
55	259193.493	8421244.07	3556.151	PC
56	259301.991	8421305.61	3554.367	PC
57	259259.114	8421290.23	3554.597	PC
58	259058.054	8421228.6	3556.468	PC
59	259116.062	8421241.3	3556.826	PC
60	259170.575	8421315.91	3555.998	PC
61	259172.758	8421332.65	3555.982	PC
62	259172.758	8421332.65	3555.982	PC
63	259173.838	8421270.14	3556.972	PC
64	259205.268	8421348.37	3555.661	PC
65	259205.268	8421348.37	3555.661	PC
66	259172.744	8421332.65	3555.982	PC
67	259253.366	8421354.91	3554.408	PC
68	259187.764	8421398.08	3554.412	PC
69	259187.764	8421398.08	3554.412	PC
70	259205.27	8421348.35	3555.661	PC
71	259117.077	8421368.06	3555.765	PC
72	259236.195	8421403.82	3554.193	PC
73	259057.364	8421346.51	3555.954	PC
74	259276.672	8421421.58	3553.894	PC
75	259236.195	8421403.82	3554.193	PC
76	259187.762	8421398.08	3554.412	PC
77	259215.631	8421456.56	3554.728	PC
78	259182.62	8421543.84	3553.496	PC
79	259215.631	8421456.56	3554.728	PC
80	259236.196	8421403.82	3554.193	PC
81	259143.324	8421432.76	3555.071	PC
82	259143.324	8421432.76	3555.071	PC
83	259215.633	8421456.56	3554.728	PC
84	259044.524	8421403.6	3555.856	PC
85	258995.278	8421378.94	3555.106	PC
86	259112.87	8421525.58	3553.882	PC
87	259112.87	8421525.58	3553.882	PC
88	259143.313	8421432.79	3555.071	PC
89	259054.702	8421502.51	3554.564	PC
90	259182.62	8421543.84	3553.486	PC

<i>N° PUNTO</i>	<i>ESTE (m)</i>	<i>NORTE (m)</i>	<i>ELEVACIÓN (m)</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>
91	259112.776	8421525.56	3553.882	PC
92	259214.367	8421552.98	3553.149	PC

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: Puntos de control seleccionados para la creación de la poligonal abierta.

N° PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m)	DESCRIPCIÓN
12	259208.1637	8421197.8232	3556.2331	PC
49	259193.4894	8421244.0715	3556.1512	PC
63	259173.8384	8421270.1444	3556.9724	PC

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2 Fase 2 - Plan de vuelo.

3.5.2.1 Selección de la zona de despegue y aterrizaje.

a. Equipos y materiales

- Plano del área de estudio
- Anemómetro

b. Procedimiento

Se recorre todo el lugar y se ubica un área suficiente mente amplia que servirá como zona de despegue y aterrizaje, el lugar seleccionado debe estar preferiblemente en el centro del área de estudio y alejado de objetos altos como antenas y edificios de gran nivel.

Figura 64: Colocación del dron en el punto de despegue.



Fuente: Elaboración propia.

El lugar seleccionado fue el centro de una losa deportiva, ya que cumplía con todas las recomendaciones mínimas.

Se continúa tomando los datos atmosféricos del lugar para comprobar si están dentro de los parámetros óptimos de funcionamiento del dron.

Figura 65: Determinación de la velocidad del viento y temperatura.



Fuente: Elaboración propia.

Este proceso se hace al iniciar y terminar la prueba para ver su influencia.

c. Toma de datos

Tabla 7: Datos meteorológicos del área de vuelo.

	Inicio de la prueba	Final de la prueba
Velocidad del viento	0.8 m/s	3 m/s
Temperatura	28°C	25 °C

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2.2 Simulación de vuelo

a. Equipos y materiales

- Dron Inspire 2.
- I Pad.

- Software (DJI GS Pro).

b. Procedimiento

Se empieza a montar el dron y el control remoto.

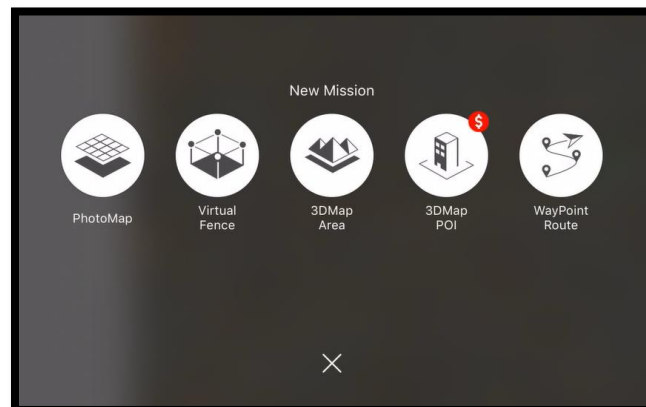
Figura 66: Armado y configuración del control remoto.



Fuente: Elaboración propia.

Para la configuración se comienza iniciando el software DJI GS Pro, en este caso va a ser un levantamiento 3D Map Área

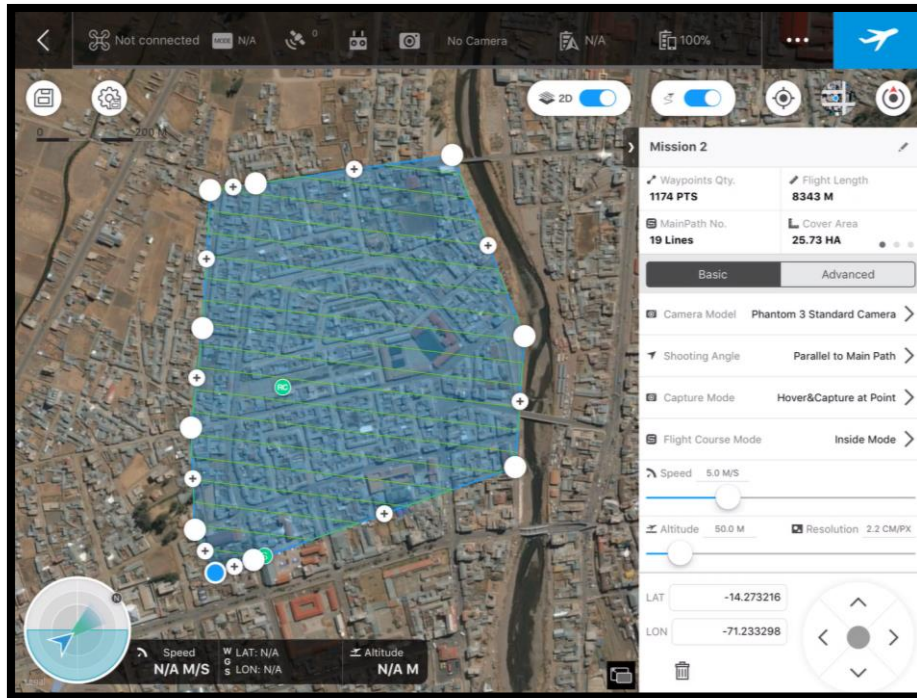
Figura 67: Inicio del software DJI GS Pro



Fuente: Elaboración propia.

Se inicia nombrando el proyecto en el software DJI GP pro, continuamos con la configuración del vuelo, en el plan del proyecto se selecciona el área de estudio, donde se volará este debe sobrepasar por lo menos por una manzana al área de estudio por precaución y para tener más información de la zona de estudio.

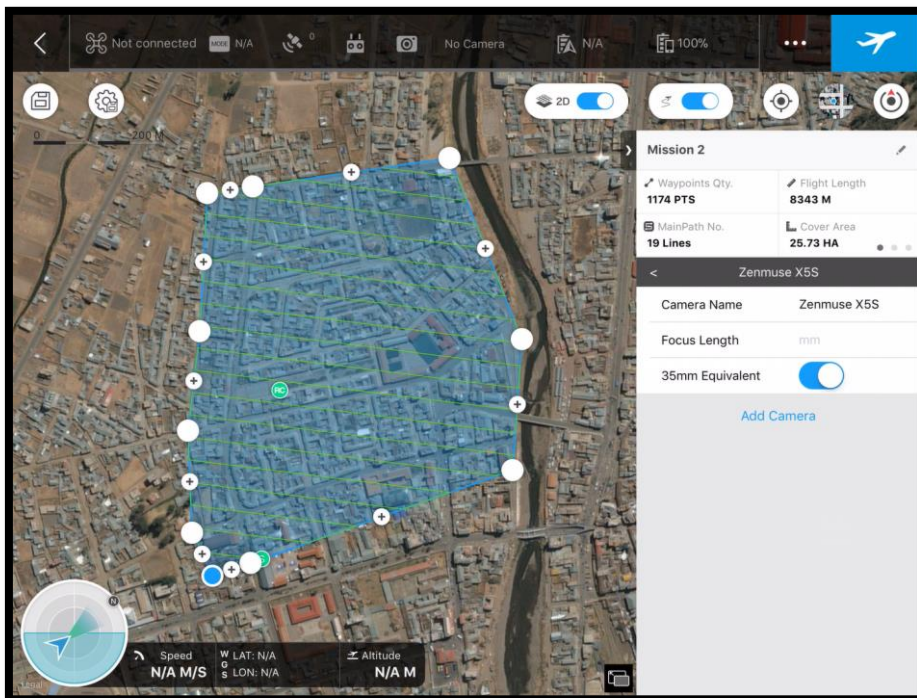
Figura 68: Selección del polígono de vuelo



Fuente: Elaboración propia.

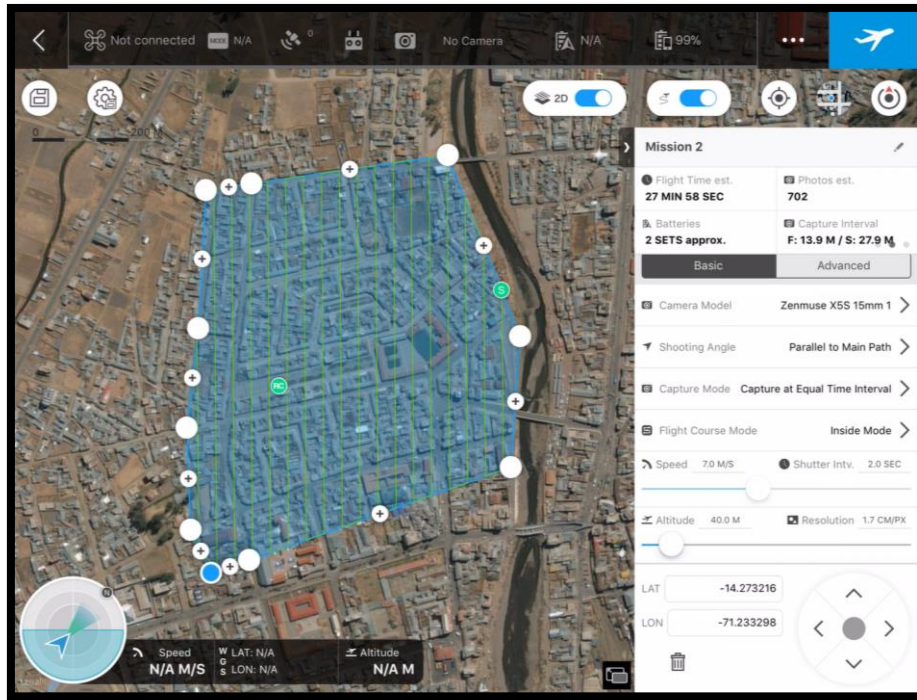
Se determina la cámara que se utilizará para saber la precisión de la fotografía, la precisión dependerá de la calidad de la cámara y de la altura de vuelo, estos dos parámetros son consideraciones tomadas por los testistas.

Figura 69: Selección de la cámara



Fuente: Elaboración propia.

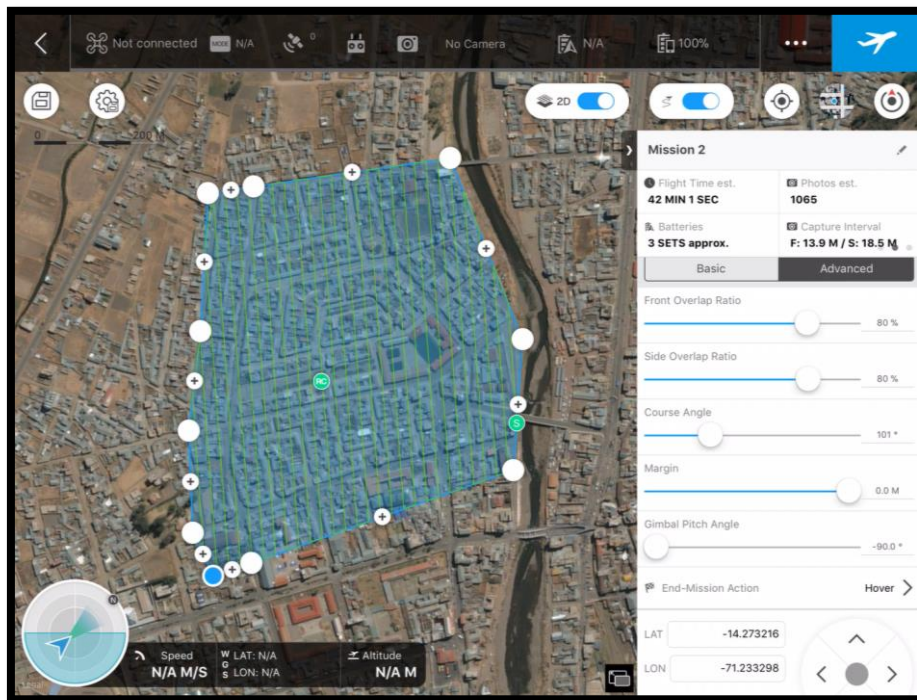
Figura 70: Selección de la altura de vuelo.



Fuente: Elaboración propia.

Se determina el traslape de las fotografías y con todos estos, (Altura de vuelo, área del vuelo, traslapes de fotografías y tipo de cámara) tendremos el tiempo que se demorará en hacer el levantamiento de toda el área de estudio.

Figura 71: Selección de los traslapes de las fotografías.



Fuente: Elaboración propia.

El Tiempo que dura las baterías es de 18 minutos por lo que hacer todo el levantamiento en un solo vuelo sería imposible, así que se hizo en tres vuelos, durante el vuelo, se debe apuntar con el control remoto donde está el dron para tener mejor información en tiempo real.

c. Toma de datos.

Tabla 8: Datos de los vuelos a 40 metros de altura.

DATOS	VUELO 1	VUELO 2	VUELO 3
Altura de vuelo	40 metros	40 metros	40 metros
Precisión por pixel	1.7 cm	1.7 cm	1.7 cm
Traslape de fotografías			
Longitudinal	80%	80%	80%
Transversal	80%	80%	80%
N° Fotos	335	337	315
Tiempo de vuelo	15 minutos	15 minutos	14 minutos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Datos de los vuelos a 60 metros de altura.

DATOS	VUELO 1	VUELO 2
Altura de vuelo	60 metros	60 metros
Precisión por pixel	2.6 cm	2.6 cm
Traslape de fotografías		
Longitudinal	80%	80%
Transversal	80%	80%
N° Fotos	336	331
Tiempo de vuelo	15 minutos	15 minutos

Fuente: Elaboración propia.

3.5.2.3 Captura de la información.

a. Equipos y materiales

- Dron Inspire 2.
- Cámara ZENMUSE X5S.
- Control remoto del dron.
- I pad
- Software (DJI Pro)

b. Procedimiento.

Durante el vuelo, se debe apuntar con el control remoto en la dirección del dron para tener mejor información en tiempo real y asegurar que no se pierda la conexión con el mismo

Figura 72: Seguimiento del dron.



Fuente: Elaboración propia.

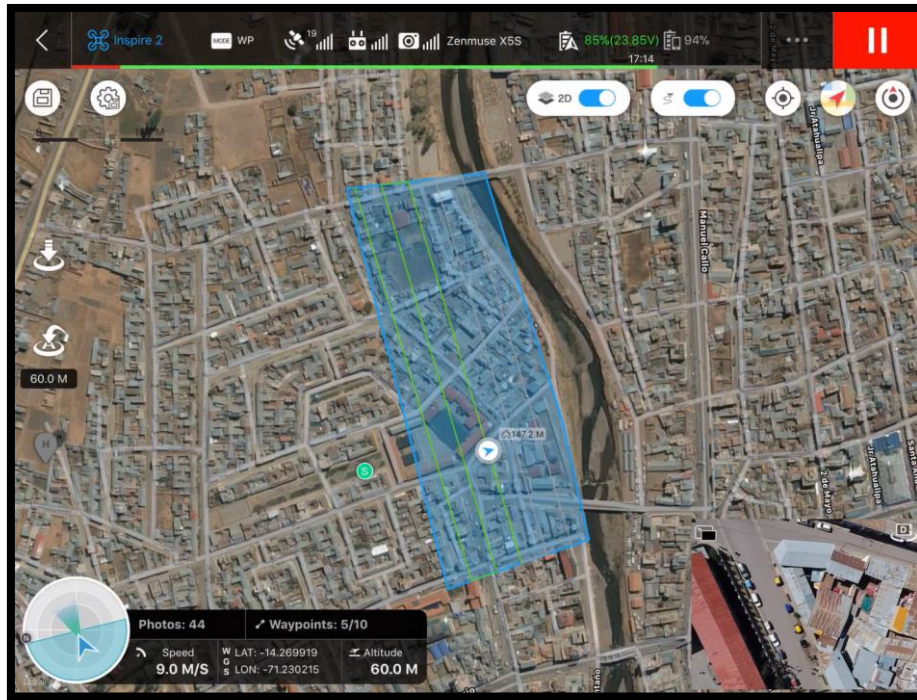
En todo momento se debe verificar la batería del dron, el porcentaje de vuelo ya recorrido y la cantidad de fotos tomadas.

Figura 73: Observación de las características del dron.



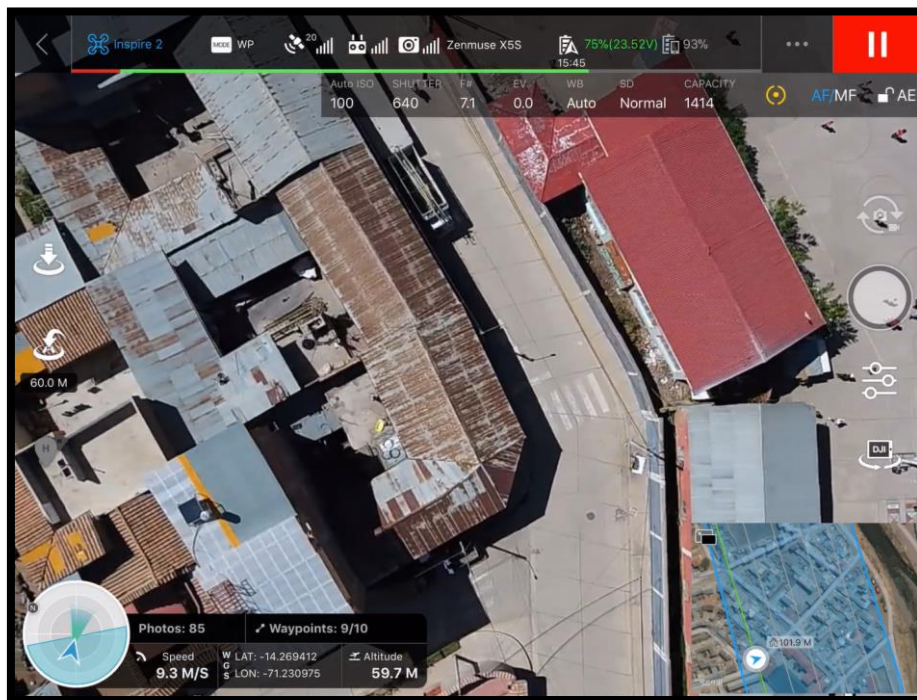
Fuente: Elaboración propia.

Figura 74: Vista de la pantalla del iPad durante el vuelo (pantalla 1 de recorrido)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 75: Vista de la pantalla del iPad durante el vuelo (pantalla 2 captura de fotos)



Fuente: Elaboración propia.

c. Toma de datos

Figura 76: Fotografías DJI_0001 – DJI_0335 (vuelo 1).



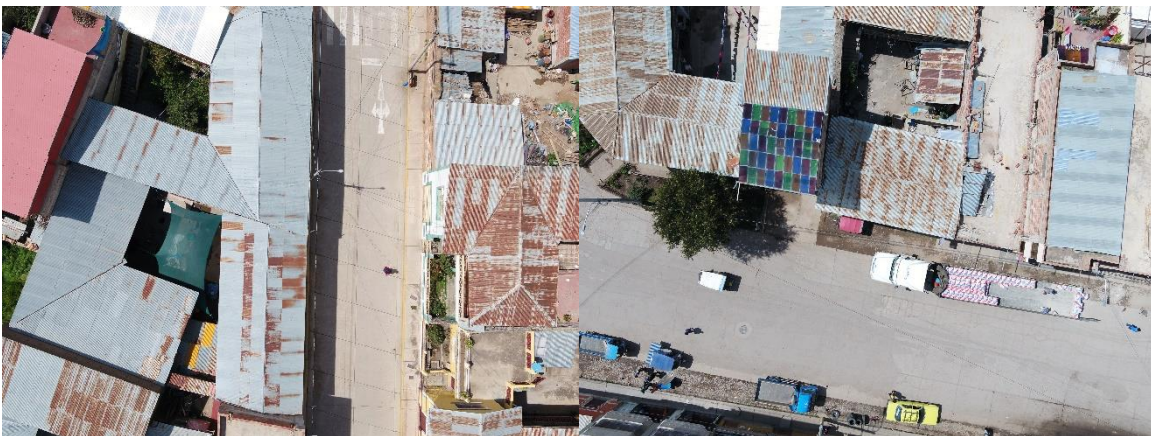
Fuente: Elaboración propia.

Figura 77: Fotografías DJI_0336 – DJI_0672 (vuelo 2).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 78: Fotografías DJI_0673 – DJI_0987 (vuelo 3)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 79: Fotografías DJI_0001 – DJI_0336 (vuelo 4)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 80: Fotografías DJI_0337 – DJI_0667 (vuelo 5)



Fuente: Elaboración propia.

3.5.3 Fase 3 - Proceso de orto rectificación.

3.5.3.1 Generación del modelo digital de superficie.

a. Equipos y materiales

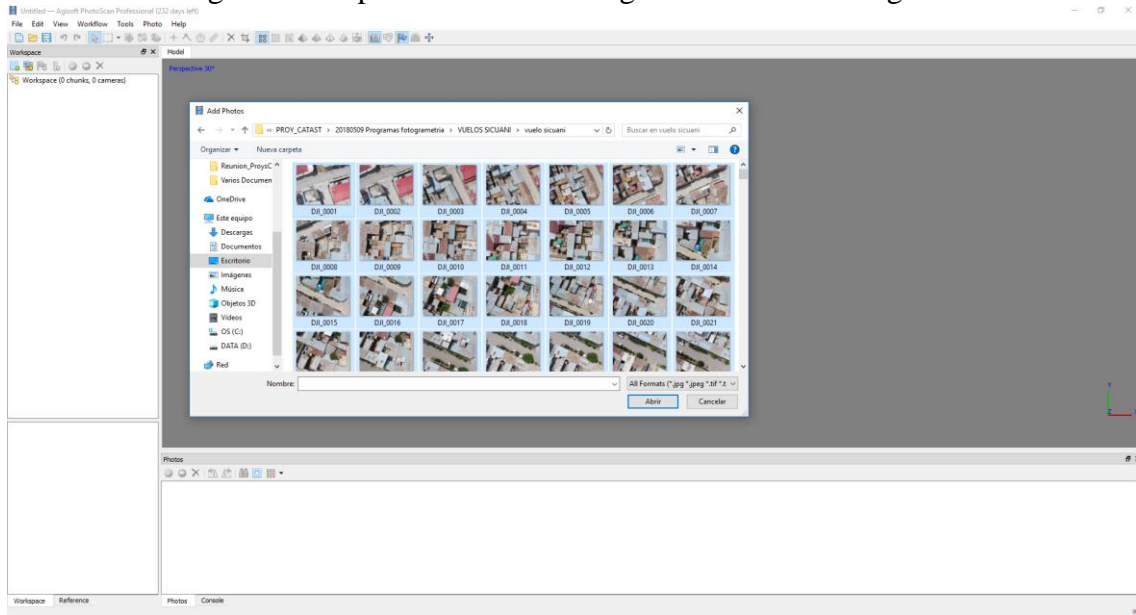
- Laptop ASUS
- Software Agisoft

b. Procedimiento

Se inicia el software Agisoft, se configura el tipo de coordenadas que se utilizará, en este caso UTM WGS84-19S y se cargan las fotos tomadas del vuelo.

Para este proceso solo se procesarán las fotos a 40 metros de altura, para tener mejor precisión al momento de la elaboración de los planos.

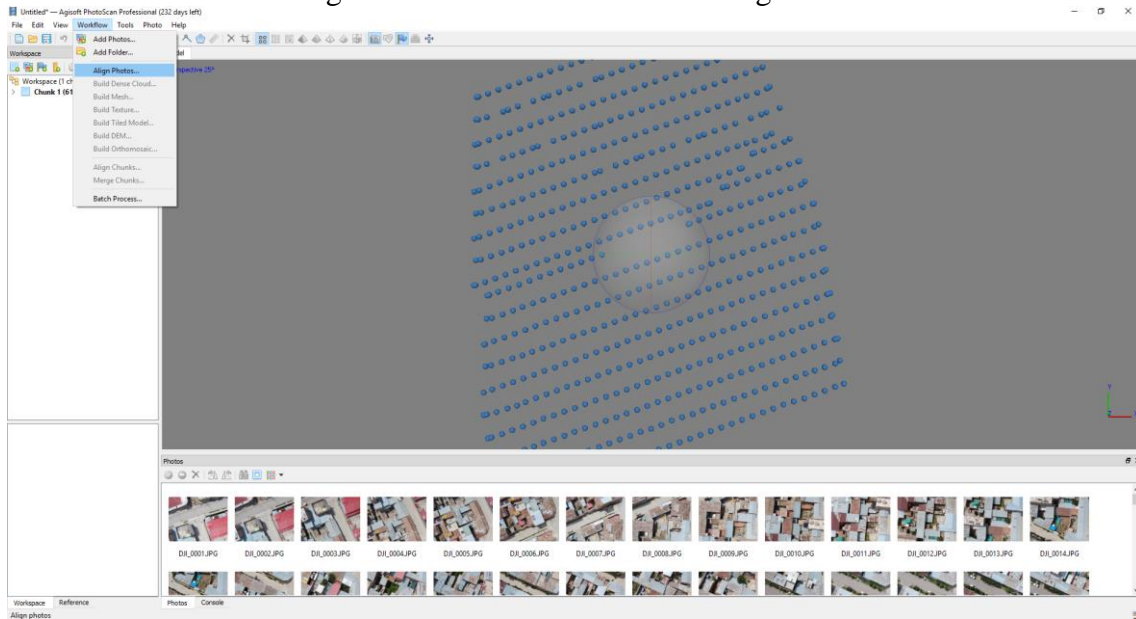
Figura 81: Importación de las fotografías al software Agisoft.



Fuente: Elaboración propia.

El archivo de las fotografías tiene coordenadas que supondrán la ubicación de la fotografía, pero estas coordenadas tienen un margen de error porque el GPS del dron está en la parte delantera y no donde se ubica la cámara, el error es pequeño, pero es recomendable mencionarlo.

Figura 82: Alineamiento de las fotografías.

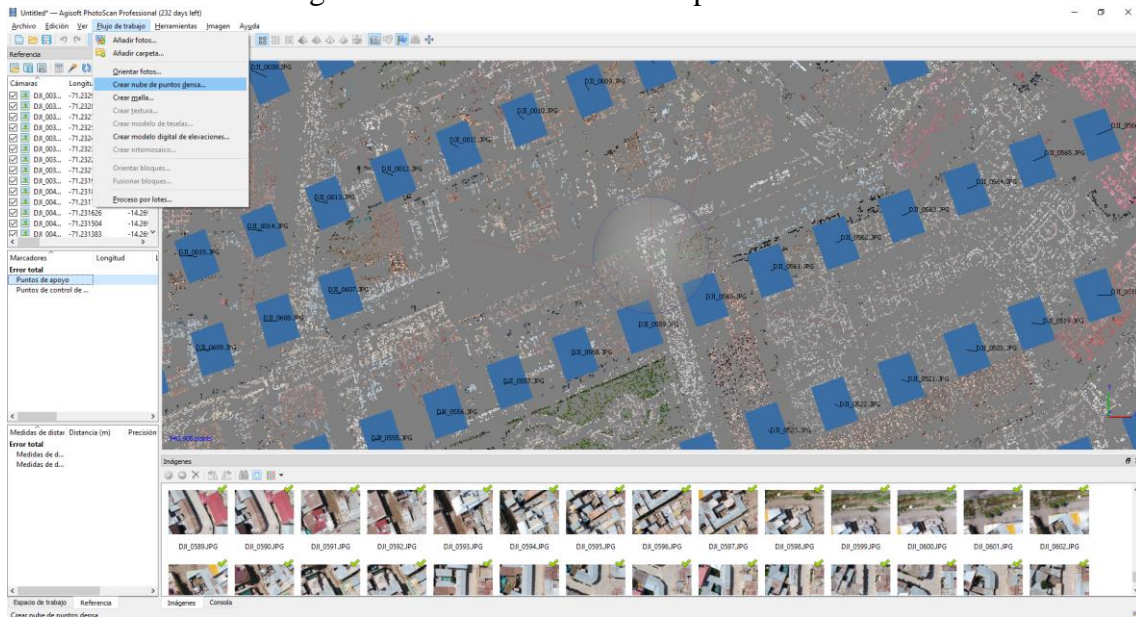


Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento del alineamiento dura dependiendo de la cantidad de fotografías y la capacidad y velocidad de la máquina que se está usando, en este caso nos llevó un aproximado de 2 horas

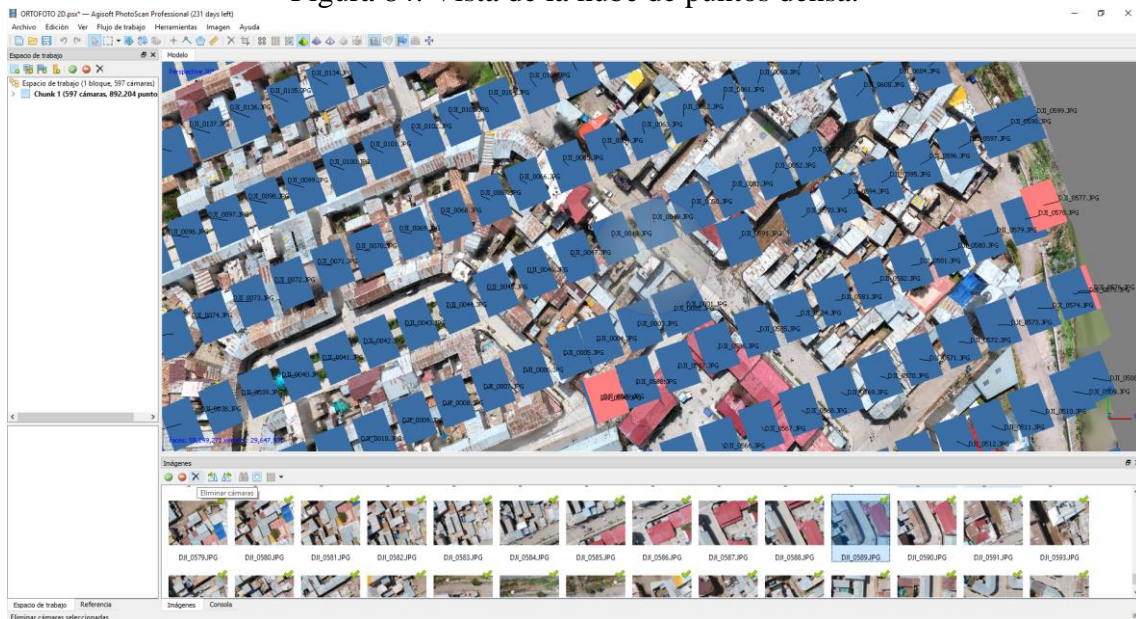
Una vez alineadas las fotografías se debe crear la nube de puntos densa, en este proceso el software compara las fotografías pixel por pixel y junta las fotografías en un solo gran bloque.

Figura 83: Creación de nube de puntos densa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 84: Vista de la nube de puntos densa.



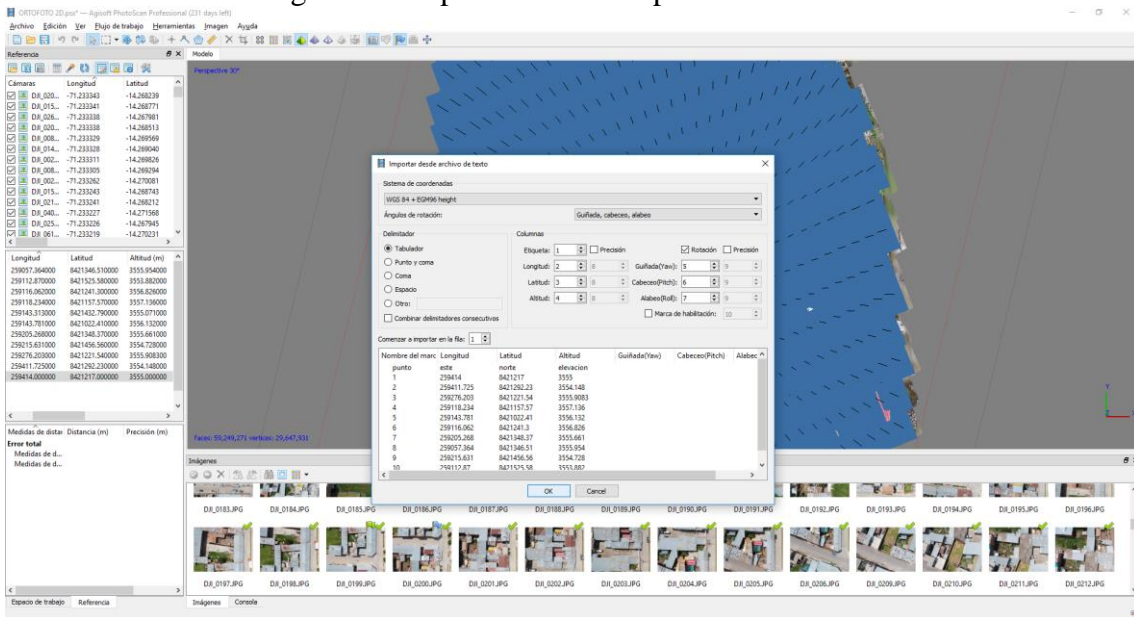
Fuente: Elaboración propia.

Para la creación se debe poner en calidad alta, porque en extra alta existen problemas con el proceso y sale error.

Se eliminan las fotografías que se crean repetidas o innecesarias, esto se hace para disminuir el tiempo de procesamiento y la sobrecarga de información.

Se continúa importando los puntos de control levantados, donde se crearán marcadores en las fotografías las cuales nos ayudará a la referenciación de la ortofoto final con coordenadas reales.

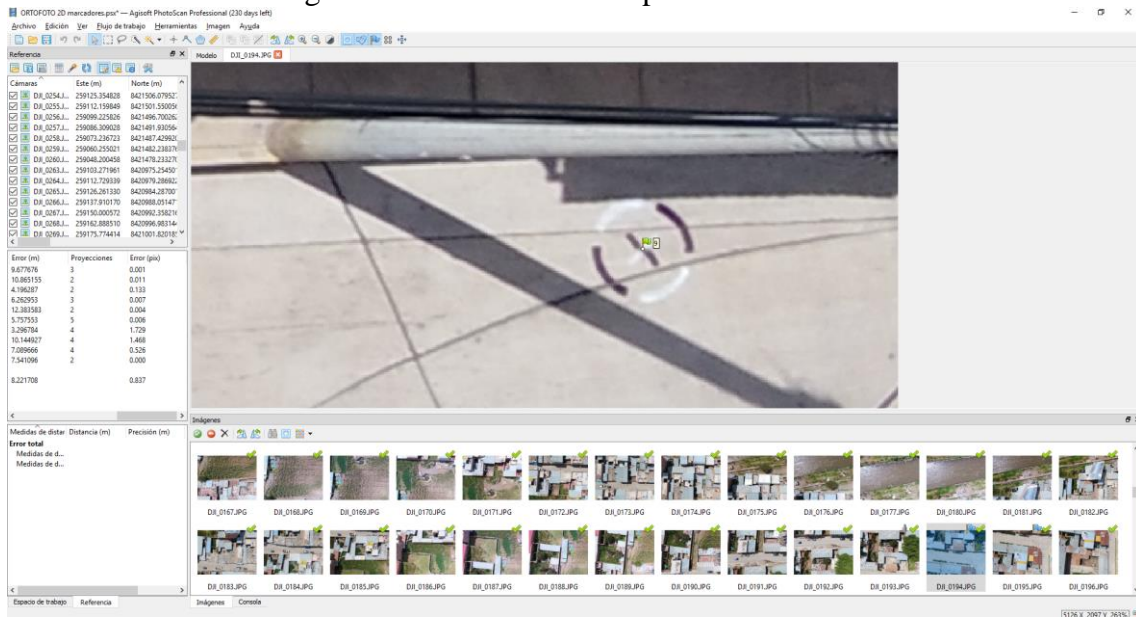
Figura 85: Importación de los puntos de control.



Fuente: Elaboración propia.

En cada fotografía donde aparezca un marcador se debe verificar la exactitud del marcador ya que cada uno representa un punto de control y por lo tanto un punto de amarre entre todas las fotografías que comparten el mismo marcador.

Figura 86: Ubicación de los puntos de control.

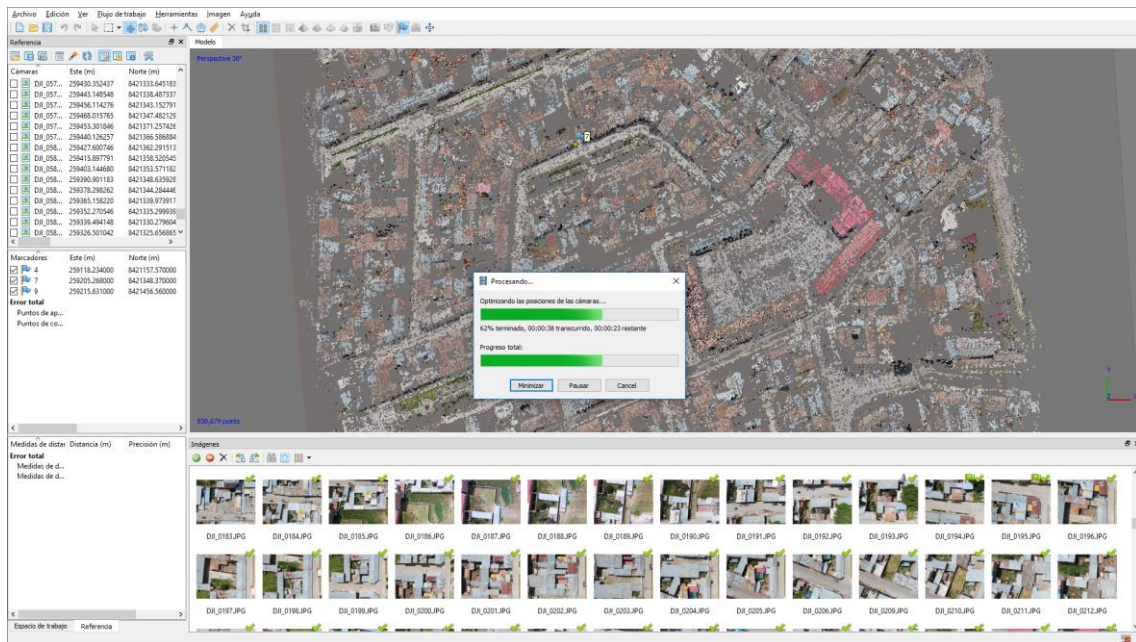


Fuente: Elaboración propia.

Se van eliminando puntos de control, primero los de más error y así solo quedarnos con los puntos más exactos, se recomienda que no haya mas de 8 puntos y menos de 3 puntos de control, para este proyecto se uso 3 puntos de control.

Una vez que todos los puntos ya estén colocados se actualizan las coordenadas.

Figura 87: Actualización de coordenadas.

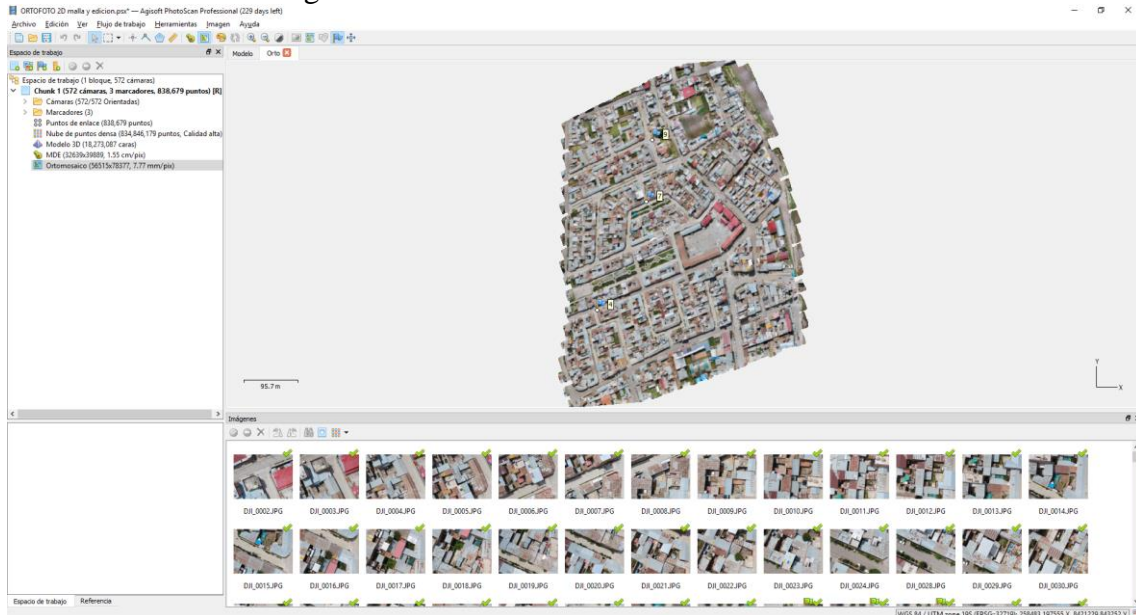


Fuente: Elaboración propia.

Se procede a crear la ortofoto y el modelo de elevación digital o (DEM) por sus siglas en inglés y se ve la calidad del trabajo realizado con una inspección visual.

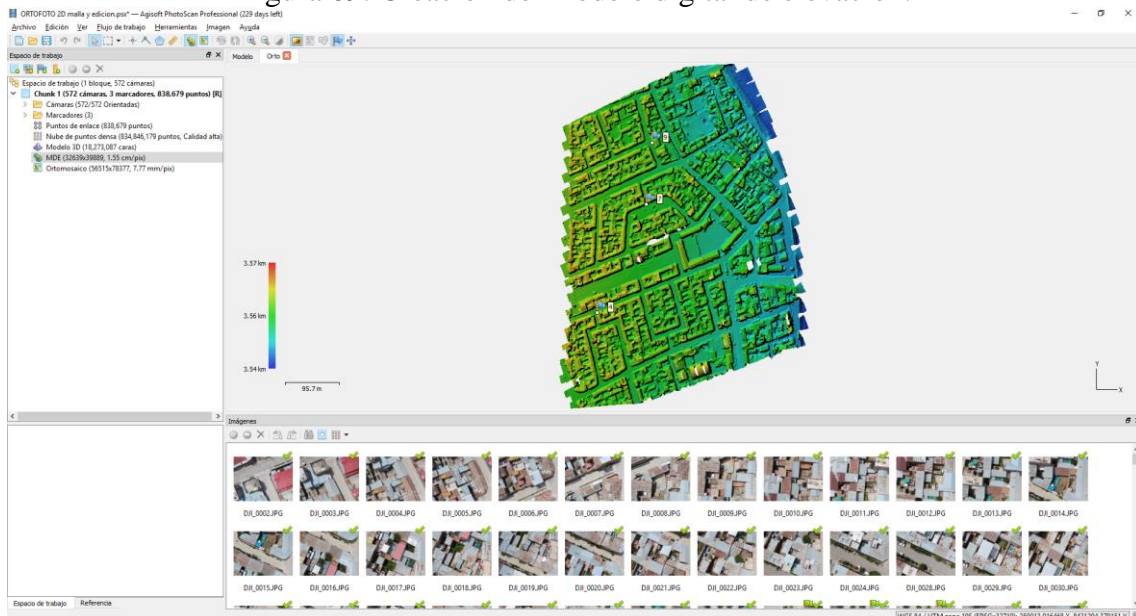
c. Toma de datos

Figura 88: Creación de la Ortofoto rectificada.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 89: Creación del modelo digital de elevación.



Fuente: Elaboración propia.

3.5.4 Fase 4 - Validación del mosaico orto rectificado.

3.5.4.1 Generación de planos catastrales.

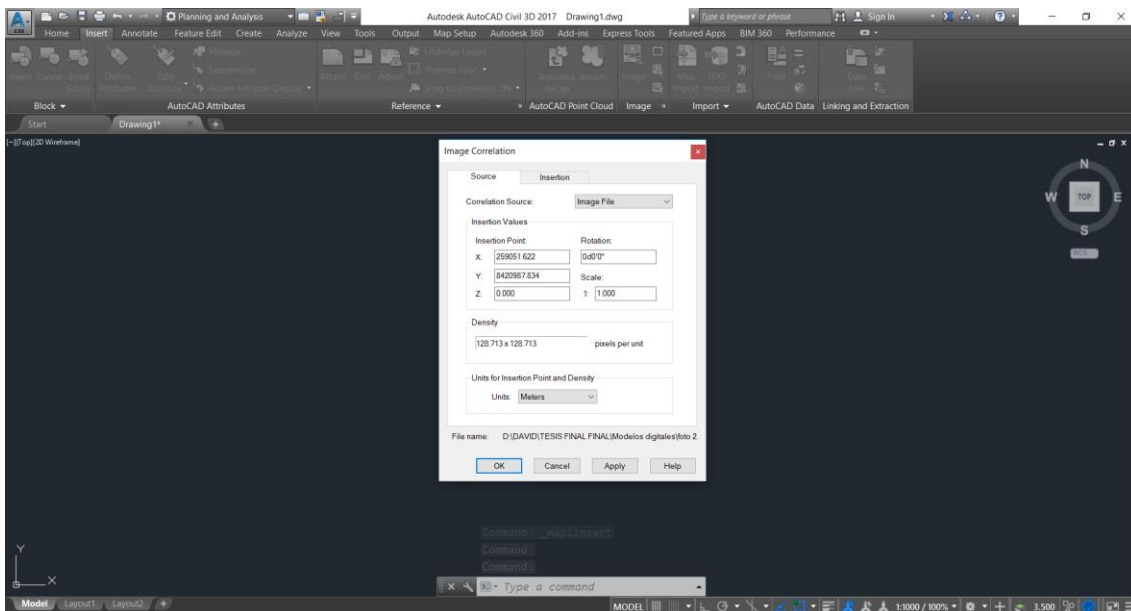
a. Equipos y Materiales.

- Software AutoCAD Civil 3D.

b. Procedimiento

Se importa la ortofoto en el software AutoCAD civil 3D para que la imagen este georreferenciada y en escala real.

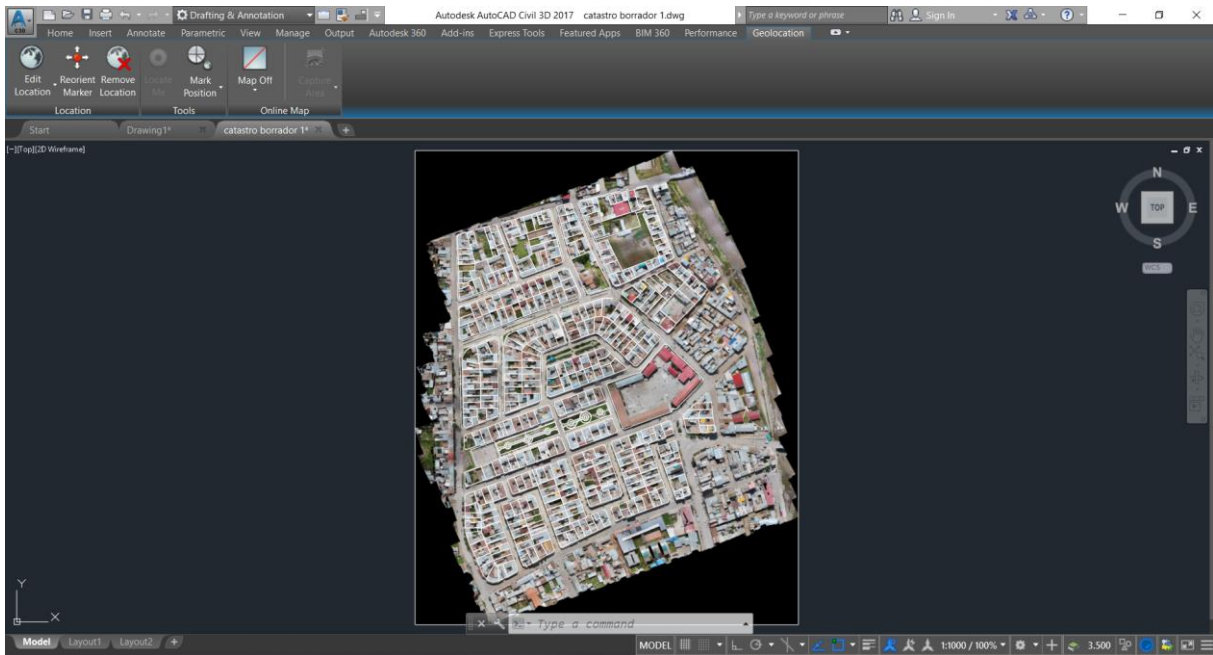
Figura 90: Exportación de la ortofoto.



Fuente: Elaboración propia.

Se procede a dibujar con polilíneas los bordes de las casas, teniendo en cuenta la distribución de la habilitación urbana.

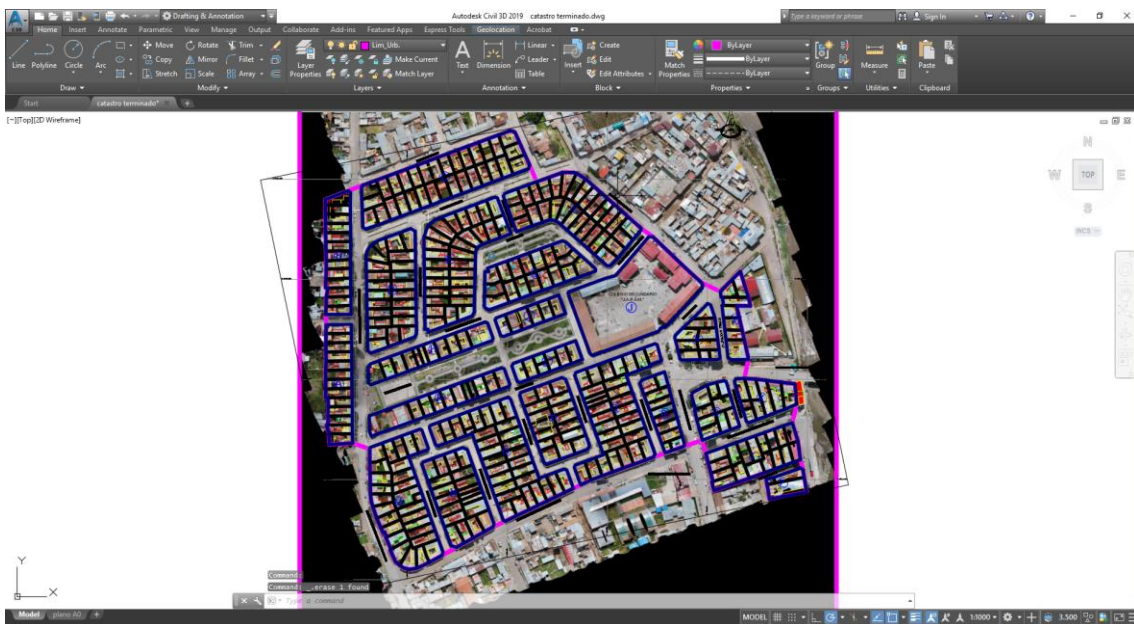
Figura 91: Delineamiento de los lotes.



Fuente: Elaboración propia.

Se utilizan capas para diferenciar las divisiones de las manzanas, lotes y toda la urbanización en estudio.

Figura 92: Selección de las capas para cada elemento.



Fuente: Elaboración propia.

Cada lote se achura según las construcciones existentes dentro de la propiedad y dependerá de sus niveles.






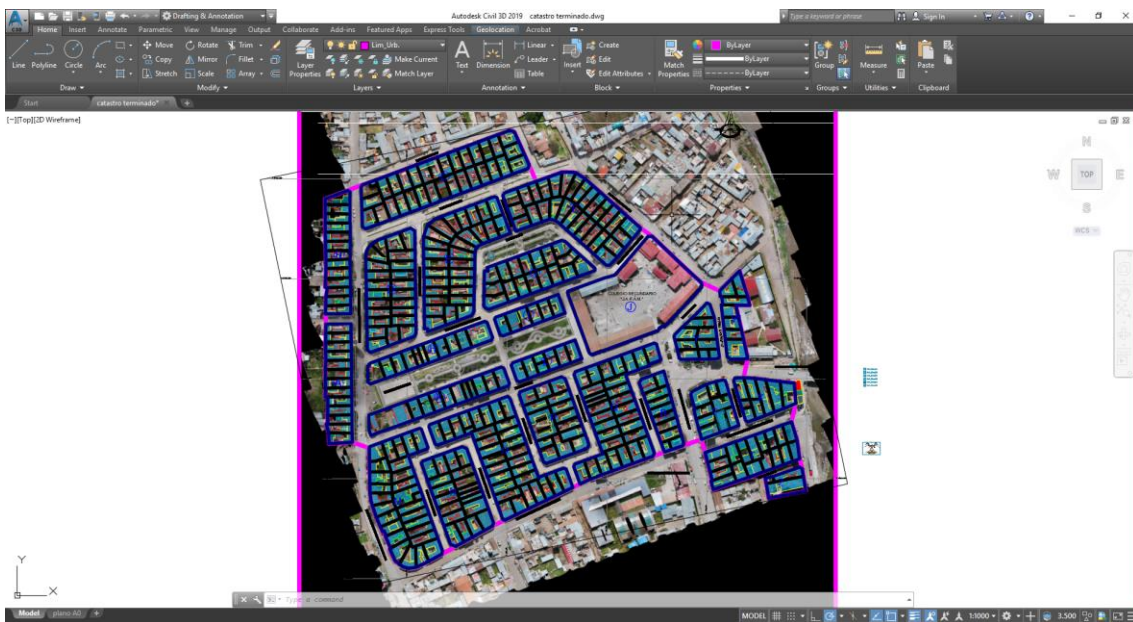
-  **Hat_Bloq1N** Para un piso
-  **Hat_Bloq2N** Para dos pisos
-  **Hat_Bloq3N** Para tres pisos
-  **Hat_Bloq4N** Para cuatro pisos
-  **Hat_Bloq5N** Para cinco piso
-  **Hat_Bloq6N** Para seis pisos

Figura 93: Achurado de los lotes.

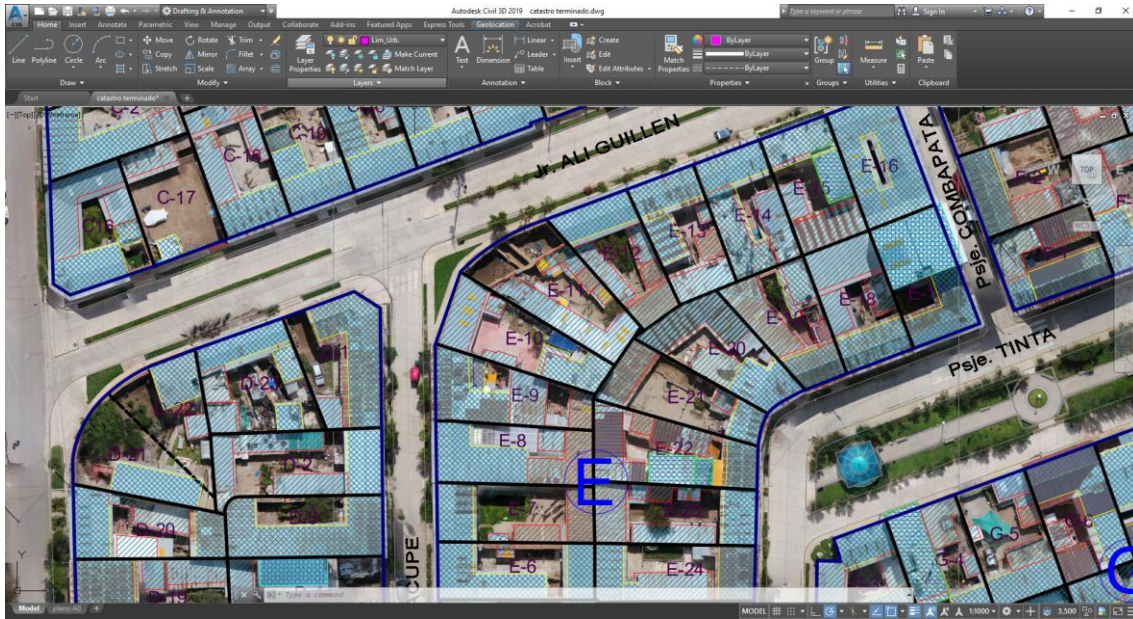


Fuente: Elaboración propia.

Se comienza a enumerar cada lote y cada manzana.

Se considera la misma enumeración y distribución que el plano de la habilitación urbana.

Figura 94: Enumeración de cada lote.



Fuente: Elaboración propia.

c. Toma de datos.

Tabla 10: Numero de lotes existentes por cada manzana.

Manzana	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
N° lotes	13	13	32	23	29	29	17	12	6	1	11	7
Manzana	M	N	O	P	Q	R	S	T	W	X	Y	Z
N° lotes	29	19	30	16	29	9	9	17	7	8	9	2

Fuente: Elaboración propia.

3.5.4.2 Precisiones horizontales.

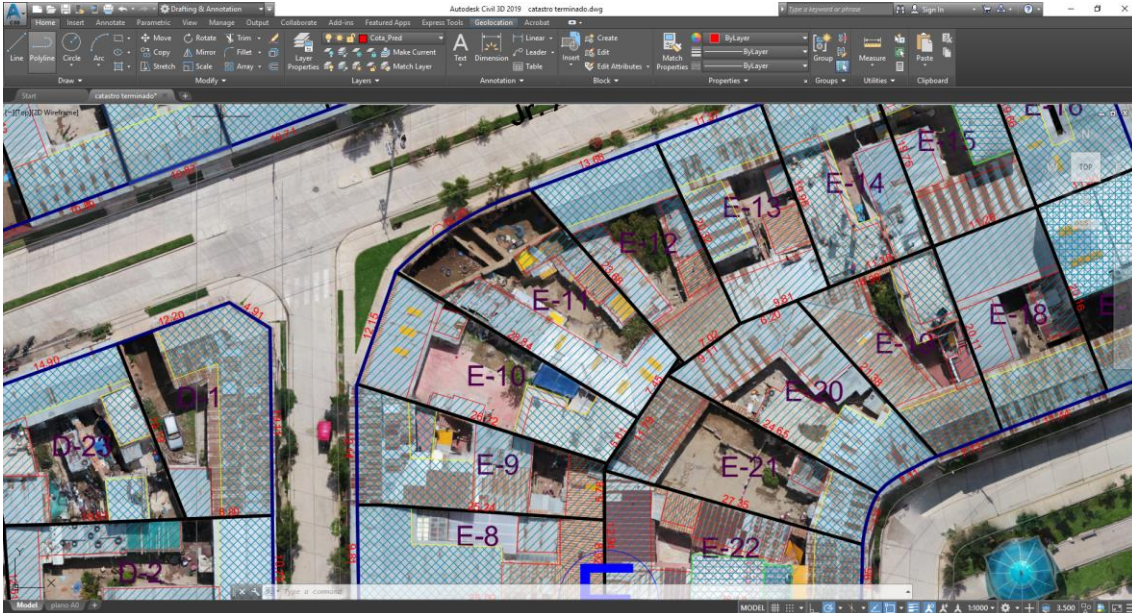
a. Equipos y Materiales

- Software AutoCAD Civil 3D
- Catastro existente (usado por la Municipalidad Provincial de Canchis)
- Wincha
- Libreta de campo
- Hoja de calculo

b. Procedimiento

Una vez obtenido el plano catastral por el método indirecto se comienza a acotar para conocer sus medidas de cada lote.

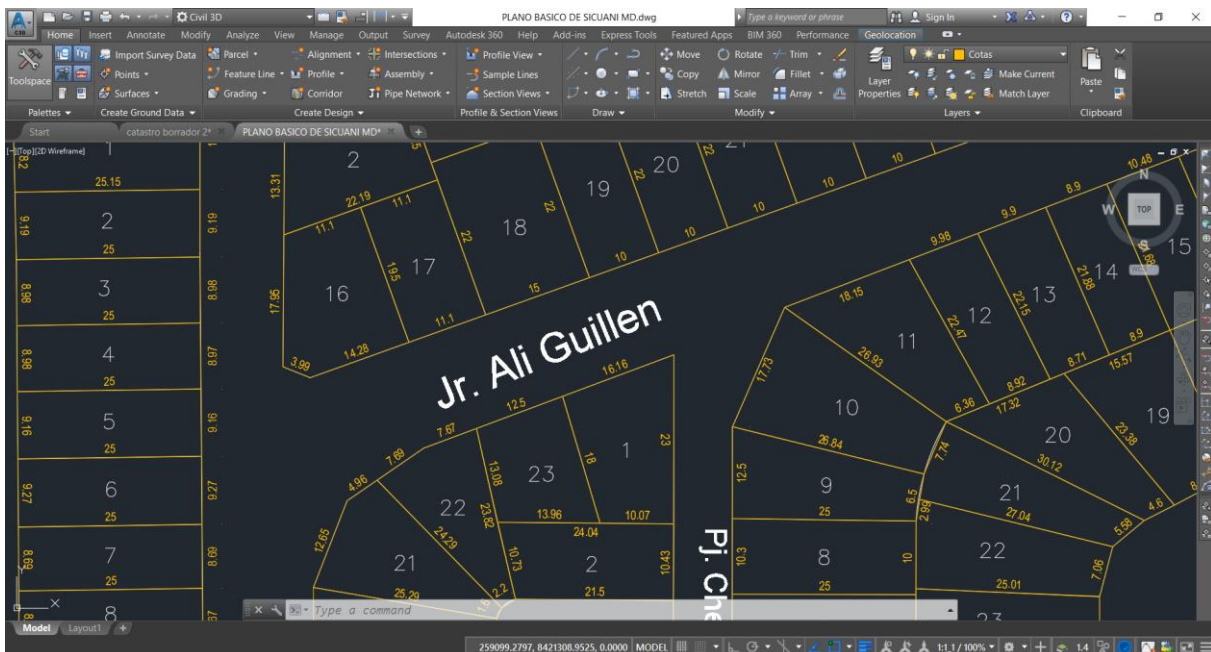
Figura 95: Acotamiento de lotes (método indirecto).



Fuente: Elaboración propia.

Se utiliza el catastro proporcionado por la Municipalidad Provincial de Canchis y se hace el mismo procedimiento de acotación.

Figura 96: Acotamiento de lotes (método directo)



Fuente: Elaboración propia.

Por último, se toman los datos de manera directa utilizando una wincha y midiendo la fachada de cada lote, estas medidas serán las medidas “reales” con las cuales se comprobarán con los datos del levantamiento directo y el levantamiento indirecto.

Figura 97: Medidas tomadas directamente.



Fuente: Elaboración propia.

c. Toma de datos.

Tabla 11: Medidas de las frenteras de los lotes.

MANZANA	LOTE	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		MEDIDAS COMPROBADAS EN CAMPO
		MÉTODO INDIRECTO	MÉTODO DIRECTO	
		FRENTE (m)	FRENTE (m)	FRENTE (m)
A	1	9.08	9.42	8.94
	2	9.16	9.5	9.27
	3	9.21	7.88	9.33
	4	9.18	8.92	9.06
	5	8.89	10.12	9.17
	6	9.12	10.11	9.26
	7	9.13	10.12	9.16
	8	9.46	10.12	9.21
	9	8.86	10.12	9.12
	10	9.19	9.82	9.26
	11	9.13	9.83	9.18
	12	9.12	9.83	9.2



MANZANA	LOTE	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		MEDIDAS COMPROBADAS EN CAMPO
		MÉTODO INDIRECTO	MÉTODO DIRECTO	
		FRENTE (m)	FRENTE (m)	FRENTE (m)
A	13	9.23	10.1	9.18
B	1	12.86	15.02	12.9
	2	9.2	9.19	9.28
	3	8.97	8.98	8.97
	4	8.96	8.97	9.14
	5	9.15	9.16	9.2
	6	9.27	9.27	9.27
	7	8.68	8.69	9.16
	8	8.68	8.67	8.55
	9	9.83	9.84	9.89
	10	9.27	9.27	9.33
	11	8.83	8.83	9.04
	12	9.06	9.07	9.13
	13	9.02	10.1	9.53
C	1A	15.01	15.15	15.25
	1B	7.09	6.13	7.21
	2	11.59	13.31	11.41
	3	10.9	15	10.86
	4	10.99	10	10.92
	5	10.74	10	10.82
	6	10.93	10	10.87
	7	10.87	10	11.17
	8	10.87	10	10.59
	9	10.93	10	10.95
	10	10.82	10	10.82
	11	10.56	10	10.62
	12	11.77	10	11.79
	13	10.45	10	10.4
	14	10.56	10	10.54
	15	17.78	20	18
	16	17.45	14.28	17.47
	17	12.42	11.1	12.43
	18	10.89	15	10.89
	19	10.87	10	11
	20	10.71	10	10.78
	21	10.92	10	11
22	11.1	10	11.13	



MANZANA	LOTE	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		MEDIDAS COMPROBADAS EN CAMPO
		MÉTODO INDIRECTO	MÉTODO DIRECTO	
		FRENTE (m)	FRENTE (m)	FRENTE (m)
C	23	10.93	10	11
	24	10.88	10	10.84
	25	10.94	10	11.07
	26	10.93	10	11.02
	27	10.6	10	10.65
	28	10.95	10	10.92
	29	11	10	11.03
	30	13.62	14.67	13.4
	31	20.11	20	19.76
D	1	17.11	16.16	17.42
	2	10.73	10.43	10.7
	3	9.81	9.15	9.83
	4	9.19	9.55	8.34
	5	9.37	9.55	9.41
	6	9.43	9.55	9.34
	7	9.18	9.55	9.22
	8	7.77	9.55	7.9
	9	9.86	9.55	9.97
	10	18.79	18	18.81
	11	12.31	14	12.46
	12	14.83	17.83	14.41
	13	12.41	12.25	12.62
	14	9.21	9.2	9.26
	15	9.34	9.55	9.4
	16	9.2	9.55	9.23
	17	9.26	9.2	9.22
	18	9.45	8.75	9.5
	19	9.53	9.55	9.43
	20	11.99	12	12.26
	21	16.16	17.61	15.88
	22	15.7	15.36	15.26
	23	14.9	12.5	14.91
E	1	23.39	21.36	23.69
	2	11.43	11.5	11.53
	3	8.86	9.2	8.95
	4	8.87	9.2	8.92
	5	9.95	9.2	10



MANZANA	LOTE	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		MEDIDAS COMPROBADAS EN CAMPO	
		MÉTODO INDIRECTO	MÉTODO DIRECTO	FRENTE (m)	
		FRENTE (m)	FRENTE (m)		
E	6	9.22	9.2	9.27	
	7	9.49	9.2	9.74	
	8	9.81	10.3	9.84	
	9	12.14	12.5	12.14	
	10	12.15	17.73	12.17	
	11	16.26	18.15	16.68	
	12	13.66	9.98	13.64	
	13	11.37	9.9	11.42	
	14	11.34	8.9	11.42	
	15	11.36	10.48	11.43	
	16	11.73	9.27	11.16	
	17	11.25	9.26	11.47	
	18	11.44	10.47	11.5	
	19	7.13	8.89	7.08	
	20	7.11	4.6	7.24	
	21	5.5	5.58	5.55	
	22	6.95	7.06	6.9	
	23	8.96	9	9.01	
	24	8.77	9.2	8.9	
	25	8.71	9.2	8.77	
	26	9.15	9.2	9.18	
	27	9.26	9.2	9.37	
	28	19.68	18.69	19.83	
	29	12.24	13.35	12.32	
	F	1	16.9	18	16.82
		2	13.93	9.58	13.95
		3	16.45	15.01	16.45
		4	11.51	11.51	11.51
		5	8.91	9.11	9
6		12.9	12.3	12.97	
7		14.75	12.89	14.85	
8		13.91	19.53	14.08	
9		10.89	10.79	11	
10		10.85	10.5	10.82	
11		9.02	9.2	9.24	
12		9.38	9.2	9.1	
13		9.03	9.2	9.25	
14		9.51	9.2	9.52	
15		8.74	9.2	8.82	
16		19.17	16.43	19.27	



MANZANA	LOTE	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		MEDIDAS COMPROBADAS EN CAMPO
		MÉTODO INDIRECTO	MÉTODO DIRECTO	FRENTE (m)
		FRENTE (m)	FRENTE (m)	
F	17	11.69	12.51	11.6
	18	11.69	12.51	12.27
	19	14.4	12.51	13.87
	20	9.57	9.22	9.58
	21	9.02	9.22	9.03
	22	9.13	9.22	9.15
	23	9.14	9.22	9.18
	24	8	9.27	8.09
	25	6.43	4.97	6.54
	26	5.77	3.83	5.83
	27	8.01	5.28	8.09
	28	10.86	11.5	10.87
G	1	25.89	27	25.82
	2	12.07	9.19	12.3
	3	12.38	12	13.55
	4	11.75	11.9	11.94
	5	11.79	11.9	11.76
	6	11.9	11.9	11.96
	7	11.92	11.9	11.9
	8	11.88	11.9	11.9
	9	11.46	13	11.46
	10	10.06	10	10.01
	11	19.99	20	19.92
	12	14.67	15	14.68
	13	11.48	11.9	11.49
	14	11.95	11.9	11.98
	15	12.04	11.9	12.06
	16	11.85	11.9	11.9
	17	11.88	11.9	11.9
H	1	11.47	11.5	11.47
	2A	5.79	5.7	5.7
	2B	5.67	5.8	5.78
	3	11.5	11.5	11.53
	4	11.46	11.5	11.53
	5	11.35	11.5	11.32
	6	11.39	11.5	11.38
	7	10.45	11.5	10.81
	8	13.02	11.5	13.35
	9	19.17	20.97	19.59
	10	11.95	12	11.96
11	11.62	11.5	11.65	



MANZANA	L O T E	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		MEDIDAS COMPROBADAS EN CAMPO
		MÉTODO INDIRECTO	MÉTODO DIRECTO	FRENTE (m)
		FRENTE (m)	FRENTE (m)	
I	1	11.93	11.5	12.36
	2	12.09	11.5	12.16
	3	10.88	11.5	10.87
	4	11.34	11.5	11.48
	5	11.44	11.5	11.49
	6	11.46	11.5	11.47
J	1	131.23	131.47	129.47
K	1	11.52	11.5	11.47
	2	11.46	11.5	11.47
	3	11.37	11.5	11.41
	4	11.32	11.5	11.58
	5A	5.8	5.8	5.8
	5B	5.83	5.7	5.84
	6	11.37	11.5	11.52
	7	11.45	11.5	11.53
	8	12.15	11.5	12.18
	9	11.33	11.5	11.51
10	20.69	21.36	20.77	
L	1	12.39	11.5	12.2
	2	11.38	11.5	11.47
	3A	11.53	11.5	11.46
	3B	11.48	11.5	11.46
	4	11.36	11.5	11.49
	5	11.37	11.5	11.44
6	11.55	11.5	11.39	
M	1	15.78	13.01	15.91
	2	10.47	10.45	10.55
	3	9.92	10.45	9.92
	4	10.87	10.45	10.97
	5	11.66	10.45	10.95
	6	11.41	11	11.38
	7	9.88	9.5	9.98
	8	8.63	8	8.74
	9	8.05	8	8.04
	10	7.67	8	7.67
	11	7.78	8	7.94
	12	8.22	8	8.07
	13	8.23	8	8.19
	14	8.35	8	8.32
	15	9.44	8	9.45



MANZANA	LOTE	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		MEDIDAS COMPROBADAS EN CAMPO
		MÉTODO INDIRECTO	MÉTODO DIRECTO	FRENTE (m)
		FRENTE (m)	FRENTE (m)	
M	16	17.61	11.33	17.65
	17	14.19	18.99	14.43
	18	17.82	17.32	17.86
	19	18.74	21.28	18.99
	20	12.94	11	13.06
	21	10.62	10	10.44
	22	10.53	11	10.52
	23	12.32	12.03	12.36
	24	12.98	12.96	12.97
	25	9.15	10	9.25
	26	11.76	10	11.75
27	10.42	9.99	10.49	
N	1	17.62	17	17.6
	2	11.56	12.15	11.85
	3	11.54	12.15	11.53
	4	16.08	19	16.08
	5	9.93	9.57	9.85
	6	9.35	9.57	9.56
	7A	4.45	4.73	4.44
	7B	5.05	4.84	4.86
	8	5.59	4.65	5.64
	9	13.39	14.47	13.31
	10	12.42	13.33	12.94
	11	13.03	11.51	13.1
	12	9.91	11	9.96
	13	15.01	15.9	14.92
	14	9.62	9.55	9.65
	15	9.63	9.57	9.6
	16	10.49	9.57	10.54
	17	9.77	9.57	9.77
18	9.4	9.57	9.4	
O	1	9.19	11	9.29
	2	10.34	10	10.62
	3	10.75	10	10.72
	4	10.52	10.6	10.59
	5	10.82	10.5	10.84
	6	10.78	10.5	10.84
	7	11.05	10.5	11.1
	8	12.88	11	13.08
	9	9.61	9.6	9.62
	10	9.87	9.57	9.85



MANZANA	LOTE	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		MEDIDAS COMPROBADAS EN CAMPO
		MÉTODO INDIRECTO	MÉTODO DIRECTO	FRENTE (m)
		FRENTE (m)	FRENTE (m)	
O	11	9.43	9.6	9.43
	12	9.63	9.6	9.65
	13	9.46	9.6	9.54
	14	9.06	9.6	9.05
	15	8.34	8.86	8.26
	16	9.45	9	9.63
	17	10.03	10.01	10.01
	18	9.78	10.01	9.79
	19	10	10.01	10
	20	9.55	10.01	9.5
	21	14.13	14.51	14.12
	22	15.41	13.42	14.96
	23	8.66	8.6	8.69
	24	9.79	9.6	9.6
	25	9.59	9.6	9.58
	26	9.45	9.6	9.57
	P	1	17.44	16
2		16.01	16	16.04
3		17.66	16.83	17.72
4		9.4	9.62	9.38
5		9.42	9.62	9.43
6		9.57	9.62	9.53
7		9.37	9.62	9.42
8		10.02	9.62	10.11
9		16.95	15.28	17.02
10		16.05	16	16.03
11		17.45	16	17.37
12		9.12	9.62	9.14
13		8.83	9.62	8.77
14		9.72	9.62	9.67
15		9.76	9.62	9.93
16		9.49	9.62	9.44
Q	1	13.97	12.83	14.02
	2	12.71	12.05	12.594
	3	12.41	11.48	12.51
	4	12.61	11.47	12.6
	5	11.64	11.5	11.77



MANZANA	LOTE	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		MEDIDAS COMPROBADAS EN CAMPO
		MÉTODO INDIRECTO	MÉTODO DIRECTO	FRENTE (m)
		FRENTE (m)	FRENTE (m)	
Q	6	11.81	11.5	11.82
	7	16.62	12.17	16.44
	10	8.13	9.62	8.12
	11	9.21	9.79	9.08
	12	9.9	9.34	9.9
	13	9.48	9.4	9.48
	14	9.4	9.02	9.48
	15	9.48	9.4	9.48
	16	9.6	9.5	9.52
	17	12.14	12.33	12.11
	18	12.45	11.5	12.52
	19	11.17	11.5	11.22
	20	11.14	11.13	11.18
	21	11.21	11.47	11.35
	22	11.9	11.5	11.9
	23	11.54	11.51	11.48
	24	10	9.46	9.9
	25	9.5	9.32	9.42
	26	9.39	9.4	9.43
	27	9.46	9.43	9.45
28	9.48	9.43	9.65	
29A	4.66	4.7	4.68	
29B	4.74	4.7	4.74	
30	9.51	9.6	9.45	
R	1	11.32	9.83	11.13
	2	9.72	10.03	9.87
	3	9.24	9.03	9
	4	8.06	8.53	7.96
	5	8.05	8.23	8
	6	7.69	8.53	7.93
	7	9.57	9.03	9.52
	8	16.89	17.03	16.93
	9	14.28	13.54	14.15
S	1	17.65	19.19	18.02
	2	9.65	10	9.52
	3	9.94	10.43	9.91
	4	13.11	11.26	12.78
	5	9.7	10	10.08
	6	10.12	10	10.03
	7	11.15	10	11.02
	8	10	10	10.01
	9	9.96	11.26	10.02



MANZANA	L O T E	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		MEDIDAS COMPROBADAS EN CAMPO
		MÉTODO INDIRECTO	MÉTODO DIRECTO	FRENTE (m)
		FRENTE (m)	FRENTE (m)	
T	1	10.06	9.5	10
	2	10.34	9	10.08
	3	8.54	8.5	8.69
	4	9.66	9	9.49
	5	11.06	11	11
	6	10.1	10	10.2
	7	10.13	10	10.12
	8	10.02	10	9.9
	9	9.96	10	10.03
	10	9.56	10	9.85
	11	9.7	10	9.7
	12	7.43	9.76	7.69
	13	9.78	10	10
	14	10.14	10	10.13
	15	10.48	11.65	10.47
	16	16.39	17.01	16.84
	17	13.04	12.99	13.26
W	1	10.99	10	11.19
	2	17.27	17	17.58
	3	8.27	8	8.39
	9	21.02	19.15	20.96
	11	10.03	10	10.4
	12	12.08	12.2	12.15
	13	12.25	12.5	12.4
X	1	12.06	10.74	11.75
	2	11.15	10.74	11.2
	3	10.89	9.29	11.06
	4	14.69	9.29	14.67
	5	14.28	16.08	14.56
	6	9.77	10.04	9.9
	7A	8.99	10.25	8.96
	7B	11.52	10.04	11.53
Y	1	21.51	21.13	21.25
	2	13.49	14	13.76
	3	12.07	12.02	12.54
	4	10.12	10	10.41
	5A	10.27	10	10.49
	5B	9.87	11.5	10.02
	6	11.12	9.96	11.35
	7	10	10	10.27
8	15.57	15	15.73	
Z	1	10.71	10.46	9.96
	2	15.01	11.42	15.16

Fuente: Elaboración propia.

3.5.4.3 Análisis de resultados

a. Equipos y materiales

- Hoja de calculo
- Encuestas
- Estación total
- Prismas
- Porta prismas
- GPS
- Radios
- Laptop
- Software (AutoCAD civil 3D)

b. Procedimiento

Se hacen encuestas a diferentes empresas que hagan levantamientos catastrales para tener un estimado del costo y el tiempo que tomarán para hacer dicho trabajo.

Para la validación de estos datos se decide hacer el levantamiento de topográfico con el método directo de una manzana, anotamos el tiempo y el costo que nos tomó en hacer el trabajo

Figura 98: Estacionamiento y configuración de la estación total.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 99: Colocación del GPS para la configuración de la estación.



Fuente: Elaboración propia.

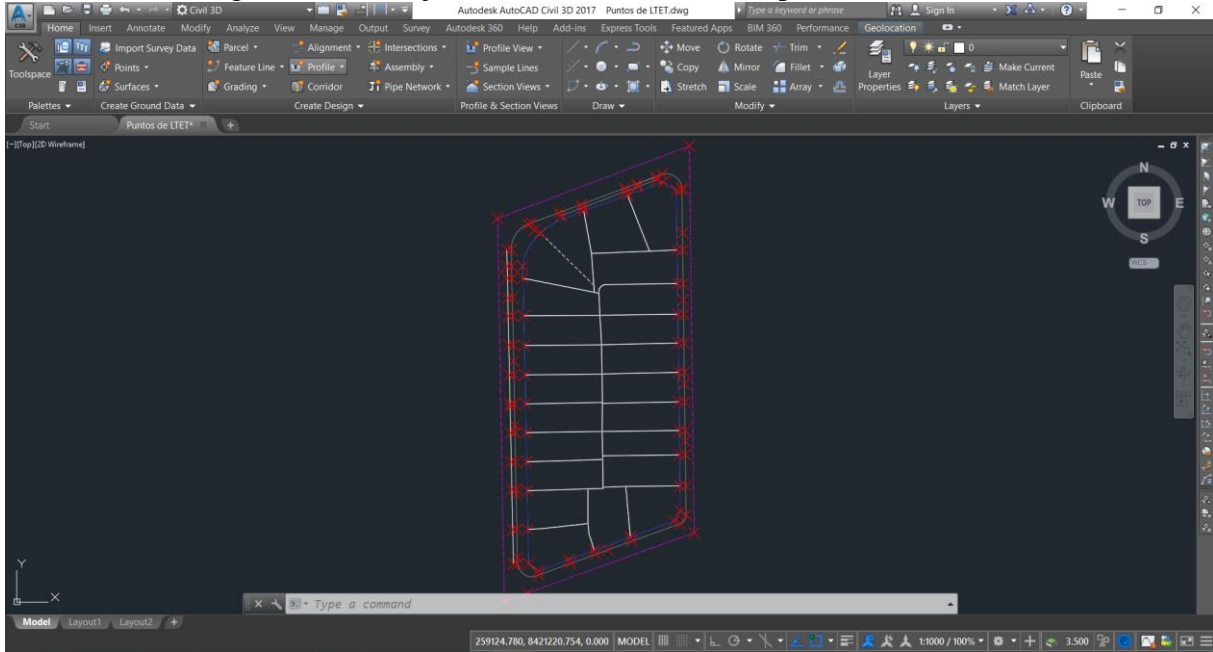
Figura 100: Toma de puntos de la manzana D.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenidos los puntos se procede a exportarlos y dibujarlos, para este proceso también se mide el tiempo y costo que demora.



Figura 101: Dibujo de la manzana D con los puntos levantados.



Fuente: Elaboración propia.



c. Toma de datos

Figura 102: Encuesta N° 1.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL "Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional"		FC-01
Programa de Investigación Científica para el Desarrollo Sostenible - Convenio UAC Municipalidad Provincial de Qanchis			
TESIS: "VENTAJAS DEL MÉTODO INDIRECTO EN EL LEVANTAMIENTO CATASTRAL EN CUANTO A LA PRECISIÓN, RELACIÓN TIEMPO-BENEFICIO Y RELACIÓN COSTO-BENEFICIO DE LA URBANIZACIÓN MANUEL PRADO DEL SECTOR 3 DEL DISTRITO DE SICUANI			
Responsable: <u>FERNANDO DELGADO</u>		Fecha: <u>11.10.2019</u>	
COTIZACIÓN DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS			
EMPRESA: <u>DEL TOP INGENIEROS</u>			
COSTO TOTAL <u>S/ 3000</u>		TELÉFONO: <u>930 326610</u>	
TIEMPO DE EJECUCIÓN <u>12 días - 15 días</u>			
DIRECCIÓN <u>Av. DE LA CULTURA 1114 Of 106</u>			
DESCRIPCIÓN: <u>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA URB. MANUEL PRADO DEL SECTOR 3 DEL DISTRITO DE SICUANI</u>			
ÁREA APROXIMADA: <u>13 HA</u>			



Fuente: Elaboración propia.

Figura 103: Encuesta N° 2.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL "Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional"		FC-02
Programa de Investigación Científica para el Desarrollo Sostenible - Convenio UAC Municipalidad Provincial de Qachis			
TESIS: "VENTAJAS DEL MÉTODO INDIRECTO EN EL LEVANTAMIENTO CATASTRAL EN CUANTO A LA PRECISIÓN, RELACIÓN TIEMPO-BENEFICIO Y RELACIÓN COSTO-BENEFICIO DE LA URBANIZACIÓN MANUEL PRADO DEL SECTOR 3 DEL DISTRITO DE SICUANI			
Responsable: GIOVANNI CRUZ HUAYAN		Fecha: 11/09/19	
COTIZACIÓN DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS			
EMPRESA:			
COSTO TOTAL S/. 2500		TELÉFONO: 984 337686	
TIEMPO DE EJECUCIÓN 5 días - 9 días			
DIRECCIÓN Av. Cultura N° 1001 Int Of. 207			
DESCRIPCIÓN: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA URB. MANUEL PRADO DEL SECTOR 3 DEL DISTRITO DE SICUANI ÁREA APROXIMADA: 13 HA			

Fuente: Elaboración propia.

Figura 104: Encuesta N° 3.

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL "Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional"		FC-03
Programa de Investigación Científica para el Desarrollo Sostenible - Convenio UAC Municipalidad Provincial de Qachis			
TESIS: "VENTAJAS DEL MÉTODO INDIRECTO EN EL LEVANTAMIENTO CATASTRAL EN CUANTO A LA PRECISIÓN, RELACIÓN TIEMPO-BENEFICIO Y RELACIÓN COSTO-BENEFICIO DE LA URBANIZACIÓN MANUEL PRADO DEL SECTOR 3 DEL DISTRITO DE SICUANI			
Responsable: ING. VICTOR QUIBPE HUAYAN		Fecha: 11/09/19	
COTIZACIÓN DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS			
EMPRESA: INGECON Q SAC			
COSTO TOTAL S/. 3800		TELÉFONO: 978 175210	
TIEMPO DE EJECUCIÓN 7 días - 10 días			
DIRECCIÓN Av. DE LA CULTURA			
DESCRIPCIÓN: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA URB. MANUEL PRADO DEL SECTOR 3 DEL DISTRITO DE SICUANI ÁREA APROXIMADA: 13 HA			

Fuente: Elaboración propia.

Figura 105: Encuesta N° 4.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL "Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional"		<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">FC-04</div>
Programa de Investigación Científica para el Desarrollo Sostenible - Convenio UAC Municipalidad Provincial de Qachis		
TESIS: "VENTAJAS DEL MÉTODO INDIRECTO EN EL LEVANTAMIENTO CATASTRAL EN CUANTO A LA PRECISIÓN, RELACIÓN TIEMPO-BENEFICIO Y RELACIÓN COSTO-BENEFICIO DE LA URBANIZACIÓN MANUEL PRADO DEL SECTOR 3 DEL DISTRITO DE SICUANI Responsable: <u>EDGAR ZAGA DE LA CRUZ</u> Fecha: <u>11/09/19</u>		
COTIZACIÓN DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS		
EMPRESA: <u>ZECONS INGENIEROS</u>		
COSTO TOTAL <u>S/. 2500</u>		TELÉFONO: <u>944 916669</u>
TIEMPO DE EJECUCIÓN <u>7 días - 10 días</u>		
DIRECCIÓN <u>Av. DE LA CULTURA 1002 Of. 213</u>		
DESCRIPCIÓN: <u>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA URB. MANUEL PRADO DEL SECTOR 3 DEL DISTRITO DE SICUANI</u> ÁREA APROXIMADA: <u>13 HA</u>		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Puntos levantados por el método directo para la manzana D.

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	ALTURA (m)	DESCRIPCIÓN
1	259113.2196	8421238.501	3531.9014	BM
2	259106.8362	8421242.272	3531.5784	Esquina
3	259108.7671	8421245.574	3530.0372	Esquina
4	259108.7132	8421241.399	3531.9299	Vereda
5	259110.6401	8421244.209	3531.2325	Vereda
6	259092.7747	8421237.179	3531.1412	Lindero
7	259093.2719	8421235.806	3531.8142	Vereda
8	259108.6919	8421253.498	3530.373	Lindero
9	259110.5207	8421253.522	3530.522	Vereda
10	259081.2285	8421232.906	3529.1021	Lindero
11	259081.7033	8421231.616	3531.5068	Vereda
12	259085.5111	8421232.995	3530.679	Vereda
13	259063.4687	8421225.011	3531.8764	Vereda
14	259063.3042	8421226.308	3530.4775	Esquina
15	259073.1559	8421229.934	3530.1122	Lindero
16	259073.6153	8421228.686	3530.0569	Vereda
17	259059.8428	8421219.257	3531.9963	Lim
18	259052.413	8421216.579	3529.4274	lim
19	259108.564	8421263.429	3530.4545	Lindero
20	259110.3935	8421263.452	3529.7581	Vereda
21	259108.465	8421271.198	3530.8203	Lindero
22	259110.2939	8421271.221	3529.2014	Vereda
23	259108.3474	8421280.373	3529.7958	Lindero



PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	ALTURA (m)	DESCRIPCIÓN
24	259110.1766	8421280.373	3529.903	Vereda
25	259108.2266	8421289.803	3529.4174	Lindero
26	259110.0557	8421289.803	3531.1888	Vereda
27	259108.1065	8421299.173	3530.3935	Lindero
28	259109.9357	8421299.173	3531.9634	Vereda
29	259107.9888	8421308.359	3531.3943	Lindero
30	259109.8179	8421308.359	3531.5627	Vereda
31	259107.8636	8421318.172	3529.9086	Lindero
32	259109.6922	8421318.172	3529.2727	Vereda
33	259107.7255	8421328.9	3530.3387	Lindero
34	259109.5544	8421328.924	3529.0937	Vereda
35	259107.4802	8421348.005	3530.939	Esquina
36	259109.3095	8421348.029	3531.3902	Vereda
37	259111.6759	8421362.159	3530.7846	Lim
38	259109.2994	8421348.816	3531.2249	Vereda
39	259109.5544	8421334.4	3531.788	Vereda
40	259103.3253	8421350.621	3530.0503	Esquina
41	259103.0025	8421353.123	3529.8764	Vereda
42	259109.6922	8421312.895	3531.76	Vereda
43	259110.0557	8421286.12	3529.7866	Vereda
44	259110.2939	8421267.765	3529.8623	Vereda
45	259091.8867	8421346.391	3530.7705	Lindero
46	259091.3985	8421347.688	3529.5581	Area Verde
47	259091.0289	8421348.682	3529.6039	Vereda
48	259095.2325	8421349.126	3530.1251	Area Verde
49	259094.8937	8421349.959	3529.9475	Area Verde
50	259100.9449	8421352.212	3529.2191	Area Verde
51	259101.2671	8421351.388	3530.7721	Area Verde
52	259077.8517	8421341.389	3530.635	Lindero
53	259077.4562	8421342.439	3530.6378	Area Verde
54	259077.0656	8421343.49	3530.0667	Vereda
55	259063.9741	8421334.334	3531.3778	Lindero
56	259059.9462	8421337.123	3531.1283	Vereda
57	259061.0076	8421337.519	3530.0867	Vereda
58	259070.4499	8421339.802	3529.1806	Area Verde
59	259070.0487	8421340.881	3531.2172	Vereda
60	259050.2826	8421338.999	3530.3284	Lim
61	259054.6844	8421329.004	3530.6784	Vereda
62	259058.3241	8421323.772	3530.9292	Esquina
63	259054.7676	8421323.716	3529.2744	Vereda
64	259058.3854	8421319.876	3529.3065	Lindero
65	259054.828	8421319.876	3530.9462	Vereda
66	259058.6482	8421307.892	3530.6214	Lindero
67	259055.0927	8421307.791	3531.3507	Vereda



PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	ALTURA (m)	DESCRIPCIÓN
68	259058.9172	8421298.364	3530.7429	Lindero
69	259055.3576	8421298.542	3530.1665	Vereda
70	259059.0684	8421288.965	3530.386	Lindero
71	259055.5123	8421288.907	3531.8253	Vereda
72	259059.2004	8421279.704	3531.5407	Lindero
73	259055.6432	8421279.654	3530.524	Vereda
74	259059.375	8421270.507	3531.7439	Lindero
75	259055.8172	8421270.507	3531.032	Vereda
76	259059.5661	8421261.168	3530.2324	Lindero
77	259056.0077	8421261.168	3530.4846	Vereda
78	259059.7875	8421251.962	3529.994	Lindero
79	259056.1753	8421252.348	3529.298	Vereda
80	259059.9751	8421239.551	3530.5799	Lindero
81	259056.4197	8421239.484	3529.6925	Vereda
82	259060.1844	8421228.581	3530.7504	Esquina
83	259056.6281	8421228.511	3530.3752	Vereda
84	259056.5893	8421230.554	3529.7998	Vereda
85	259056.1753	8421250.728	3530.289	Vereda
86	259055.8172	8421272.869	3530.236	Vereda
87	259055.4408	8421293.364	3531.1987	Vereda
88	259054.9271	8421313.569	3529.0625	Vereda
89	259053.2228	8421329.009	3531.2264	Eje de Vía
90	259053.2228	8421323.716	3529.3289	Eje de Vía
91	259053.2228	8421319.876	3530.753	Eje de Vía
92	259053.5489	8421313.53	3531.5373	Eje de Vía
93	259053.6686	8421307.791	3531.8587	Eje de Vía
94	259053.8651	8421298.518	3531.9578	Eje de Vía
95	259054.0262	8421288.907	3530.5756	Eje de Vía
96	259054.3019	8421279.654	3529.569	Poste
97	259054.2813	8421278.76	3530.9921	Eje de Vía
98	259054.5011	8421270.507	3531.2272	Eje de Vía
99	259054.6109	8421261.168	3529.6525	Eje de Vía
100	259054.8382	8421252.323	3529.7745	Eje de Vía
101	259055.0705	8421239.484	3529.7121	Eje de Vía
102	259055.3397	8421228.511	3531.1421	Eje de Vía
103	259062.0931	8421335.266	3529.1659	Poste

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: Validación de costo del levantamiento con el método directo.

Costo de Levantamiento Método Directo	Mza D	Urb. Manuel Prado
Tiempo de Ejecución (hrs)	5.17	98.57
Alquiler de estación Total (S/)	42.00	801.3
Topografo	75.69	1444.1
Peon	49.99	953.8
Total (soles)	167.68	3199.20

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14: Validación del tiempo del levantamiento con el método directo.

Tiempo de Levantamiento Método Directo	Mza D	Urb. Manuel Prado
Area (Ha)	0.76	14.50
Estacionamiento de equipo (hr)	0.50	9.54
Toma de puntos con E.T (hr)	3.50	66.78
Cambio de punto de estación (hr)	0.33	6.36
Exportación de Puntos (hr)	0.08	1.59
Elaboracion de planos catastrales (hr)	0.75	14.31
Total (hr)	5.17	98.57

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15: Tiempo de ejecución del levantamiento catastral con el método indirecto.

TIEMPO DE EJECUCION DEL LEVANTAMIENTO CATASTRAL	
ACTIVIDAD	INDIRECTO (Horas)
Trabajo en campo	
F1: Planificación	
Selección de zona de vuelo	0.25
Colocación de puntos de control	
Extracción de imagen satelital	0.16
Superposición de puntos en la imagen	0.5
Replanteo y monumentación de PC	5
Levantamiento topografico de PC	6
Procesamiento de PC	0.25
F2: Fase de Vuelo	
Selección de zona de despegue y aterrizaje	0.25
Simulación de vuelo	0.33
Captura de Información	2
Proceso de digitalización	
F3: Proceso de Ortorectificación	
Gneración del Modelo Digital de Superficie	5
Generación del Mosaico Ortorectificado	4
F4: Validación del Mosaico Ortorectificado	
Generación de Planos Catastrales	21
Total	44.74

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Costo de ejecución del levantamiento catastral con el método indirecto.
Presupuesto

Presupuesto	0102027	LENVANTAMIENTO CATASTRAL CON EL MÉTODO INDIRECTO			
Subpresupuesto	001	LENVANTAMIENTO CATASTRAL CON EL MÉTODO INDIRECTO			
Cliente	S10 S.A.C.			Costo al	12/09/2019
Lugar	CUSCO - CANCHIS - SICUANI				

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJO EN CAMPO				1,494.60
01.01	F1: PLANIFICACIÓN				936.30
01.01.01	SELECCION DE LA ZONA DE VUELO	ha	13.00	3.42	44.46
01.01.02	COLOCACIÓN DE PUNTOS DE CONTROL				891.84
01.01.02.01	EXTRACCIÓN DE IMAGEN SATELITAL	und	1.00	6.83	6.83
01.01.02.02	SUPERPOSICIÓN DE PUNTOS EN LA IMAGEN	und	38.00	0.95	36.10
01.01.02.03	REPLANTEO Y MONUMENTACIÓN DE PC	und	38.00	9.79	372.02
01.01.02.04	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE PC	ha	13.00	35.69	463.97
01.01.02.05	PROCESAMIENTO DE PC	und	38.00	0.34	12.92
01.02	F2: FASE DE VUELO				558.30
01.02.01	SELECCION DE LA ZONA DE DESPEGUE Y ATERRIZAJE	glb	1.00	48.70	48.70
01.02.02	SIMULACION DE VUELO	und	3.00	77.40	232.20
01.02.03	CAPTURA DE INFORMACION	glb	1.00	277.40	277.40
02	PROCESO DE DIGITALIZACIÓN				1,039.03
02.01	F3: PROCESO DE ORTORECTIFICACIÓN				469.70
02.01.01	GENERACION DEL MODELO DIGITAL DE SUPERFICIE	und	1.00	170.80	170.80
02.01.02	AJUSTES CON PUNTOS DE CONTROL	und	1.00	85.40	85.40
02.01.03	GENERACION DEL MOSAICO ORTORECTIFICADO	und	1.00	213.50	213.50
02.02	F4: VALIDACION DEL MOSAICO ORTORECTIFICADO				569.33
02.02.01	GENERACION DE PLANOS CATASTRALES	und	1.00	569.33	569.33
	Costo Directo				2,533.63

SON : DOS MIL QUINIENTOS TRENTITRES Y 63/100 NUEVOS SOLES

Fuente: Elaboración propia.

3.6 Procedimientos de análisis de datos

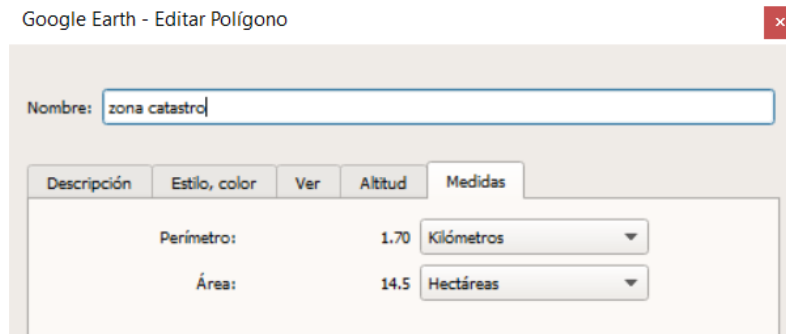
3.6.1 Fase 1 - Planificación.

3.6.1.1 Verificación de la zona de vuelo.

a. Procesamiento.

Utilizando el comando de propiedades de polígono del software Google Earth Pro, podemos determinar el área de cualquier elemento dibujando un polígono alrededor de la zona de interés.

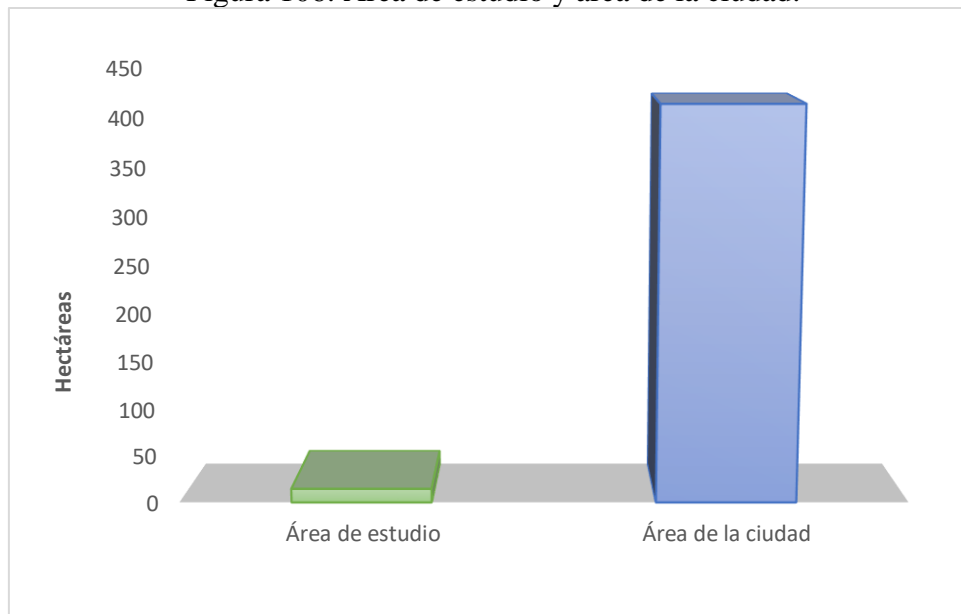
Tabla 17: Área de la zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia.

b. Diagramas.

Figura 106: Área de estudio y área de la ciudad.



Fuente: Elaboración propia.

c. Análisis de pruebas.

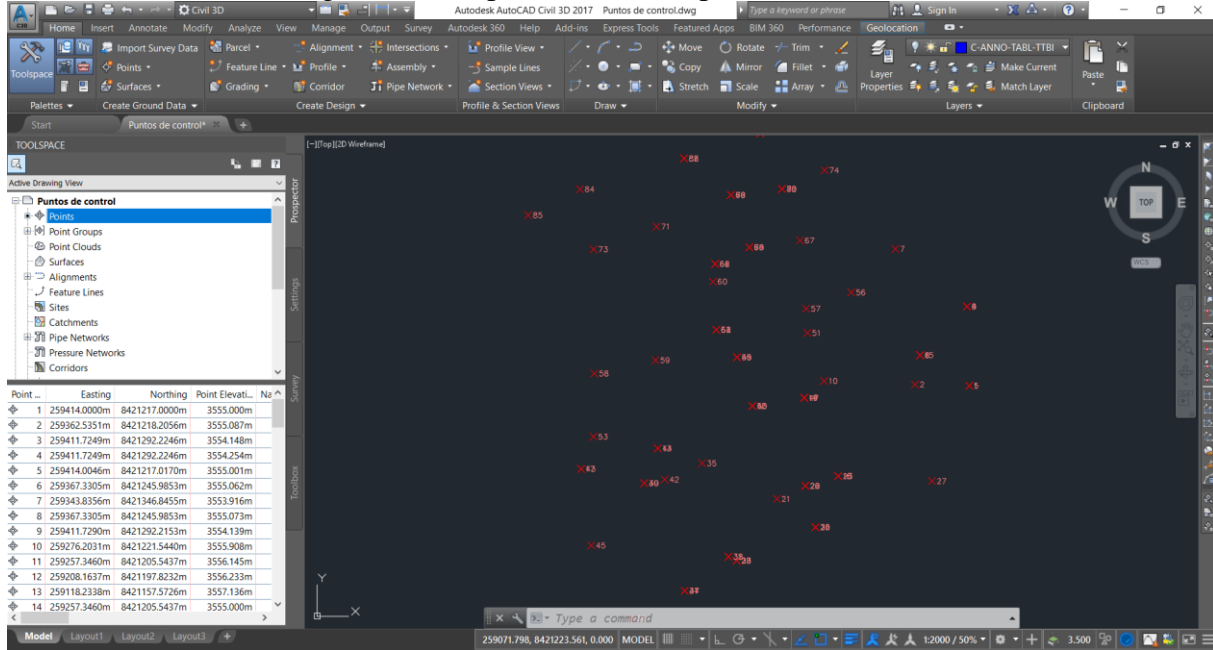
Observamos que el área de estudio que realizaremos representa el 3.51% de toda el área urbanística del distrito de Sicuani.

El tiempo de ejecución de esta actividad fue de 0.25 hrs e involucra un costo de S/ 44.46.

3.6.1.2 Levantamiento de los puntos de control.

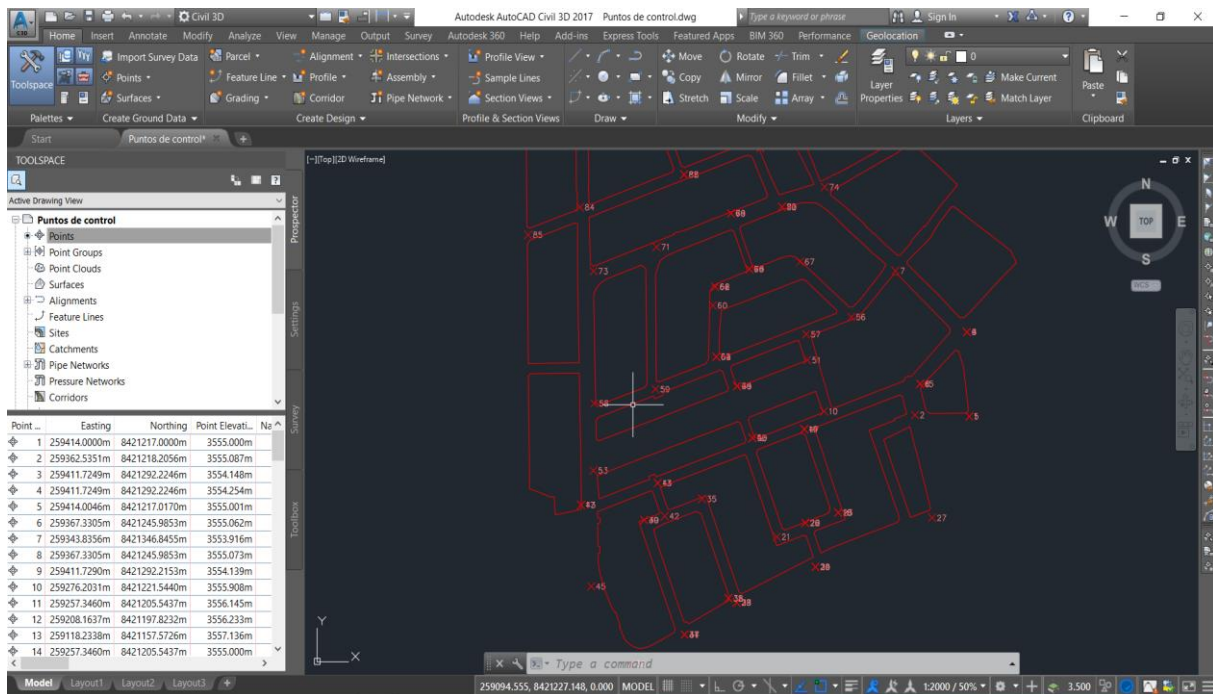
a. Procesamiento.

Figura 107: Exportación de los puntos de control.



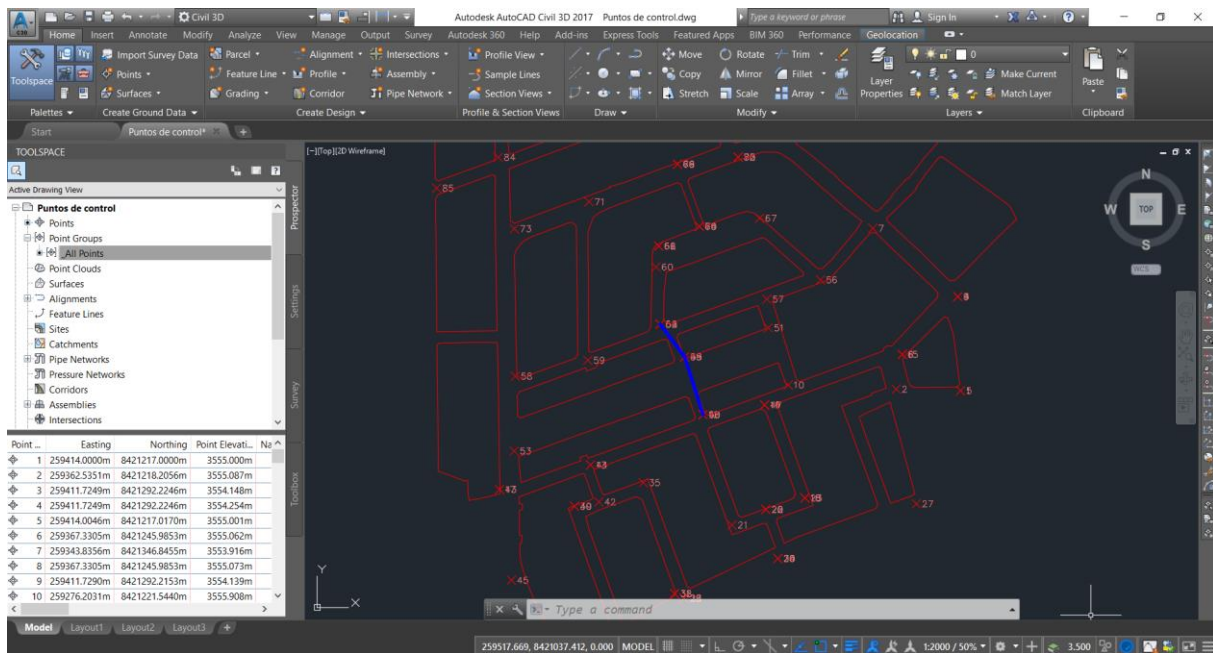
Fuente: Elaboración propia.

Figura 108: Puntos exportados sobre el catastro existente



Fuente: Elaboración propia.

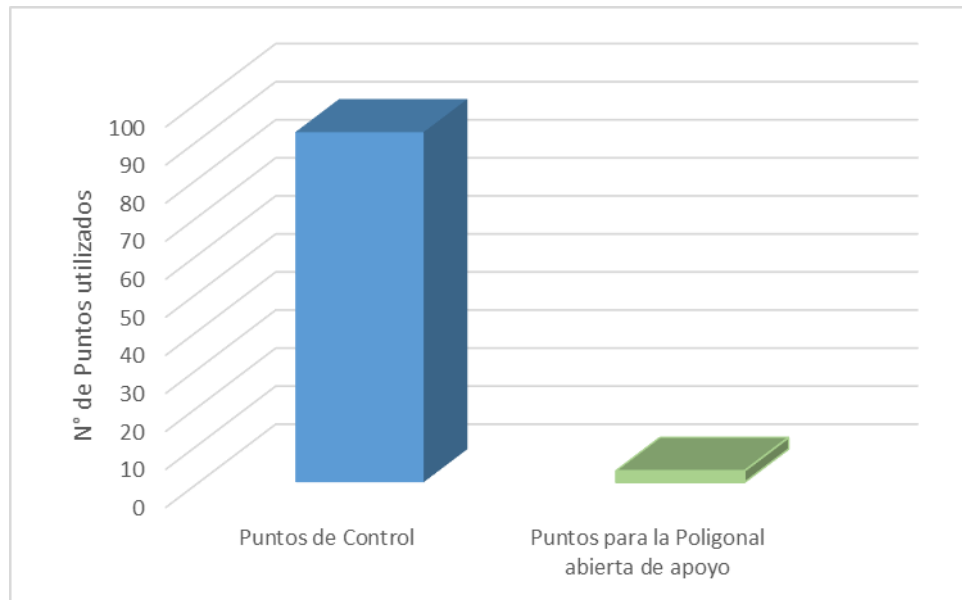
Figura 109: Ubicación del polígono abierto de apoyo



Fuente: Elaboración propia.

b. Diagrama.

Figura 110: Cantidad de área cubierta.



Fuente: Elaboración propia.

c. Análisis de pruebas.

Se tomaron 92 puntos de control, de los cuales 3 fueron seleccionados para representar el polígono abierto de apoyo donde se colocaron placas que representan los BM. El tiempo de ejecución de esta actividad fue de 11.91 hrs e involucra un costo de S/ 891.84 soles.

3.6.2 Fase 2 - Plan de vuelo.

3.6.2.1 Verificación de la zona de despegue y aterrizaje.

a. Procesamiento.

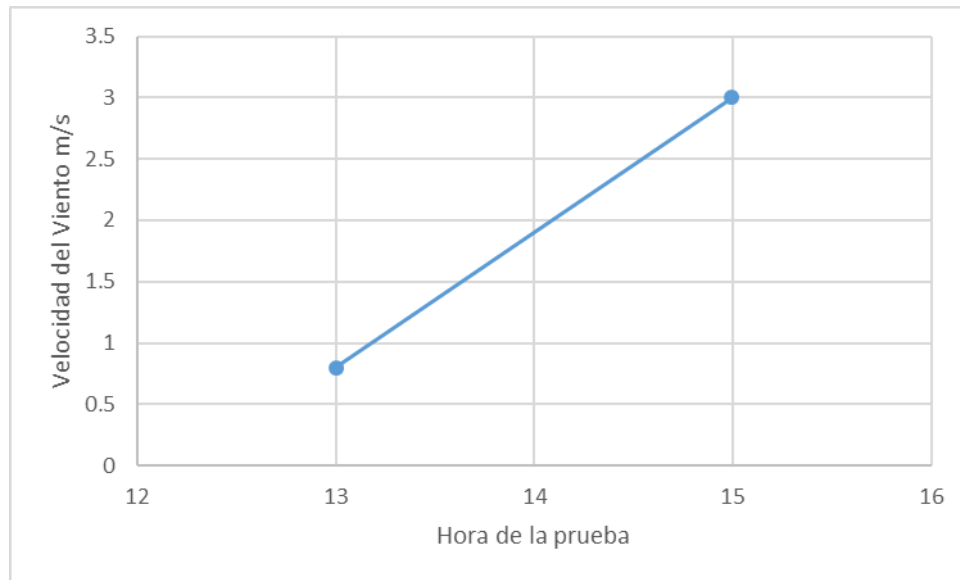
Tabla 18: Velocidad del viento y temperatura ambiente al inicio y final de la prueba.

Hora	Vel m/s	Tem °C
13:00 PM	0.8	28
15:00 PM	3	25

Fuente: Elaboración propia.

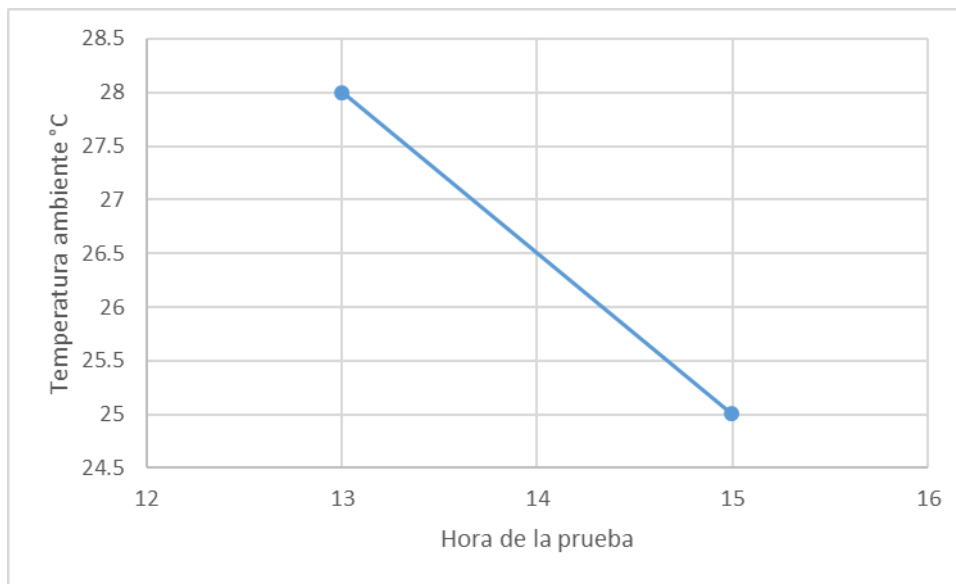
b. Diagrama.

Figura 111: Variación de la velocidad del viento durante la ejecución de la prueba.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 112: Variación de la temperatura ambiente durante la ejecución de la prueba.



Fuente: Elaboración propia.

c. Análisis de pruebas.

Durante la prueba se observa que el incremento en la velocidad del viento es inversamente proporcional a la variación de la temperatura. El tiempo de ejecución de esta actividad fue de 0.25 hrs e involucra un costo de S/ 48.70.

3.6.2.2 Información del vuelo.

a. Procesamiento.

Tabla 19: Datos de los vuelos 1, 2 y 3 a 40 metros de altura.

DATOS	VUELO 1	VUELO 2	VUELO 3	PROMEDIO
Altura de vuelo	40 metros	40 metros	40 metros	40 metros
Precisión por pixel	1.7 cm/px	1.7 cm/px	1.7 cm/px	1.7 cm/px

Fuente: Elaboración propia.

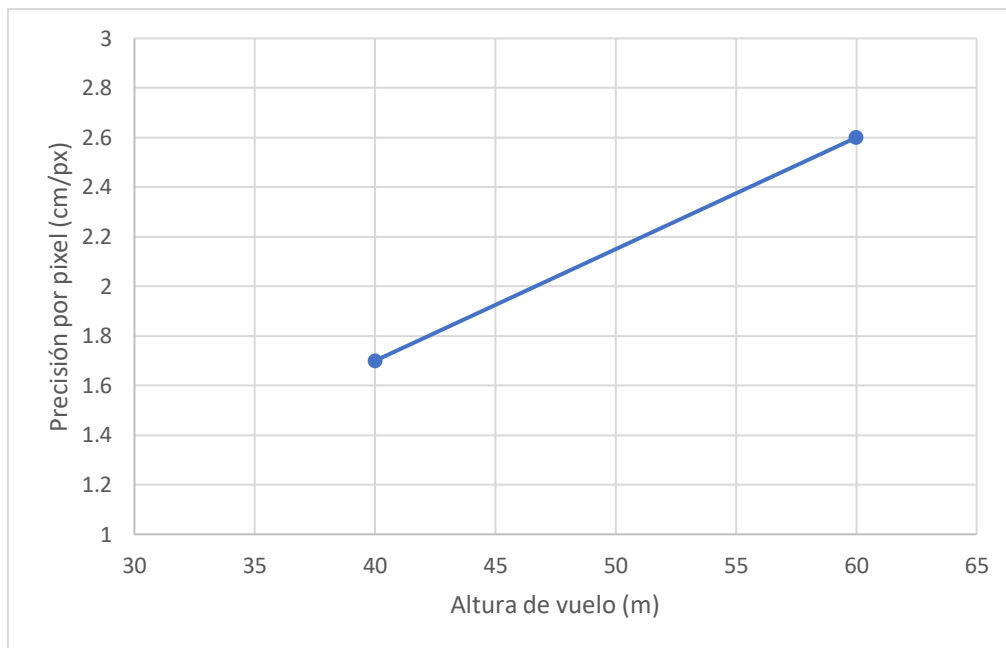
Tabla 20: Datos de los vuelos 4 y 5 a 60 metros de altura.

DATOS	VUELO 4	VUELO 5	PROMEDIO
Altura de vuelo	60 metros	60 metros	60 metros
Precisión por pixel	2.6 cm/px	2.6 cm/px	2.6 cm/px

Fuente: Elaboración propia.

b. Diagrama.

Figura 113: Variación de la precisión con respecto a la altura.



Fuente: Elaboración propia.

c. Análisis de pruebas.

Durante la fase de vuelo se determinó que el incremento de altura disminuye la precisión que tiene la fotografía dado que la longitud del píxel incrementa de 1.7 cm a 2.6 cm. El tiempo de ejecución de esta actividad fue de 0.33 hrs e involucra un costo de S/ 232.20.



3.6.2.3 Exportación de la información.**a. Calculo.**

Tabla 21: Cantidad de fotos tomadas por cada vuelo.

DATOS	VUELO 1	VUELO 2	VUELO 3	VUELO 4	VUELO 5
Altura de vuelo	40 metros	40 metros	40 metros	60 metros	60 metros
Precisión por pixel	1.7 cm	1.7 cm	1.7 cm	2.6 cm	2.6 cm
Nº Fotos	335	337	315	336	331

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: Archivo IMU de las fotografías.

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"</i> 			
Programa de Investigación Científica para el Desarrollo Sostenible - Convenio UAC Municipalidad Provincial de Cuzco			
TESIS: "VENTAJAS DEL MÉTODO INDIRECTO EN EL LEVANTAMIENTO CATASTRAL EN CUANTO A LA PRECISIÓN, RELACIÓN TIEMPO-BENEFICIO Y RELACIÓN COSTO-BENEFICIO DE LA URBANIZACIÓN MANUEL PRADO DEL SECTOR 3 DEL DISTRITO DE SICUANI			
Responsable: David Ricardo Quispe Mamani - Anderson Max Tarco Colque			
Clima: Despejado con vientos moderados (13:00 hrs - 15:00 hrs) Fecha: 04 / 05 / 2018			
VUELO AEROFOTOGRAMÉTRICO			
DATOS RECOLECTADOS POR EL DRONE EN LA FASE DE VUELO			
IMAGEN	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	ALTITUD (m)
DJI_0001.JPG	-14.267516	-71.230771	3699.598
DJI_0002.JPG	-14.267599	-71.230745	3699.498
DJI_0003.JPG	-14.267699	-71.230717	3699.598
DJI_0004.JPG	-14.267782	-71.230693	3699.498
DJI_0005.JPG	-14.267865	-71.230667	3699.498
DJI_0006.JPG	-14.267955	-71.230641	3699.498
DJI_0007.JPG	-14.268046	-71.230614	3699.498
DJI_0008.JPG	-14.268137	-71.230587	3699.498
DJI_0009.JPG	-14.268227	-71.23056	3699.598
DJI_0010.JPG	-14.268333	-71.230528	3699.498
DJI_0011.JPG	-14.268383	-71.230715	3699.598
DJI_0012.JPG	-14.268297	-71.23074	3699.498
DJI_0013.JPG	-14.2682	-71.23077	3699.598
DJI_0014.JPG	-14.268118	-71.230798	3699.498
DJI_0015.JPG	-14.268029	-71.230821	3699.698
DJI_0016.JPG	-14.267943	-71.23085	3699.598
DJI_0017.JPG	-14.267853	-71.230877	3699.398
DJI_0018.JPG	-14.267762	-71.230903	3699.298
DJI_0019.JPG	-14.267673	-71.230934	3699.598
DJI_0020.JPG	-14.267577	-71.230959	3699.598
DJI_0021.JPG	-14.267622	-71.231151	3699.598
DJI_0022.JPG	-14.267693	-71.231129	3699.598
DJI_0023.JPG	-14.267794	-71.231099	3699.698
DJI_0024.JPG	-14.267882	-71.231074	3699.698
DJI_0025.JPG	-14.267969	-71.231048	3699.598
DJI_0026.JPG	-14.26806	-71.231022	3699.598
DJI_0027.JPG	-14.26815	-71.230995	3699.598
DJI_0028.JPG	-14.268241	-71.230968	3699.598
DJI_0029.JPG	-14.268332	-71.230941	3699.498
DJI_0030.JPG	-14.268439	-71.230909	3699.498



<i>IMAGEN</i>	<i>LATITUD (°)</i>	<i>LONGITUD (°)</i>	<i>ALTITUD (m)</i>
DJI_0955.JPG	-71.233388	-14.270333	3710.131
DJI_0956.JPG	-71.233291	-14.270299	3710.231
DJI_0957.JPG	-71.233201	-14.270269	3710.231
DJI_0958.JPG	-71.233119	-14.270243	3710.231
DJI_0959.JPG	-71.232998	-14.270201	3710.231
DJI_0960.JPG	-71.232914	-14.270173	3710.231
DJI_0961.JPG	-71.232831	-14.270146	3710.231
DJI_0962.JPG	-71.232747	-14.270118	3710.131
DJI_0963.JPG	-71.232663	-14.27009	3710.231
DJI_0964.JPG	-71.232539	-14.270048	3710.231
DJI_0965.JPG	-71.232454	-14.27002	3710.231
DJI_0966.JPG	-71.232369	-14.269993	3710.131
DJI_0967.JPG	-71.232285	-14.269966	3710.131
DJI_0968.JPG	-71.232159	-14.269925	3710.131
DJI_0969.JPG	-71.232074	-14.269898	3710.131
DJI_0970.JPG	-71.231991	-14.269871	3710.131
DJI_0971.JPG	-71.231906	-14.269843	3710.131
DJI_0972.JPG	-71.231822	-14.269815	3710.131
DJI_0973.JPG	-71.231696	-14.269775	3710.231
DJI_0974.JPG	-71.231611	-14.269747	3710.231
DJI_0975.JPG	-71.231527	-14.26972	3710.131
DJI_0976.JPG	-71.231444	-14.269693	3710.231
DJI_0977.JPG	-71.231317	-14.26965	3710.131
DJI_0978.JPG	-71.231234	-14.269623	3710.031
DJI_0979.JPG	-71.231149	-14.269596	3710.131
DJI_0980.JPG	-71.231066	-14.269567	3710.231
DJI_0981.JPG	-71.230981	-14.269541	3710.331
DJI_0982.JPG	-71.230854	-14.269496	3710.131
DJI_0983.JPG	-71.23077	-14.269469	3710.131
DJI_0984.JPG	-71.230685	-14.269444	3710.131
DJI_0985.JPG	-71.230603	-14.269415	3710.131
DJI_0986.JPG	-71.230476	-14.269373	3710.131
DJI_0987.JPG	-71.230395	-14.269353	3710.231



<i>IMAGEN</i>	<i>LATITUD (°)</i>	<i>LONGITUD (°)</i>	<i>ALTITUD (m)</i>
DJI_0001.JPG	-14.269186	-71.230645	3661.013
DJI_0002.JPG	-14.269194	-71.23067	3660.913
DJI_0003.JPG	-14.269227	-71.230763	3660.913
DJI_0004.JPG	-14.269266	-71.230888	3660.913
DJI_0005.JPG	-14.269296	-71.230986	3660.713
DJI_0006.JPG	-14.269337	-71.231099	3660.713
DJI_0007.JPG	-14.269375	-71.231215	3660.713
DJI_0008.JPG	-14.269416	-71.231333	3660.913
DJI_0009.JPG	-14.269454	-71.231452	3660.913
DJI_0010.JPG	-14.269499	-71.23157	3661.013
DJI_0011.JPG	-14.26954	-71.231691	3660.813
DJI_0012.JPG	-14.269581	-71.231813	3660.813
DJI_0013.JPG	-14.269622	-71.231932	3660.913
DJI_0014.JPG	-14.269665	-71.232053	3660.813
DJI_0015.JPG	-14.269705	-71.232175	3660.813
DJI_0016.JPG	-14.269748	-71.232296	3660.913
DJI_0017.JPG	-14.269784	-71.23242	3660.813
DJI_0018.JPG	-14.269828	-71.232539	3660.913
DJI_0019.JPG	-14.26987	-71.232659	3660.913
DJI_0020.JPG	-14.269915	-71.232778	3660.913
DJI_0021.JPG	-14.269953	-71.232903	3660.913
DJI_0022.JPG	-14.269996	-71.233022	3660.913
DJI_0023.JPG	-14.270039	-71.233142	3660.913
DJI_0024.JPG	-14.270081	-71.233262	3660.913
DJI_0025.JPG	-14.270117	-71.233372	3660.913
DJI_0026.JPG	-14.270119	-71.23339	3661.013
DJI_0027.JPG	-14.269833	-71.233366	3661.013
DJI_0028.JPG	-14.269826	-71.233311	3660.913
DJI_0029.JPG	-14.269787	-71.233192	3660.913
DJI_0030.JPG	-14.269747	-71.233067	3660.713
DJI_0031.JPG	-14.269708	-71.232953	3660.813
DJI_0032.JPG	-14.269665	-71.232834	3661.013
DJI_0033.JPG	-14.269624	-71.232713	3660.913
DJI_0034.JPG	-14.269585	-71.232591	3660.813
DJI_0035.JPG	-14.269542	-71.232473	3660.813
DJI_0036.JPG	-14.269499	-71.23235	3660.813
DJI_0037.JPG	-14.26946	-71.23223	3660.813
DJI_0038.JPG	-14.269418	-71.23211	3660.913
DJI_0039.JPG	-14.269378	-71.231988	3660.713
DJI_0040.JPG	-14.269335	-71.231868	3660.713
DJI_0041.JPG	-14.269293	-71.231747	3660.813
DJI_0042.JPG	-14.269254	-71.231626	3660.813

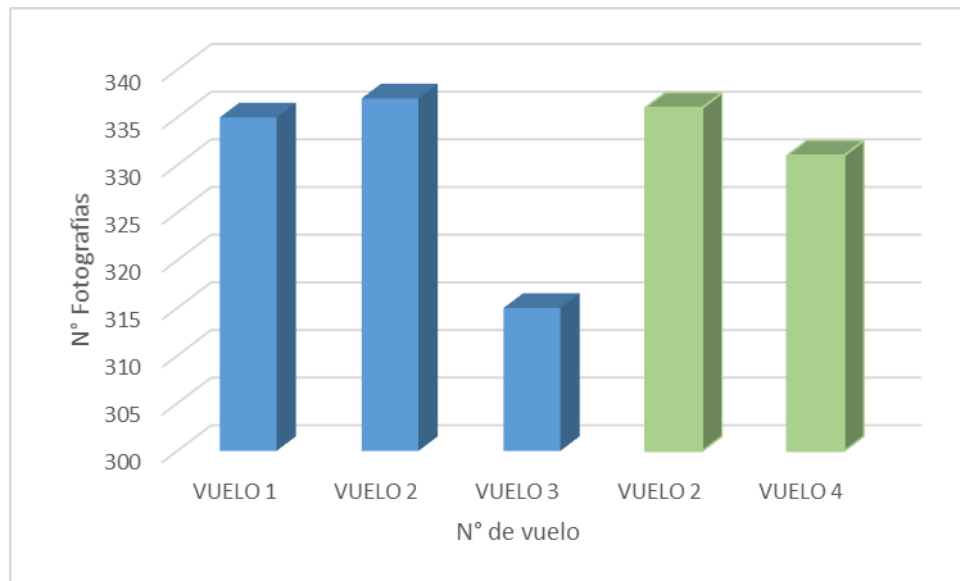


<i>IMAGEN</i>	<i>LATITUD (°)</i>	<i>LONGITUD (°)</i>	<i>ALTITUD (m)</i>
DJI_0631.JPG	-14.270618	-71.233169	3710.231
DJI_0632.JPG	-14.27059	-71.233079	3710.131
DJI_0633.JPG	-14.269703	-71.230912	3710.231
DJI_0634.JPG	-14.269731	-71.230994	3710.131
DJI_0635.JPG	-14.269759	-71.231078	3710.131
DJI_0636.JPG	-14.2698	-71.231203	3710.031
DJI_0637.JPG	-14.269826	-71.231288	3710.131
DJI_0638.JPG	-14.269854	-71.231372	3710.131
DJI_0639.JPG	-14.26988	-71.231456	3710.131
DJI_0640.JPG	-14.269906	-71.23154	3710.131
DJI_0641.JPG	-14.269948	-71.231667	3710.231
DJI_0642.JPG	-14.269321	-71.231453	3705.119
DJI_0643.JPG	-14.269408	-71.231423	3705.119
DJI_0644.JPG	-14.269491	-71.231388	3705.019
DJI_0645.JPG	-14.269566	-71.23136	3705.119
DJI_0646.JPG	-14.269595	-71.231769	3705.019
DJI_0647.JPG	-14.269698	-71.231732	3705.119
DJI_0648.JPG	-14.26956	-71.232197	3704.919
DJI_0649.JPG	-14.269684	-71.232153	3705.019
DJI_0650.JPG	-14.269427	-71.230896	3668.146
DJI_0651.JPG	-14.269014	-71.2305	3667.946
DJI_0652.JPG	-14.269004	-71.230449	3668.046
DJI_0653.JPG	-14.268967	-71.230333	3668.146
DJI_0654.JPG	-14.268922	-71.23021	3668.046
DJI_0655.JPG	-14.26888	-71.230087	3668.246
DJI_0656.JPG	-14.268837	-71.229969	3668.246
DJI_0657.JPG	-14.268794	-71.229849	3668.146
DJI_0658.JPG	-14.268752	-71.229729	3668.046
DJI_0659.JPG	-14.268719	-71.229625	3667.946
DJI_0660.JPG	-14.268716	-71.229611	3667.846
DJI_0661.JPG	-14.268465	-71.229723	3668.446
DJI_0662.JPG	-14.2685	-71.229785	3668.046
DJI_0663.JPG	-14.268549	-71.22991	3667.946
DJI_0664.JPG	-14.268591	-71.230027	3667.946
DJI_0665.JPG	-14.268623	-71.230133	3668.046
DJI_0666.JPG	-14.268634	-71.230159	3668.146
DJI_0667.JPG	-14.269773	-71.231895	3668.446

Fuente: Elaboración propia.

b. Diagrama.

Figura 114: Cantidad de fotos tomadas durante cada vuelo.



Fuente: Elaboración propia.

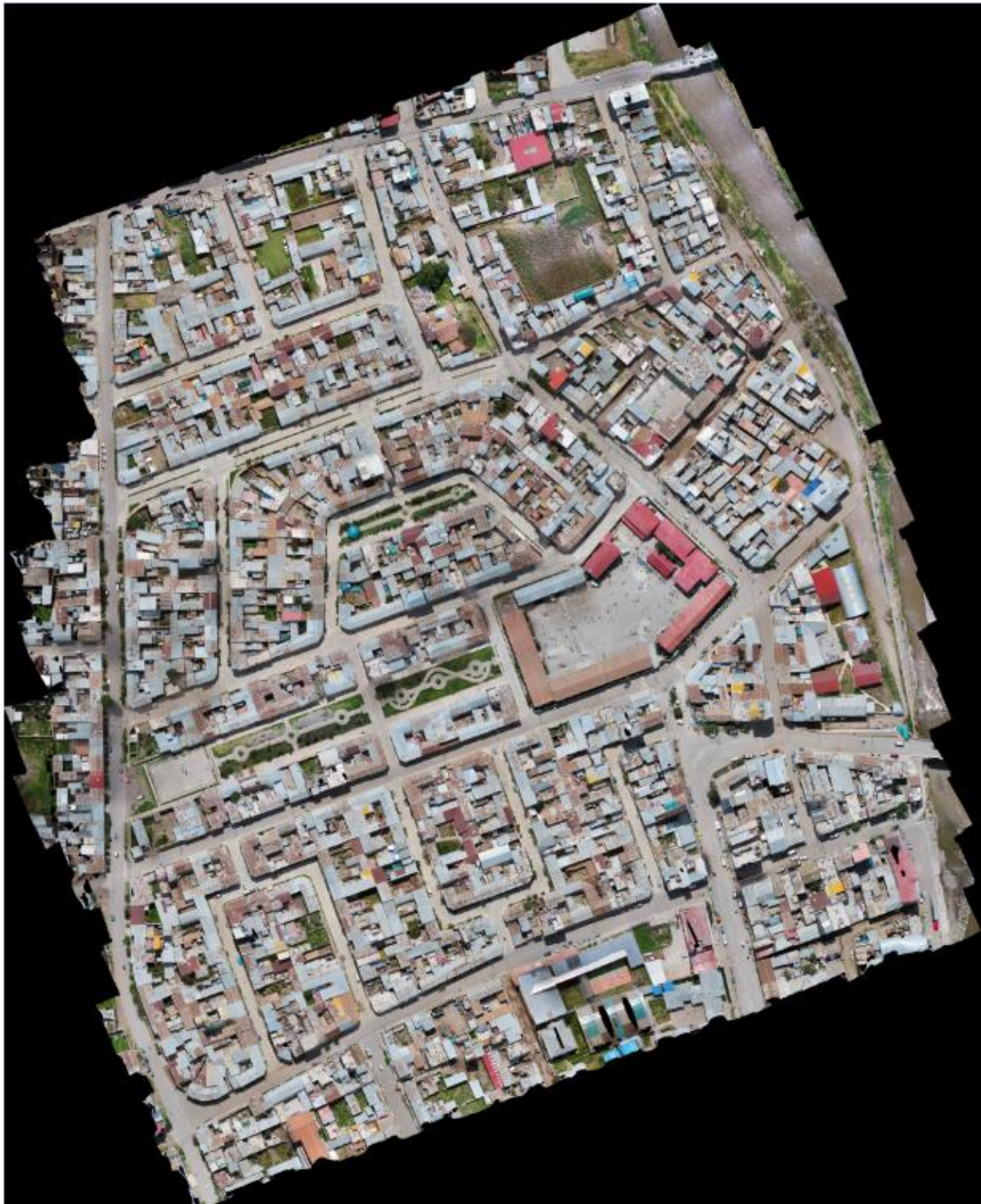
c. Análisis de pruebas.

Durante la fase de vuelo se han recolectado 982 fotografías con 1.7 cm/px de precisión y 667 fotografías con 2.6 cm/px. El tiempo de ejecución de esta actividad fue de 2 hrs e involucra un costo de S/ 277.40.

3.6.3 Fase 3 - Proceso de orto rectificación.**3.6.3.1 Generación del mosaico Orto rectificado.**

a. Cálculo.

Figura 115: Creación de la ortofoto.



Fuente: Elaboración propia.

b. Diagrama.

Tabla 23: Propiedades de la ortofoto.

PROPIEDADES	
Tipo de Archivo	Archivo TIF (.tif)
Tamaño	2.75 GB
Ancho	60294 píxeles
Alto	74554 píxeles
Resolución Horizontal	96 ppp
Resolución Vertical	96 ppp
Longitud Focal	35 mm
Interpretación Fotométrica	RGB

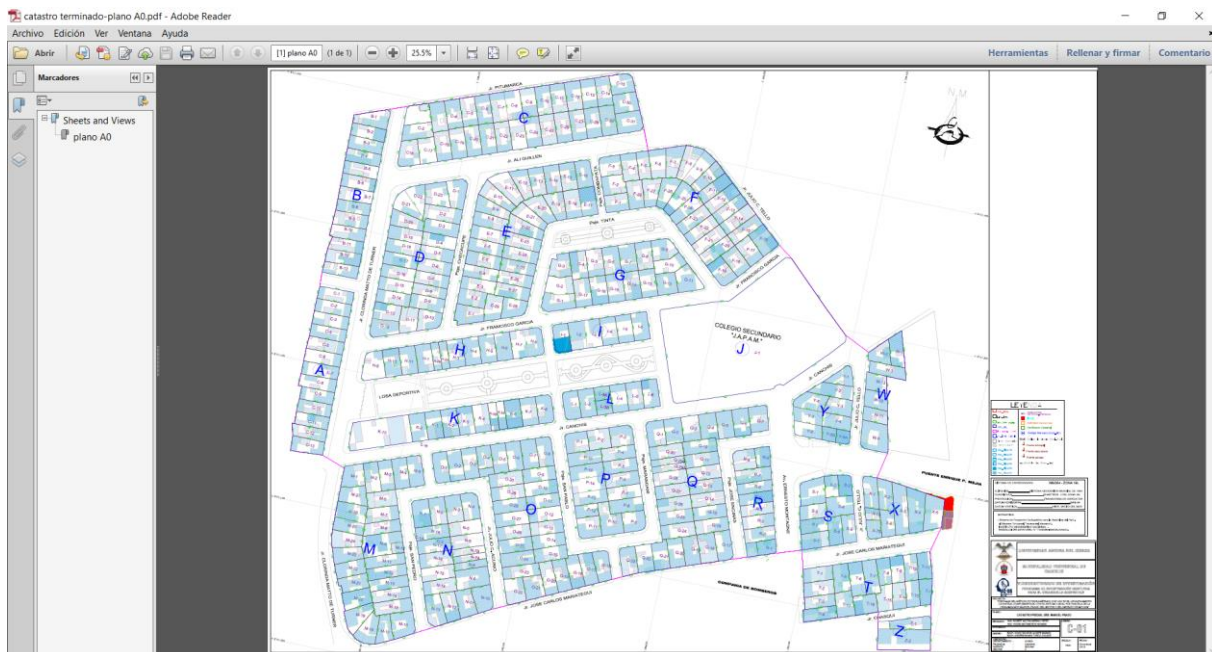
Fuente: Elaboración propia.

c. Análisis de pruebas.

El proceso de orto rectificación arroja una ortofoto de gran tamaño (2.75 GB), esto debido a la gran cantidad de información que la compone que son 982 fotografías traslapadas a un 80% en ambos sentidos. El tiempo de ejecución de esta actividad fue de 9 hrs e involucra un costo de S/ 469.70.

3.6.4 Fase 4 - Validación del mosaico orto rectificado**3.6.4.1 Plano catastral.****a. Calculo.**

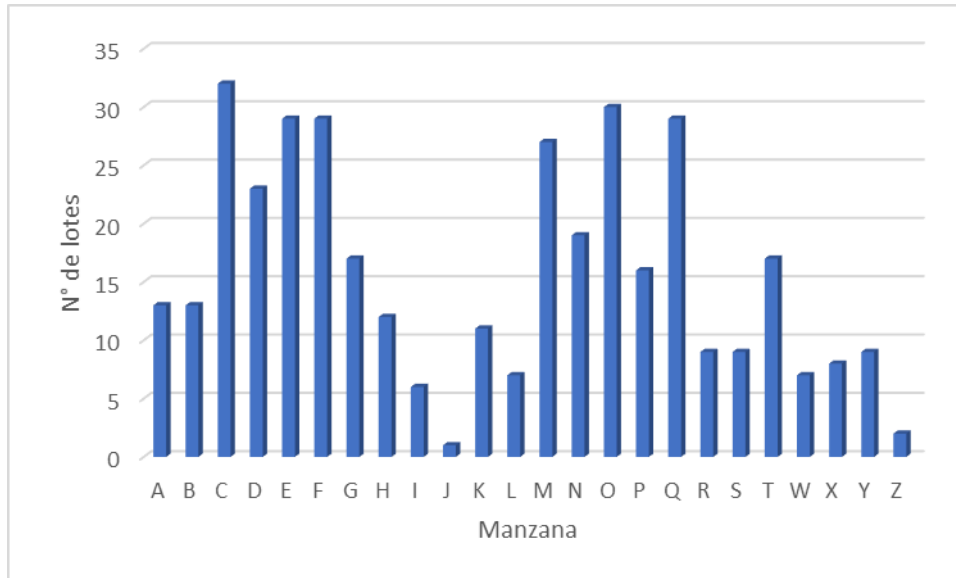
Figura 116: Plano catastral concluido.



Fuente: Elaboración propia.

b. Diagrama.

Figura 117: Cantidad de lotes por cada manzana.



Fuente: Elaboración propia.

c. Análisis de pruebas.

Del plano catastral generado, se observa que la manzana con mayor y menor cantidad de lotes son las manzanas C y J con con 32 lotes y 1 lote respectivamente. El tiempo de ejecución de esta actividad fue de 21 hrs e involucra un costo de S/ 569.33.

3.6.4.2 Comparación de las precisiones horizontales.

a. Calculo.

Tabla 24: Comparación de la longitud de fachada de terreno (m) por manzanas según el método indirecto, método directo y mediciones comprobadas en campo.

Manzana	Método	N	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Anova F	P
A	Indirecto	13	9,14	0,15	8,86	9,46	7.889	0.001*
	Directo	13	9,68	0,65	7,88	10,12		
	Campo	13	9,18	0,10	8,94	9,33		
B	Indirecto	13	9,37	1,09	8,68	12,86	0.121	0.886
	Directo	13	9,62	1,67	8,67	15,02		
	Campo	13	9,49	1,07	8,55	12,90		
C	Indirecto	32	11,76	2,51	7,09	20,11	0.201	0.818
	Directo	32	11,40	3,01	6,13	20,00		
	Campo	32	11,77	2,48	7,21	19,76		



Manzana	Método	N	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Anova F	P
D	Indirecto	23	11,54	3,13	7,77	18,79	0.016	0.984
	Directo	23	11,67	3,18	8,75	18,00		
	Campo	23	11,51	3,13	7,90	18,81		
E	Indirecto	29	10,94	3,70	5,50	23,39	0.060	0.942
	Directo	29	10,68	3,80	4,60	21,36		
	Campo	29	11,00	3,75	5,55	23,69		
F	Indirecto	28	11,06	3,22	5,77	19,17	0.094	0.911
	Directo	28	10,75	3,53	3,83	19,53		
	Campo	28	11,10	3,20	5,83	19,27		
G	Indirecto	17	13,23	3,89	10,06	25,89	0.003	0.997
	Directo	17	13,25	4,22	9,19	27,00		
	Campo	17	13,33	3,86	10,01	25,82		
H	Indirecto	12	11,24	3,41	5,67	19,17	0.005	0.995
	Directo	12	11,37	3,76	5,70	20,97		
	Campo	12	11,34	3,51	5,70	19,59		
I	Indirecto	6	11,52	0,43	10,88	12,09	0.205	0.817
	Directo	6	11,50	0,00	11,50	11,50		
	Campo	6	11,64	0,54	10,87	12,36		
J	Indirecto	1	131,23		131,23	131,23		
	Directo	1	131,47		131,47	131,47		
	Campo	1	129,47		129,47	129,47		
K	Indirecto	11	11,30	3,86	5,80	20,69	0.001	0.999
	Directo	11	11,35	4,04	5,70	21,36		
	Campo	11	11,37	3,88	5,80	20,77		
L	Indirecto	7	11,58	0,37	11,36	12,39	0.168	0.847
	Directo	7	11,50	0,00	11,50	11,50		
	Campo	7	11,56	0,28	11,39	12,20		
M	Indirecto	27	11,31	3,15	7,67	18,74	0.128	0.880
	Directo	27	10,93	3,38	8,00	21,28		
	Campo	27	11,33	3,20	7,67	18,99		
N	Indirecto	19	10,73	3,48	4,45	17,62	0.017	0.983
	Directo	19	10,93	3,92	4,65	19,00		
	Campo	19	10,77	3,50	4,44	17,60		
O	Indirecto	30	10,17	1,52	8,34	15,41	0.064	0.973
	Directo	30	10,06	1,24	8,17	14,51		
	Campo	30	10,18	1,49	8,26	14,96		
P	Indirecto	16	12,27	3,76	8,83	17,66	0.028	0.973
	Directo	16	12,02	3,21	9,62	16,83		
	Campo	16	12,29	3,78	8,77	17,72		
Q	Indirecto	29	10,53	2,40	4,66	16,62	0.194	0.824
	Directo	29	10,21	1,92	4,70	12,83		
	Campo	29	10,53	2,39	4,68	16,44		



Manzana	Método	N	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Anova F	P
R	Indirecto	9	10,54	3,14	7,69	16,89	0.003	0.997
	Directo	9	10,42	2,95	8,23	17,03		
	Campo	9	10,50	3,12	7,93	16,93		
S	Indirecto	9	11,25	2,64	9,65	17,65	0.003	0.997
	Directo	9	11,35	2,99	10,00	19,19		
	Campo	9	11,27	2,71	9,52	18,02		
T	Indirecto	17	10,38	1,91	7,43	16,39	0.016	0.984
	Directo	17	10,49	1,97	8,50	17,01		
	Campo	17	10,44	1,98	7,69	16,84		
W	Indirecto	7	13,13	4,45	8,27	21,02	0.037	0.964
	Directo	7	12,69	4,02	8,00	19,15		
	Campo	7	13,30	4,40	8,39	20,96		
X	Indirecto	8	11,67	1,99	8,99	14,69	0.479	0.626
	Directo	8	10,81	2,20	9,29	16,08		
	Campo	8	11,70	2,02	8,96	14,67		
Y	Indirecto	9	12,67	3,83	9,87	21,51	0.011	0.989
	Directo	9	12,62	3,70	9,96	21,13		
	Campo	9	12,87	3,68	10,02	21,25		
Z	Indirecto	2	12,86	3,04	10,71	15,01	0.276	0.776
	Directo	2	10,94	0,68	10,46	11,42		
	Campo	2	12,56	3,68	9,96	15,16		

Fuente: Elaboración propia.

La comparación de las longitudes de fachada de terreno (m) por manzana según el método directo, indirecto y de campo, muestra diferencias estadísticamente significativas solo en la manzana A ($p < 0.05$), entre el Método Directo y las medidas de campo, mientras que entre el Método Indirecto y el de campo los promedios son más similares según la prueba Anova, al 95% de confiabilidad; por esto se comprueba que el Método Indirecto es más preciso que el Método Directo.

Tabla 25: Comparación de la Longitud de Fachada (m) según el método indirecto, método directo y mediciones de campo.

Método	N	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Anova F	P
Indirecto	374	11,46	6,89	4,45	131,23	0.057	0.945
Directo	374	11,34	6,94	3,83	131,47		
Campo	374	11,50	6,81	4,44	129,47		

Fuente: Elaboración propia.

En los cuadros anteriores:

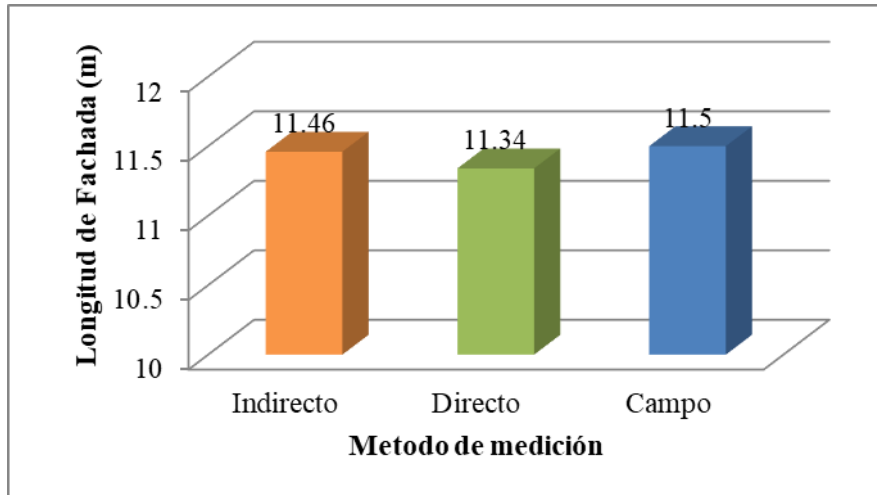
N = Número de lotes

P = Intervalo de confianza al 95%

Anova F = Error Típico

b. Diagrama.

Figura 118: Comparación de promedios por cada lote.



Fuente: Elaboración propia.

c. Análisis de pruebas.

La comparación de las longitudes de fachada de terreno (m) por manzana según el método directo, indirecto y de campo, muestra diferencias estadísticamente significativas solo en la manzana A ($p < 0.05$), entre el Método Directo y las medidas de campo, mientras que entre el Método Indirecto y el de campo los promedios son más similares según la prueba Anova, al 95% de confiabilidad; por esto se comprueba que el Método Indirecto es más preciso que el Método Directo.

La comparación de las longitudes de fachada de terreno (m) para el análisis en conjunto de los 374 lotes según el método directo, indirecto y mediciones de campo, no muestra diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), según la prueba anova, al 95% de confiabilidad.

Los datos obtenidos por el Método Indirecto son más cercanos a las medidas comprobadas en campo y presentan menor variación que el Método Directo por lo cual el Método Indirecto es más preciso.

3.6.4.3 Comparación de resultados.

a. Cálculo.

Tabla 26: Cuadro resumen de las cotizaciones para obtener el costo y tiempo para la realización del levantamiento catastral con el método directo.

COTIZACIÓN DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS		
MONTOS PROPORCIONADOS POR DISTINTAS EMPRESAS PRESTADORAS DEL SERVICIO		
EMPRESA	COSTO TOTAL	TIEMPO DE EJECUCIÓN
DEL TOP INGENIEROS	S/. 3000.00	12 – 15 días
GIOVANNI CRUZ HUAMANI	S/. 2500.00	5 – 10 días
INGECON Q SAC	S/. 3800.00	7 – 10 días
ZECONS INGENIEROS	S/. 2500.00	7 – 10 días
EJECUCIÓN PROMEDIO DEL LEVANTAMIENTO	S/ 2950.00	11.30 Días

Fuente: Elaboración propia.

*Los 11.30 días equivalen a 90 horas

Tabla 27: Costo de ejecución del levantamiento catastral de las encuestas y su validación.

Costo de Ejecución (S/)	
Validacion	3199.20
DEL TOP ING.	3000
GIOVANI CRUZ	2500
INGECON Q SAC	3800
ZCONS ING.	2500
Promedio Encuestas	2950

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28: Tiempo de ejecución del levantamiento catastral de las encuestas y su validación.

Tiempo de Ejecución (hrs)	
Validacion	98.57
DEL TOP ING.	120
GIOVANI CRUZ	80
INGECON Q SAC	80
ZCONS ING.	80
Promedio Encuestas	90

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29: Comparación del costo de ejecución entre el método indirecto y el método directo.

Costo de Ejecución (S/)	
Método Indirecto	2533.63
Método Directo	2950

Fuente: Elaboración propia.

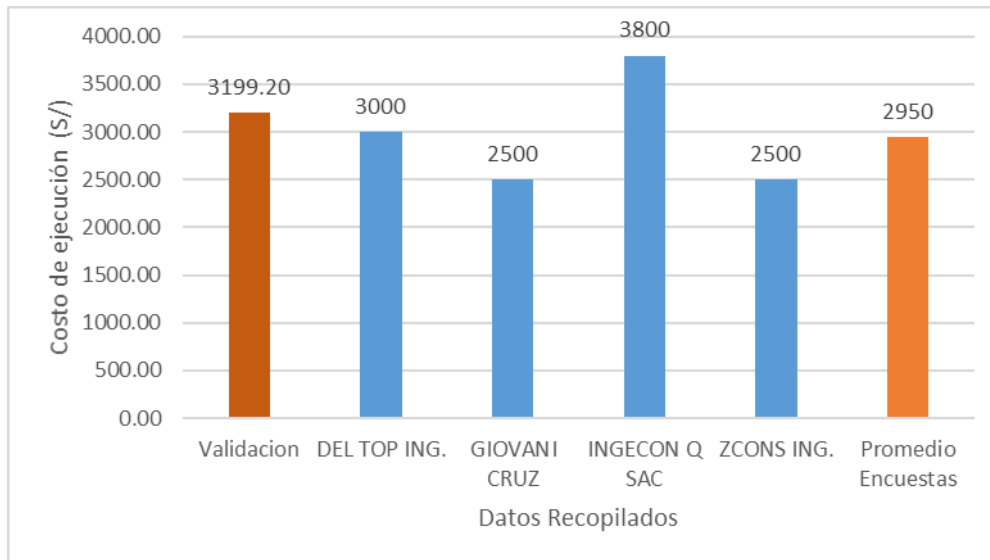
Tabla 30: Comparación del tiempo de ejecución entre el método indirecto y el método directo.

Tiempo de Ejecución (hrs)	
Método Indirecto	44.74
Método Directo	90

Fuente: Elaboración propia.

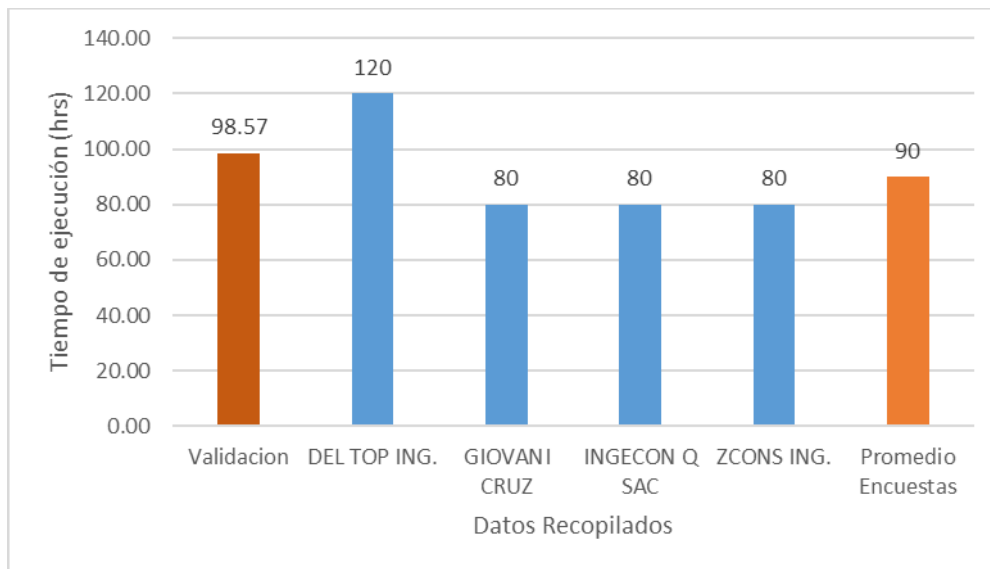
b. Diagrama.

Figura 119: Comparación de costos de las diferentes cotizaciones y su validación para el levantamiento catastral con el método directo.



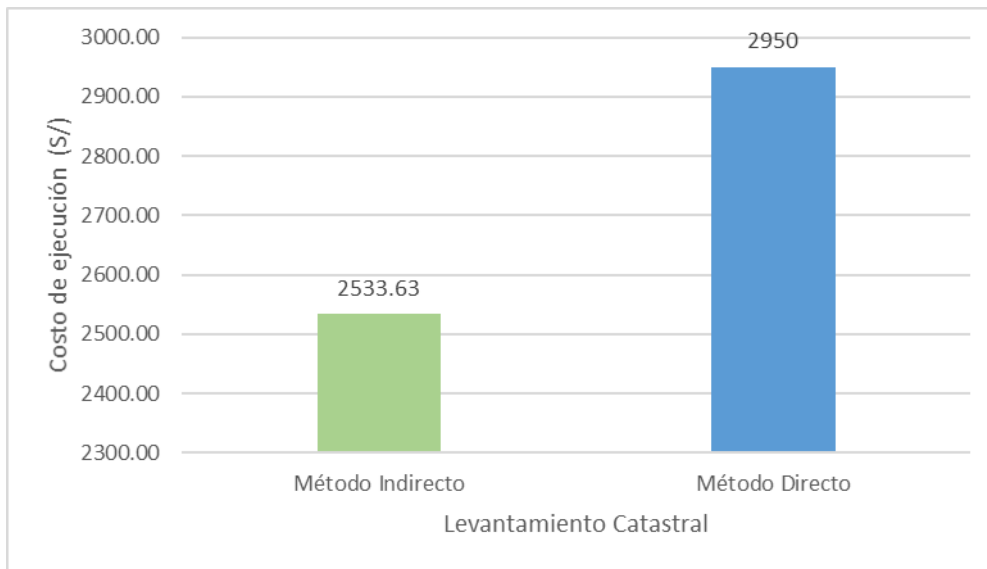
Fuente: Elaboración propia.

Figura 120: Comparación de tiempos de las diferentes cotizaciones y su validación para el levantamiento catastral con el método directo.



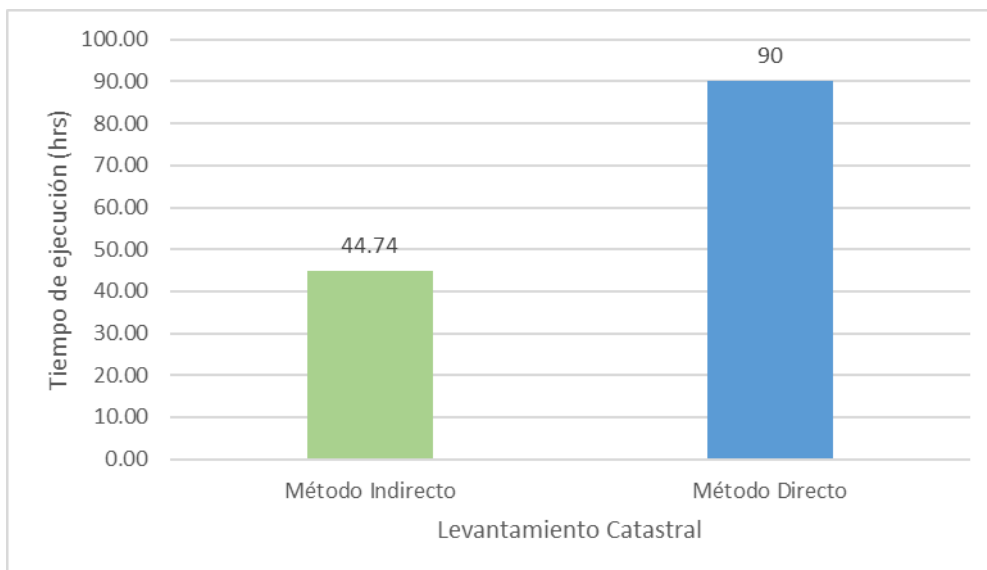
Fuente: Elaboración propia.

Figura 121: Comparación del costo para la ejecución del levantamiento catastral con el método indirecto y directo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 122: Comparación del tiempo para la ejecución del levantamiento catastral con el método indirecto y directo.



Fuente: Elaboración propia.

c. Análisis de pruebas.

Como se puede apreciar en las figuras 116 y 117 el método indirecto es menos costoso y más rápido para realizar el levantamiento catastral.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Resultados de la precisión del levantamiento indirecto.

Para determinar si el Método Indirecto tiene mayor precisión que el Método Directo, se han comparado las mediciones de ambos métodos con las medidas comprobadas en campo siendo estas últimas la medición base de comparación.

Se ha realizado la prueba Anova para comprobar la existencia de diferencias estadísticas significativas tomando en cuenta dos criterios de comparación; uno haciendo el análisis por manzana y el otro con la muestra total de los 374 lotes y los resultados se muestran a continuación:

Tabla 31: Comparación de la longitud de fachada de terreno (m) por manzanas según el método indirecto, método directo y mediciones comprobadas en campo.

Manzana	Método	N	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Anova F	P
A	Indirecto	13	9,14	0,15	8,86	9,46	7.889	0.001*
	Directo	13	9,68	0,65	7,88	10,12		
	Campo	13	9,18	0,10	8,94	9,33		
B	Indirecto	13	9,37	1,09	8,68	12,86	0.121	0.886
	Directo	13	9,62	1,67	8,67	15,02		
	Campo	13	9,49	1,07	8,55	12,90		
C	Indirecto	32	11,76	2,51	7,09	20,11	0.201	0.818
	Directo	32	11,40	3,01	6,13	20,00		
	Campo	32	11,77	2,48	7,21	19,76		
D	Indirecto	23	11,54	3,13	7,77	18,79	0.016	0.984
	Directo	23	11,67	3,18	8,75	18,00		
	Campo	23	11,51	3,13	7,90	18,81		
E	Indirecto	29	10,94	3,70	5,50	23,39	0.060	0.942
	Directo	29	10,68	3,80	4,60	21,36		
	Campo	29	11,00	3,75	5,55	23,69		
F	Indirecto	28	11,06	3,22	5,77	19,17	0.094	0.911
	Directo	28	10,75	3,53	3,83	19,53		
	Campo	28	11,10	3,20	5,83	19,27		
G	Indirecto	17	13,23	3,89	10,06	25,89	0.003	0.997
	Directo	17	13,25	4,22	9,19	27,00		
	Campo	17	13,33	3,86	10,01	25,82		
H	Indirecto	12	11,24	3,41	5,67	19,17	0.005	0.995
	Directo	12	11,37	3,76	5,70	20,97		
	Campo	12	11,34	3,51	5,70	19,59		
I	Indirecto	6	11,52	0,43	10,88	12,09	0.205	0.817
	Directo	6	11,50	0,00	11,50	11,50		
	Campo	6	11,64	0,54	10,87	12,36		



Manzana	Método	N	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Anova F	P
J	Indirecto	1	131,23		131,23	131,23		
	Directo	1	131,47		131,47	131,47		
	Campo	1	129,47		129,47	129,47		
K	Indirecto	11	11,30	3,86	5,80	20,69	0.001	0.999
	Directo	11	11,35	4,04	5,70	21,36		
	Campo	11	11,37	3,88	5,80	20,77		
L	Indirecto	7	11,58	0,37	11,36	12,39	0.168	0.847
	Directo	7	11,50	0,00	11,50	11,50		
	Campo	7	11,56	0,28	11,39	12,20		
M	Indirecto	27	11,31	3,15	7,67	18,74	0.128	0.880
	Directo	27	10,93	3,38	8,00	21,28		
	Campo	27	11,33	3,20	7,67	18,99		
N	Indirecto	19	10,73	3,48	4,45	17,62	0.017	0.983
	Directo	19	10,93	3,92	4,65	19,00		
	Campo	19	10,77	3,50	4,44	17,60		
O	Indirecto	30	10,17	1,52	8,34	15,41	0.064	0.973
	Directo	30	10,06	1,24	8,17	14,51		
	Campo	30	10,18	1,49	8,26	14,96		
P	Indirecto	16	12,27	3,76	8,83	17,66	0.028	0.973
	Directo	16	12,02	3,21	9,62	16,83		
	Campo	16	12,29	3,78	8,77	17,72		
Q	Indirecto	29	10,53	2,40	4,66	16,62	0.194	0.824
	Directo	29	10,21	1,92	4,70	12,83		
	Campo	29	10,53	2,39	4,68	16,44		
R	Indirecto	9	10,54	3,14	7,69	16,89	0.003	0.997
	Directo	9	10,42	2,95	8,23	17,03		
	Campo	9	10,50	3,12	7,93	16,93		
S	Indirecto	9	11,25	2,64	9,65	17,65	0.003	0.997
	Directo	9	11,35	2,99	10,00	19,19		
	Campo	9	11,27	2,71	9,52	18,02		
T	Indirecto	17	10,38	1,91	7,43	16,39	0.016	0.984
	Directo	17	10,49	1,97	8,50	17,01		
	Campo	17	10,44	1,98	7,69	16,84		
W	Indirecto	7	13,13	4,45	8,27	21,02	0.037	0.964
	Directo	7	12,69	4,02	8,00	19,15		
	Campo	7	13,30	4,40	8,39	20,96		
X	Indirecto	8	11,67	1,99	8,99	14,69	0.479	0.626
	Directo	8	10,81	2,20	9,29	16,08		
	Campo	8	11,70	2,02	8,96	14,67		
Y	Indirecto	9	12,67	3,83	9,87	21,51	0.011	0.989
	Directo	9	12,62	3,70	9,96	21,13		
	Campo	9	12,87	3,68	10,02	21,25		



Manzana	Método	N	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Anova F	P
Z	Indirecto	2	12,86	3,04	10,71	15,01	0.276	0.776
	Directo	2	10,94	0,68	10,46	11,42		
	Campo	2	12,56	3,68	9,96	15,16		

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

N = Número de lotes

P = Intervalo de confianza al 95%

Anova F = Error Típico

La comparación de las longitudes de fachada de terreno (m) por manzana según el método directo, indirecto y de campo, muestra diferencias estadísticamente significativas solo en la manzana A ($p < 0.05$), entre el Método Directo y las medidas de campo, mientras que entre el Método Indirecto y el de campo los promedios son más similares según la prueba Anova, al 95% de confiabilidad; por esto se comprueba que el Método Indirecto es más preciso que el Método Directo.

Tabla 32: Comparación de la Longitud de Fachada (m) según el método indirecto, método directo y mediciones de campo.

Método	N	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Anova F	P
Indirecto	374	11,46	6,89	4,45	131,23	0.057	0.945
Directo	374	11,34	6,94	3,83	131,47		
Campo	374	11,50	6,81	4,44	129,47		

Fuente: Elaboración propia.

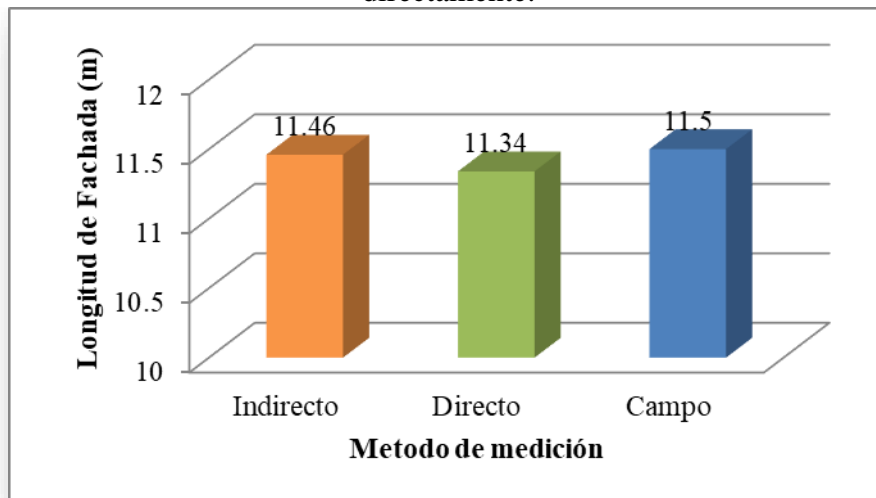
En el cuadro anterior:

N = Número de lotes

P = Intervalo de confianza al 95%

Anova F = Error Típico

Figura 123: Comparación de promedios de los diferentes métodos y las medidas tomadas directamente.



Fuente: Elaboración propia.

La comparación de las longitudes de fachada de terreno (m) para el análisis en conjunto de los 374 lotes según el método directo, indirecto y mediciones de campo, no muestra diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), según la prueba anova, al 95% de confiabilidad.

Los datos obtenidos por el Método Indirecto son más cercanos a las medidas comprobadas en campo y presentan menor variación que el Método Directo por lo cual el Método Indirecto es más preciso.

4.2 Resultados de la relación costo-beneficio del levantamiento directo con él levantamiento indirecto.

Para la obtención de dicho factor adimensional se han tomado en cuenta el Costo promedio obtenido mediante encuestas a diferentes empresas y validado por la aproximación propia obtenida en campo según tabla N° 30 para el Método Directo y el Costo final del presupuesto elaborado para el Método Indirecto siendo las sumas de S/ 2950.00 y S/ 2533.63 respectivamente. El cálculo de la relación costo-beneficio es la división simple de los costos de ambos métodos y se presenta a continuación.

Tabla 33: Diferencia de tiempos del método directo y el método indirecto.

Método	Costo Total S/
Directo	2950.00
Indirecto	2533.63
Relación costo-beneficio	1.16

Fuente: Elaboración propia.

Lo que indica que el Método Directo es 16% más costoso que el Método Indirecto.

4.3 Resultados de la relación tiempo-beneficio del levantamiento directo con el levantamiento indirecto.

Para la obtención de dicho factor adimensional se han tomado en cuenta el Tiempo promedio de Ejecución obtenido mediante encuestas a diferentes empresas y validado por la aproximación propia obtenida según la tabla N°31 para las distintas actividades ejecutadas por el Método Directo y el Tiempo cuantificado de todas las actividades desarrolladas durante el levantamiento con el Método indirecto, obteniéndose los siguientes tiempos de ejecución de 90 horas ó 11.3 días y 44.74 horas ó 5.59 días respectivamente. El cálculo de la relación tiempo-beneficio es la división simple de los tiempos de ejecución de ambos métodos.

Tabla 34: Diferencia de costos del método directo y el método indirecto.

Método	Tiempo Total Hrs
Directo	90.00
Indirecto	44.74
Relación tiempo-beneficio	2.01

Fuente: Elaboración propia.

Lo que indica que el Método Indirecto es 101% más rápido o el doble de rápido que el Método Directo.

CAPITULO V: DISCUSIÓN

a. **Contraste de resultados con referentes del marco teórico.**

Las investigaciones coinciden en que el catastro es una herramienta útil en la planificación y ordenamiento territorial, además ratifican que el Método Indirecto es más efectivo y eficiente que el método Directo ya que, aunque presentan resultados similares, el método indirecto involucra un gasto menor debido a que requiere menos personal para su realización y también es más rápido debido al reducido tiempo de trabajo en campo requerido.

En cuanto a la precisión, este método no se había empleado a nivel catastral, pero esta investigación demuestra que dicha precisión es satisfactoria para este tipo de trabajos lo cual coincide con resultados probados para otros fines como el cálculo de volúmenes, generación de escenarios 3D, etc los cuales requieren precisiones similares.

b. **Interpretación de los resultados encontrados en la investigación.**

Los resultados obtenidos en la presente investigación son los siguientes:

En cuanto a la precisión se realizaron dos casos de análisis, uno de precisión por manzanas en el que se encontraron diferencias estadísticas entre el Método Directo y los datos comprobados en campo, mientras que el Método Indirecto no presenta dichas diferencias lo que nos indica que el Método Indirecto es más preciso; en el segundo caso de análisis se realizó la comparación para los 374 lotes de las 24 manzanas en cuestión donde ambos métodos no presentaron diferencias estadísticas con respecto a las medidas comprobadas en campo pero al observar los resultados se tiene que la variación entre los promedios del Método Indirecto y las medidas de campo es de 4 cm mientras que la variación entre el Método Directo y las medidas en campo es de 16 cm lo que ratifica la mayor precisión del Método Indirecto.

También se observa que las dimensiones de las manzanas ubicadas en la zona central de la ortofoto presentan mayor precisión que las que se encuentran a los bordes, esto se atribuye a las distorsiones que presentan dichas manzanas por la menor cantidad de fotografías que las componen.

En cuanto a la relación de Costo-Beneficio entre ambos métodos, los resultados favorecen al Método Indirecto ya que según los resultados obtenidos por las encuestas



a empresas que facilitan el servicio y la aproximación propia efectuada, el costo del levantamiento catastral con el método directo es 1.16 veces del que requiere el método indirecto, esto se debe en gran parte al poco personal requerido y al escaso tiempo de trabajo en campo; cabe recalcar que los datos cuantificados solo corresponden a la etapa del levantamiento y no involucran costos previos como capacitaciones o compra de equipos.

En cuanto a la relación de Tiempo-Beneficio entre ambos métodos, al igual que en el costo el tiempo también favorece al Método Indirecto ya que según los resultados obtenidos por encuestas y la medición propia de las distintas actividades necesarias para un levantamiento catastral con ambos métodos, el Método Indirecto es 101% más rápido que el Método Directo o es el doble de rápido; esto debido a que el procedimiento que se realiza en campo es significativamente menor en el Método Indirecto ya que solo involucra la obtención de las fotografías ya georreferenciadas por el dron y el resto de procedimiento es en gabinete y esto disminuye drásticamente el tiempo total de ejecución.

c. Comentario de la demostración de la hipótesis.

Todas y cada una de las hipótesis general y específicas fueron comprobadas y solo se obtuvo el resultado esperado en la sub hipótesis N°02, que cita que el método indirecto es más preciso que el método directo en relación a las medidas comprobadas en campo, en todas las restantes no fueron los resultados esperados, si no que fueron negadas y están debidamente sustentadas con los resultados obtenidos, en cuanto a la hipótesis general, el método indirecto termina siendo más preciso, más rápido y más barato que el método indirecto, en cuanto a la precisión obtenida durante los vuelos, se encuentra una ligera variación respecto a la sub hipótesis N°01, el tiempo de ejecución del levantamiento para ambos métodos fue mayor que el esperado, la rapidez del método indirecto es menor que la citada en la sub hipótesis N°05 y se refuta en su totalidad la sub hipótesis N°06 ya que el método indirecto es más barato que el método directo.

d. Aporte de la investigación.

Esta investigación pretende ser apoyo y base para futuras investigaciones en su tipo dado que los procedimientos y parámetros empleados en la misma no se encuentran detallados ni normalizados en los manuales que usaron de referencia.



También pretende proponer al Método Indirecto como una alternativa y herramienta innovadora, precisa y menos costosa para la elaboración de levantamientos catastrales y generación de planos catastrales no solo por las variables estudiadas y demostradas sino también por la calidad y nivel de detalle en los resultados ya que los mismos brindan muchas ventajas sobre los resultados del método directo tales como:

- Evaluación interior de los linderos prediales, ya que para el método directo le es imposible realizar esta función debido a la necesidad de visualización entre puntos, condición que no se cumple para los límites interiores de los predios catastrados
- Integración de datos, los modelos generados durante el trabajo de gabinete pueden ser exportados fácilmente en otros formatos de trabajo tales como CAD o GIS y generan de forma rápida otros resultados tales como DEM (modelo digital de elevaciones) o curvas de nivel, lo cual requiere de un mayor trabajo en el Método Directo.

e. **Incorporación de temas nuevos que se han presentado durante el proceso de la investigación que no estaba considerado dentro de los objetivos de la investigación.**

Aún no se incorporan procedimientos referentes al uso de este tipo de método en relieves accidentados o topografías bruscas dado que la investigación se realizó en una zona donde la diferencia de altitud entre los límites era mínima.

La presencia de follaje espeso y frondoso limita en gran medida al método indirecto dado que dificulta la obtención de las fotografías del terreno lo que perjudica la generación de ortofotos y por ende la obtención de planos topográficos.

Los parámetros del levantamiento catastral por el método indirecto no han sido del todo fijados por normativas o procedimientos, en tal caso se han buscado condiciones óptimas para la realización del levantamiento, tales como velocidad de viento moderada, luminosidad constante, altura de vuelo, traslape de fotografías, etc; dichas condiciones deben ser estudiadas y repetidas para así establecer un estándar óptimo para la realización levantamientos con el método indirecto.



GLOSARIO

AAT (Automatic Aerial Triangulation)

Se refiere al proceso de Triangulación Aérea Automática. En la trigonometría y la geometría, la triangulación es el proceso de determinar la ubicación de un punto mediante la formación de triángulos a partir de puntos conocidos. Específicamente en la topografía, la triangulación de por sí implica sólo mediciones de ángulos, en lugar de medir distancias al punto directamente como en la trilateración.

Área techada

El área encerrada por el perímetro de la proyección de los techos con cualquier tipo de cobertura, sobre el plano del piso. Incluye los muros, los aleros y los espacios con dobles o mayores alturas; y excluye la proyección de vigas, cornisas, jardineras y otros elementos arquitectónicos elevados que no constituyen techos.

ATP (Automatic Tie Point)

Se refiere a los puntos de Amarre Automático que genera el procesamiento de un software especializado. Es un punto 3D y sus correspondientes puntos clave en 2D que se detectaron de forma automática en las imágenes y se utilizan para calcular su posición en 3D.

Base de Datos Catastrales – BDC

Es el conjunto de datos gráficos y alfanuméricos que describen las características físicas, jurídicas y económicas de los predios catastrados.

Cartografía Básica

Es la representación gráfica del territorio nacional con información topográfica, planimétrica y altimétrica, cuya elaboración se encuentra sujeta a la validación y normas técnicas del Instituto Geográfico Nacional – IGN. Esta información puede ser utilizada, entre otras finalidades, como base para ubicar los levantamientos catastrales de los predios. La publicación de la cartografía básica por el IGN se denomina Cartografía Básica Oficial.

**Check Point**

Es un punto con coordenadas conocidas; es útil para evaluar la exactitud del proyecto. Contrariamente a un GCP, las coordenadas del Check Point no se utilizan para el procedimiento de optimización.

DEM (Digital Elevation Model)

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

DSM (Digital Surface Model)

En la mayoría de los casos, el término Modelo Digital de Superficie se refiere a la superficie del terreno e incluye todos los objetos que esta contiene.

DTM (Digital Terrain Model)

Representa la superficie de suelo desnudo y sin ningún objeto, como la vegetación o los edificios.

GCP (en inglés Ground Control Point)

Es un punto de apoyo o punto de referencia con coordenadas medidas. Se utiliza para referenciar geográficamente con el proyecto y mejorar la orientación absoluta del modelo.

GSD (Ground Sampling Distance)

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

IMU (Inertial Measurement Units)

Representa una Unidad de Medición Inercial. Este es un dispositivo electrónico que mide y reporta la fuerza específica, velocidad angular, y algunas veces el campo magnético que rodea un cuerpo, utilizando una combinación de acelerómetros y giroscopios, a veces también magnetómetros. Un IMU permite a un receptor GPS trabajar cuando las señales GPS no están



disponibles, como en túneles, al interior de edificios, o cuando hay presencia de interferencia electrónica.

Keypoint o Punto Clave

Rasgo característico identificado por el software de una imagen.

Modelo 2.5D

Es un modelo 2D (mapa), donde la altitud es codificada en el valor del píxel. Un color corresponde a un determinado rango de elevaciones.

MTP (Manual Tie Point)

Es un punto sin coordenadas 3D que está marcado en el software de fotogrametría, por el usuario, en las imágenes donde es visible. Se puede utilizar para evaluar y mejorar la precisión de la reconstrucción.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

El Índice de vegetación de diferencia normalizada es un índice usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición, por medio de sensores remotos, de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja.

RTK GPS (Real Time Kinematic GPS)

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

Sistema de Coordenadas de Referencia

Es un sistema de coordenadas local, regional o global que se utiliza para localizar entidades geográficas. Un sistema de referencia espacial define una específica proyección del mapa, así como transformaciones entre diferentes sistemas de referencia espaciales.



Términos Fotográficos

Balanceo (Roll)

Ángulo de balanceo de un avión con respecto a su eje longitudinal. Es el movimiento normal que utilizan los aviones para realizar giros grandes, y que en fotogrametría ha de mantenerse lo más pequeño posible para dotar al vuelo fotogramétrico de la calidad requerida.

Calibración

Término utilizado para describir los procedimientos necesarios para determinar con alta precisión los valores de ciertos parámetros y características de las cámaras métricas. Entre estos parámetros se encuentran aquellos relacionados con el objetivo (p.e. la distancia focal, la ubicación de los puntos principales de autocolimación y de simetría, la resolución del objetivo, la distorsión radial, el descentrado y las coordenadas de las marcas fiduciales y del centro fiducial), con el magazín (perpendicularidad de la platina con respecto al eje óptico y la desviación del plano de los modelos estereoscópicos), con la eficiencia del obturador, entre otros.

Cámara RGB

Es un dispositivo que captura imágenes convirtiéndolas en señales eléctricas, siendo un transductor óptico. Este tipo de cámaras tiene incorporados 3 sensores que detectan los colores rojo, verde y azul (RGB, por sus siglas en inglés).

Distancia Focal

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

Distorsión Radial

Distorsión ocasionada por un cambio de dirección de los rayos luminosos al pasar por el objetivo.

Espectro Electromagnético

Es el conjunto de todas las longitudes de onda de la radiación electromagnética.

**Fijación**

Acción y efecto de tornar permanente por reacción química una fotografía o un dibujo. Logra que la imagen fotográfica impresionada en una emulsión fotosensible quede inalterable a la acción de la luz.

Filtro

Dispositivo óptico que se coloca delante del objetivo de una cámara con el propósito de modificar de alguna manera los rayos luminosos que inciden.

Fotografía

Es el arte y la técnica de obtener imágenes duraderas debido a la acción de la luz. Es el proceso de proyectar imágenes y capturarlas, bien por medio del fijado en un medio sensible a la luz o por la conversión en señales electrónicas.

Fotografía Aérea Oblicua

Aquella en que la dirección del eje óptico de la cámara no es vertical.

Fotografía Aérea Vertical o Nadir

Aquella en que la dirección del eje óptico es vertical o muy aproximado a la vertical, para fines fotogramétricos.

Fotografía Aéreas

Instantánea de la superficie terrestre tomada verticalmente o con un ángulo determinado, desde un avión, aeronave no tripulada, globo o planeador.

Fotografía Multiespectral

Fotografía tomada con una cámara multiespectral o con un ensamblaje de varias cámaras con distintos filtros para cubrir distintas porciones del espectro visible y de la región infrarroja cercana.

Fotograma

Imagen captada por una cámara métrica, se les llama comúnmente fotografías o fotos, pero pueden ser también imágenes en formato digital.



Obturador

Dispositivo electromecánico o sólo mecánico, que realiza la apertura y cierre del lente de la cámara permitiendo la incidencia de la luz en la emulsión fotosensible de la película durante el tiempo necesario para su exposición.

Orientación Interior

A partir del haz de los rayos definidos por el plano de la imagen y el centro de perspectiva del conjunto óptico, reconstituye el rayo incidente a la cámara al momento de la toma de las fotografías. Los parámetros de orientación interior se obtienen del proceso de calibración de la cámara.

Resolución Espacial

Es una medida del nivel de detalle que puede verse en una imagen. Es el tamaño en terreno del mínimo objeto reconocible que puede detectar el sensor. Define el tamaño del píxel, que es la distancia correspondiente al tamaño de la mínima unidad de información en la imagen.

Glosario de Términos Fotogramétricos

Actualización Cartográfica

Proceso de revisión y modificación de la información gráfica y temática, con el fin de que la cartografía recoja los cambios habidos en el tiempo en el territorio que representa.

Aerotriangulación

Es una técnica de interpolación que tiene por propósito extender fotogramétricamente el control horizontal y vertical (apoyo terrestre) proporcionado por un número reducido de puntos de control, a todos los modelos estereoscópicos. La aerotriangulación consiste en la triangulación e intersección espacial simultánea de los haces de rayos registrados en las imágenes. Los haces proyectados a partir de dos o más imágenes que se traslapan e intersectan en los puntos de control fotográfico comunes, para definir coordenadas tridimensionales para cada punto. La totalidad de los haces de rayos se ajusta matemáticamente a los puntos de control fotográfico conocidos. Lo que permite conocer las coordenadas del terreno de puntos desconocidos (puntos de paso) a partir de la intersección de los haces de rayos ajustados y realizar la orientación exterior de los modelos estereoscópicos.



Análisis Métrico

Contraste y validación de una cartografía a partir de puntos tomados por topografía clásica en el terreno. Los puntos muestreados en el terreno se comparan con los que existen en la cartografía, si las diferencias están dentro de la tolerancia establecida por la escala del mapa, se admite esta como válida, en caso contrario se debe realizar una nueva cartografía.

Apoyo Terrestre

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

Bandas

Los sensores remotos cuentan con la capacidad de capturar información de la superficie terrestre simultáneamente en diferentes longitudes de onda, rangos espectrales, canales o bandas del espectro electromagnético, generalmente se captura información en longitudes de onda del espectro visible y el infrarrojo para aplicaciones de uso y cobertura de la tierra.

Base de Datos Geográficos

Contiene datos sobre posición, atributos descriptivos, relaciones espaciales y tiempo de las entidades geográficas, las cuales son representadas mediante el uso de puntos, líneas, polígonos, volúmenes o también por medio de celdas. Es una representación o modelo de la realidad territorial.

Digitalización o Escaneo de Fotografías Aéreas

Transformación de fotografías aéreas a imágenes digitales en formato ráster sin sacrificar la exactitud métrica.

Eje Longitudinal

Es el eje imaginario que va desde el morro hasta la cola del avión. El movimiento alrededor de este eje (levantar un ala bajando la otra) se denomina alabeo o balanceo (en inglés "roll"). También se le denomina eje de alabeo, nombre que parece más lógico pues cuando se hace referencia a la estabilidad sobre este eje, es menos confuso hablar de estabilidad de alabeo que de estabilidad "transversal".



Eje Transversal o Lateral

Eje imaginario que va desde el extremo de un ala al extremo de la otra. El movimiento alrededor de este eje (morro arriba o morro abajo) se denomina cabeceo ("pitch" en inglés). También denominado eje de cabeceo.

Ejes del Avión

Se trata de rectas imaginarias e ideales trazadas sobre el avión.

Escala Cartográfica

Es la relación numérica que existe entre la realidad y el mapa o plano. Escala = medida del terreno / medida del plano o mapa. Un producto a mayor escala presenta los objetos geográficos con mayor detalle, por el contrario un producto a menor escala los presenta con menor detalle. Así, los productos a menor escala cubren una parte mayor del territorio, mientras que los productos a gran escala, cubren una porción menor del terreno.

Escala de Fotografía

Relación numérica que existe entre la realidad y lo fotografiado, medido directamente en el negativo o en fotos de contacto.

Fotogrametría

Arte, ciencia y tecnología para obtener información acerca de los objetos físicos y el medioambiente a través de procesos de registro, medición e interpretación de imágenes fotográficas y patrones de energía electromagnética radiante y otros fenómenos.

Fotogrametría Analítica

Procedimiento Fotogramétrico que en comparación a la metodología analógica el modelo espacial se reconstruye mediante programas informáticos que simulan dicha geometría.

Fotogrametría Analógica

Determinación precisa de un objeto en el espacio, a partir de la utilización de fotografías aéreas formando modelos estereoscópicos, reconstruyendo el modelo espacial con sistemas ópticos y mecánicos.



Fotogrametría Digital

Tipo de fotogrametría que aprovecha como datos de entrada fotografías aéreas previamente transformadas a formato digital o directamente captadas en digital, reconstruyendo el modelo espacial de forma numérica y digital.

Foto Índice

Imagen que combina las fotografías de un vuelo fotogramétrico incluyendo sus márgenes, con el objeto de permitir la ubicación de puntos de interés en las imágenes individuales, también permite observar el cubrimiento del vuelo.

Fotointerpretación

Procedimiento que consiste en identificar los rasgos que aparecen en la fotografía e interpretar su significado, con apoyo en la visión estereoscópica (3D).

Fotomapa

Mapa realizado mediante la adición de información marginal, datos descriptivos y un sistema de referencia a una fotografía o conjunto de fotografías.

Geomática

Conocida también como ingeniería geomática, es la ciencia que se ocupa de la gestión de información geográfica mediante la utilización de Tecnologías de la Información y la Comunicación. La gestión incluye la adquisición, modelado, tratamiento, almacenamiento, recuperación, análisis, explotación, representación y difusión de la Geodesia, Fotogrametría y Teledetección, Sistemas de Información Geográfica e Infraestructura de Datos Espaciales y está relacionada con cualquier ciencia que suponga el procesamiento de información geográfica.

Georreferenciación

Significa que el sistema de coordenadas interno de una imagen de mapa o foto aérea puede estar relacionado con un sistema de tierra de las coordenadas geográficas. Las coordenadas transformadas normalmente se almacenan en el archivo de imagen (GeoPDF y GeoTIFF son ejemplos), aunque hay muchos mecanismos posibles para la implementación de la georreferenciación.

**GPS (Global Positioning System)**

Sistema de Posicionamiento Global. Es un sistema pasivo diseñado por el Departamento de la Defensa de los Estados Unidos con el propósito de obtener la posición tridimensional y la velocidad en tiempo real a través de señales emitidas por satélites.

GPS Aerotransportador

Se refiere al uso de la técnica de posicionamiento satelital para proporcionar las coordenadas del centro de cada fotograma. Esta técnica permite reducir la cantidad de puntos de control convencionales.

Imagen Digital

Es una interpretación pictorial compatible con un equipo de cómputo en la cual la imagen está dividida en un teselado muy fino o píxeles, estructurado en renglones y columnas a los que se les asigna un valor.

Información Geográfica

Conjunto de datos, símbolos y representaciones organizados para conocer las condiciones ambientales y físicas del territorio, la integración de este en infraestructura, los recursos naturales y la zona económica exclusiva.

INS (Inertial Navigation System)

Un sistema de navegación inercial es un sistema de ayuda a la navegación que usa un computador, sensores de movimiento (acelerómetros) y sensores de rotación giroscópicos para calcular continuamente mediante estima, la posición, orientación, y velocidad (dirección y rapidez de movimiento) de un objeto en movimiento sin necesidad de referencias externas.

Mapa Catastral

Mapa que representa la distribución de parcelas en un área geográfica determinada.

Mosaico

Conjunto de fotografías aéreas que se recortan y se unen con la finalidad de formar una representación gráfica continua de una parte de la superficie terrestre, incluso aprovechando la parte menos deformada de cada fotograma.

**Nadir**

Es la línea ortogonal al geoide con sentido opuesto al de la fuerza de gravedad.

Orientación

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

Orientación Absoluta

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

Orientación Relativa

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

Ortomosaico

Imagen rectificadas que combina las fotografías de un vuelo fotogramétrico, de manera que simula ser una sola foto de la totalidad del área.

Representación Vectorial

Es la manera de representar a los Objetos Espaciales utilizando vectores definidos por pares de coordenadas relativas a algún sistema cartográfico.

SIG

Un sistema de información geográfica (también conocido con los acrónimos SIG en español o GIS en inglés) es un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes (usuarios, hardware, software, procesos) que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos que están vinculados a



una referencia espacial. Es decir, es un sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada.

Velocidad Radial

Es la velocidad de un objeto a lo largo de la línea visual del observador. Esto es la componente de la velocidad con la que el objeto se acerca (Corrimiento al azul) o aleja (Corrimiento al rojo) del observador, aunque no se mueva exactamente en dirección de colisión con el observador. Es perpendicular a la velocidad transversal del objeto.

Waypoints

Son coordenadas para ubicar puntos de referencia tridimensionales utilizados en la navegación basada en GPS. La palabra viene compuesta del inglés way (camino) y point (punto). Los waypoints se emplean para trazar rutas mediante agregación secuencial de puntos.

Glosario de Términos Topográficos

3D

Posicionamiento de un punto en tres dimensiones: latitud, longitud y altura.

Altimetría

Determinación de las cotas de los diferentes puntos del terreno, con respecto al plano horizontal de comparación, el cual, aunque puede ser tomado a una altura arbitraria, en general se relaciona con el plano horizontal teórico formado por el nivel medio del mar (NMM).

Antena

Es el componente de un sistema GPS que, centrado sobre el punto, colecta las señales provenientes de los satélites y las envía al receptor para el procesamiento. Pueden estar incorporadas o no al cuerpo del mismo.

Azimut

Ángulo que forma una línea con la dirección Norte-Sur, medida de 0° a 360° en el sentido de las manecillas del reloj.

**Azimut Geodésico**

Ángulo determinado por la tangente a la línea geodésica en el punto de observación y el meridiano elipsoidal que pasa por el mismo, medido en el plano perpendicular a la normal del elipsoide del observador en el sentido de las manecillas del reloj a partir del norte.

Banco de Marca (BM)

Es un punto de referencia de carácter permanente, del cual se conoce su localización y ELEVACION, y sirve de base para un trabajo de Nivelación precisa o un replanteo topográfico.

Base de Datos Topográficos

Queda definida espacialmente por las coordenadas planimétricas de sus puntos (georreferencia) y en cuanto a sus características topográficas por los códigos alfanuméricos que llevan agregados. La coordenada altimétrica suele tener la consideración de un atributo y en tal caso constituye uno de los elementos de la base de datos.

Cartografía

Representación en cartas de la información geográfica. La disciplina que estudia las técnicas para la elaboración de mapas

Catastro

Inventario público, sistemáticamente organizado, gráfico y alfanumérico descriptivo de los bienes inmuebles urbanos, rurales y de características especiales de un país. Es el término empleado para designar una serie de registros que muestran la extensión, el valor y la propiedad (u otro fundamento del uso o de la ocupación) de la tierra.

Catastro rural

Es el que orienta a la captación y sistematización de información sobre los predios rurales de los municipios con dos propósitos: detectar los usos productivos del suelo rural y ubicar a sus propietarios.

Catastro urbano

Es el que tiene como propósito principal la ubicación y registro de bienes inmuebles que conforman el área urbana de un municipio.



Código Único Catastral – CUC

Es el código único de identificación predial, compuesto por doce (12) dígitos numéricos asignado a cada predio que vincula la información catastral con el Registro de Predios.

Coordenadas

Cada una de las magnitudes que determinan la posición de un punto en un sistema de referencia.

Coordenadas Cartesianas o Rectangulares

Números reales X, Y, Z representativos de la posición de un punto P de la Tierra en relación a tres ejes mutuamente perpendiculares que se intersecan en un punto común u origen. También se las reconoce como las componentes rectangulares del vector que identifica a P.

Cota

Cifra que representa la altitud de un punto con respecto a la superficie de nivel de referencia.

Croquis

Representación gráfica de cualquier objeto sin considerar escala (Boceto).

Cuadrícula

Sistema de coordenadas cartesianas rectangulares que se sobreponen con precisión y de manera consistente en los mapas, cartas y otras representaciones semejantes de la superficie de la tierra que permite la identificación de la posición del terreno con respecto a otros sitios y el cálculo de la dirección y distancia a otros puntos.

Curva de Nivel

Línea curva en la cartografía y que representa igual cota de elevación del terreno.

Datum Geodésico

En Geodesia un Datum es un conjunto de punto de referencia en la superficie terrestre en bases a los cuales las medidas de posición son tomadas y un modelo asociado de la forma de la tierra (Elipsoide de referencia) para definir el sistema de Coordinada Geográfica. El Datum horizontal es utilizado para describir un punto sobre la superficie terrestre. El Datum vertical referencia a partir de la cual se miden elevaciones o profundidades.

**DXF, DGN, DWG**

Formatos de Archivos de diseño utilizados para la creación de cartas topográficas y de entidades para ser utilizadas en distintos Sistemas de Información Geográfica y CAD.

Escala

Es la relación numérica que existe entre la dimensión de un objeto en la realidad y la dimensión del mismo en una representación analógica (mapa, foto, etc.). Concepto fundamental en las representaciones gráficas, bien sean cartas, mapas, planos, croquis u otras gráficas.

Escala Cartográfica

Es la relación numérica que existe entre la realidad y el mapa o plano. Escala = medida del terreno/ medida del plano o mapa. Un producto a mayor escala presenta los objetos geográficos con mayor detalle, por el contrario un producto a menor escala los presenta con menor detalle. Así, los productos a menor escala cubren una parte mayor del territorio, mientras que los productos a gran escala, cubren una porción menor del terreno.

Estación

Punto materializado en el terreno y a menudo indicado por una señal, donde se coloca el instrumento de observación para efectuar medidas topográficas o geodésicas.

Estación Total

Instrumento de medición topográfica, de precisión que funciona de manera electrónica.

Geoide

Superficie equipotencial del campo gravitatorio terrestre (perpendicular a la dirección de la gravedad en todos sus puntos), que coincide con el nivel medio del mar (NMM) sin perturbaciones y que se extiende de manera continua, por debajo de los continentes. Es una aproximación a la forma real de la Tierra.

Huso Horario

Porción de la superficie terrestre limitada por dos meridianos separados por 15 grados de longitud. La Tierra está dividida en 24 husos horarios.

**Levantamiento catastral**

Conjunto de acciones que tienen por objeto reconocer, determinar y medir el espacio geográfico ocupado por un predio y sus características. Es un proceso consistente en medir y delinear las características naturales y artificiales de la tierra, (las observaciones, las mediciones y los cálculos, así como los mapas son el testimonio del conocimiento adquirido mediante los levantamientos).

Levantamiento Geodésico

Conjunto de procedimientos y operaciones de campo destinados a determinar las coordenadas geográficas y elevaciones sobre el nivel de referencia elegido de puntos convenientemente seleccionados y demarcados sobre el terreno.

Mapa

Representación plana y con posiciones relativas, de una porción de superficie terrestre de fenómenos concretos localizables en el espacio y que se elabora a una determinada escala y proyección, conservando los valores de la curvatura de la Tierra.

Meridiano de Greenwich

Meridiano origen que pasa por el Observatorio Real de Greenwich, e indica los cero grados de longitud a partir de los cuales se mide la longitud de todos los meridianos hacia el este y al oeste.

Modelo Geoidal

Representación matemática del geoide para una zona particular, o para toda la Tierra.

Planimetría

Proyección de los rasgos del terreno sobre un plano horizontal.

Plano

Representación gráfica a escala de una pequeña parte de la superficie terrestre (sin considerar su curvatura), o de objetos, existentes o imaginarios, y que puede ser tan detallado como sea necesario. Es una representación considerada menor, y no puede competir con un mapa.

**Predio**

Área con o sin construcción, sujeta a un régimen de propiedad, cuya extensión y límites están reconocidos, en posesión y administrados por una sola entidad, ya sea de manera particular, colectiva, social o pública y es reconocida por la autoridad competente. Tiene ubicación geográfica definida y georreferenciada.

Predio rural

Aquel ubicado en una zona cuyos usos del suelo predominantes son: agrícola, ganadero, forestal, acuícola o contiene paisajes naturales.

Predio urbano

Aquél ubicado en una zona que cumple con todas las condiciones siguientes: 1. Concentración de población (Ciudades, metrópolis, localidades con grandes asentamientos humanos) 2. Continuidad en las construcciones. 3. Trazo de calles y estructura urbana. 4. Cuenta al menos con uno de los servicios básicos (electricidad, agua o drenaje). 5. Los usos de suelo predominantes son: habitacional, industrial, comercial o servicios.

Topografía

Del griego "topo" = lugar, y "grafos" = dibujo. Es la ciencia que con el auxilio de las matemáticas nos ayuda a representar la superficie de un terreno o lugar limitado.

Triangulación

Creación de una red articulada de líneas que forman triángulos y que luego permiten adoptarlas como base para fijar la posición de los puntos claves (vértices).



CONCLUSIONES

Conclusión N° 01

Se logra demostrar parcialmente la hipótesis general que indica: **“El nivel de precisión en el levantamiento catastral con el Método indirecto es mayor respecto al plano existente y las medidas comprobadas en campo; el tiempo se ve significativamente reducido y el costo es más elevado con respecto al método directo usado en la Urb. Manuel Prado del sector 3 del distrito de Sicuani por lo que es aceptable su aplicación.”** Como se muestran en las tablas N° 25, N° 26 y la figura N° 113. Referentes a la variable de precisión que nos indica que el método indirecto es más preciso que el método directo, pero no muestran diferencias estadísticamente significativas a nivel de lotes, ambos en relación a las medidas comprobadas en campo; en la tabla N° 31 referente al tiempo de ejecución del levantamiento se observa que el método indirecto es más rápido que el método directo; en la tabla N° 30 referente al costo no se logra demostrar la hipótesis general debido a que el método indirecto es menos costoso que el método directo.

Conclusión N° 02

No se logra demostrar la sub hipótesis N° 01 que indica: **“A una altura de vuelo de 40 y 60 metros se obtuvieron precisiones de 15 mm/px y 28 mm/px respectivamente, entonces la variación de la precisión es de 13 mm/px.”** Como se muestra en las tablas N° 20 y N° 21 referente a la precisión obtenida durante el proceso de vuelo en las fotografías, se obtuvo precisiones de 1.7 cm ó 17 mm y 2.6 cm ó 26 mm para las alturas de 40 m y 60 m respectivamente lo que concluye que la precisión de las fotografías es inversamente proporcional a la altura de vuelo.

Conclusión N° 03

Se logra demostrar la sub hipótesis N° 02 que indica: **“El Método Indirecto es más preciso que el Método Directo para realizar levantamientos catastrales en base a las medidas comprobadas en campo.”** cómo se indica en las tablas N° 25, N° 26 y la figura N° 113 referente a la a la variable de precisión que nos indica que el método indirecto es más preciso que el método directo en base a los dos análisis estadísticos efectuados con la prueba Anova al 95% de confianza donde el método indirecto no presenta diferencias estadísticas para ninguno de los dos casos de análisis (análisis por manzanas y análisis por lotes).



Conclusión N° 04

Se logra demostrar la sub hipótesis N° 03 con resultados numéricamente distintos que indica: **“El tiempo de ejecución del levantamiento catastral con el método directo fue de 40 horas y con el método indirecto fue de 10 horas.”** cómo se indica en las tablas N° 27 y N° 16 referente a la a la variable de tiempo de ejecución del levantamiento catastral los tiempos necesarios para la ejecución de ambos levantamientos superan los pronosticados en la sub hipótesis, siendo 44.74 horas y 90 horas para el método indirecto y directo respectivamente manteniendo al método directo como el más tardío.

Conclusión N° 05

Se logra demostrar la sub hipótesis N° 04 con resultados numéricamente distintos que indica: **“El costo del levantamiento catastral con el método directo fue de 3000 soles y con el método indirecto fue de 5000 soles.”** cómo se indica en la tabla N° 27 referente a la a la variable de costo de ejecución del levantamiento catastral el costo del levantamiento por el método directo se asemeja al pronosticado con un monto de S/ 2950, mientras que en la tabla N° 17 referente al presupuesto necesario para ejecutar el método indirecto, este termina siendo menos costoso con un monto de S/ 2533.63 siendo el levantamiento por el método directo el más costoso. Con esto concluimos que el levantamiento con el Método Indirecto evaluado a nivel de Costos Directos es más rentable que el Levantamiento con el Método Directo.

Conclusión N° 06

Se logra demostrar la sub hipótesis N° 05 con resultados numéricamente distintos que indica: **“La relación tiempo beneficio obtenida es de 4 por esto decimos que el método indirecto es 400% más rápido que el método directo.”** cómo se indica en la tabla N° 35 referente a la a la variable de costo-beneficio del levantamiento catastral, dicha variable adimensional resulta 2.01; lo que demuestra esta relación es que el método indirecto es 101% o aproximadamente el doble de rápido que el método directo.

Conclusión N° 07

No se logra demostrar la sub hipótesis N° 06 que indica: **“La relación costo beneficio encontrada es de 0.6 por lo que podemos decir que el método indirecto es 60% más costoso que el levantamiento topográfico existente.”** cómo se indica en la tabla N° 34 referente a la a la variable de tiempo-beneficio del levantamiento catastral, dicha variable adimensional resulta 1.16; lo que demuestra esta relación es que el método directo es 16% más costoso que el método indirecto.



RECOMENDACIONES

Recomendación N° 01:

Durante el procesamiento de fotografías, el software puede encontrar problemas en la coincidencia de las fotografías por lo que se recomienda un traslape de fotografía mayor al 75% en ambas direcciones (longitudinal y transversal) de modo que no se presenten áreas invisibles en la ortofoto y demás productos generados por el software.

Recomendación N° 02:

Durante la etapa de procesamiento se detectó que un número elevado de Puntos de Control es, a contrario de lo que se creía, perjudicial en el reajuste de las fotografías, tal es que al superar los 6 puntos de control, la precisión obtenida por el software empieza a decaer, por lo tanto se recomienda usar un número igual o menor a 6 puntos de control y un mínimo de 3 puntos de control que es la cantidad requerida para lograr un buen polígono de apoyo terrestre.

Recomendación N° 03:

En referencia a la altura de vuelo, no existe un criterio fijo para esta, la altura de vuelo dependerá de la altitud máxima de las edificaciones que se encuentren en la zona urbana o rural y de la precisión que requiera el trabajo efectuado, de esta forma se encontrará la altura de vuelo ideal para cada condición de trabajo.

Recomendación N° 04:

En cuanto a la luminosidad requerida para la obtención de las fotografías no existe un criterio fijo para considerar la altitud solar por lo que se puede adoptar una altura mínima de 30° del sol sobre el horizonte, esto para topografías y regiones que no sean accidentadas lo que involucra horarios aproximado de entre las 11:00 AM a 2:00 PM.

También se recomienda que se verifique la velocidad del viento previo a la realización del levantamiento, ya que pese a que el dron cuenta con una plataforma motorizada estabilizadora (gimbal) que se encarga de mantener estabilizada la cámara del dron en todo momento eliminando así las distorsiones producidas por el aleteo cabeceo o deriva del dron, dicho sistema no está diseñado para funcionar a condiciones extremas por lo que la condición ideal sería realizar el vuelo con vientos moderados o suaves lo cual garantiza la calidad de toma de las fotografías.

**Recomendación N° 05:**

En relación a los equipos, se debe contar con un experto en la materia al momento de la calibración del dron para asegurar la obtención de datos verídicos y con el menor error instrumental posible, esto asegura que la información extraída sea exacta y que los productos resultantes cuenten con la calidad necesaria.

Recomendación N° 06:

Una de las etapas más relevantes previas a la ejecución del levantamiento es la difusión del proyecto por lo que se recomienda comunicarse con la entidad catastral responsable o hacer difusión previa mediante volantes, mensajes de radio, etc; de modo que se eviten conflictos o molestias que perjudiquen el proceso de levantamiento fotogramétrico.

Recomendación N° 07:

Con los resultados ya expuestos, se recomienda utilizar esta investigación como base en futuros proyectos de similar contenido para la difusión del método indirecto ya que este es una alternativa innovadora, precisa, rápida y barata para la ejecución de todo tipo de levantamientos y demás aplicaciones que tienen los drones.

Recomendación N° 08:

Durante el análisis estadístico por manzanas, se observó que la precisión de las dimensiones de cada lote en las manzanas situadas en el centro de la ortofoto es mayor que los lotes situados en los bordes, por esto se recomienda adicionar un perímetro exterior al polígono de estudio durante la planificación del vuelo que diste por lo menos 40 m de cada lado para asegurar que los errores de los bordes no estén incluidos en el polígono de estudio.



REFERENCIAS

- Abarca, R. E. (2004). *Nuevo Sistema de Gestión del Catastro Municipal*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- aerovision.pe. (2015). *Aerovision*. Obtenido de <http://aerovision.pe/product/pix4d-drone-mapping-software-desktop-cloud-mobile/>
- ASUS. (2019). *asus.com*. Obtenido de <https://www.asus.com/pe/Laptops/ROG-GL752VW/>
- Bembibre, C. (Agosto de 2010). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/ciencia/poligono.php>
- buytwowayradios. (2019). *buytwowayradios.com*. Obtenido de <https://www.buytwowayradios.com/motorola-md200tpr.html>
- Carrasco Castillo, G. (2011). ¿Qué es la TIR de un proyecto de inversión? *Extoikos*, 129.
- Chihuan Gaspar, R. A. (2002). *Propuesta de una Metodología para el levantamiento catastral de predios rurales mediante el uso del gps en la selva*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- CLAROS, R. A., GUEVARA, A. E., & PACAS, N. R. (2016). *APLICACIÓN DE FOTOGRAMETRÍA AÉREA EN LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS MEDIANTE EL USO DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS*. El Salvador: Universidad de El Salvador.
- Congreso de la República. (2006). *Ley que crea el Sistema Nacional Integrado de Catastro y su Vinculación con el Registro de Predios*. Lima.
- Congreso de la republica del Perú. (10 de Abril de 2001). Ley N° 27444. *El Peruano*, pág. 21658.
- Congreso de la república del Perú. (21 de Julio de 2004). Ley N° 28294. *El Peruano*, págs. 272753, 272754, 272755.
- Cruz, P. J. (2009). *Manual de levantamiento catastral*. Tegucigalpa, Honduras: AECID-AMHON.
- Devore, J. L. (2008). *Probabilidad y estadística para ingenierías y ciencia*. San Luis Obispo: CENGAGE LEARNING.
- Directiva N.°01-2008-SNCP/CNC. (2008). *Tolerancias catastrales - registrales*. Lima: Perú.
- DJI. (2019). *DJI GS PRO*. Obtenido de <https://www.dji.com/ground-station-pro>
- ECURED. (2019). *ECURED*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Distanci%C3%B3metro>
- Escuela Colombiana de Ingenieria Julio Garavito. (2018). <https://www.academia.edu/>. Obtenido de https://www.academia.edu/36369664/Estacion_total?auto=download
- Franquet, J. M., & Querol, A. (2010). *Nivelación de terrenos por regresión tridimensional*. Tortosa: Dertosense.



- GARMIN. (2019). <https://buy.garmin.com/>. Obtenido de <https://buy.garmin.com/es-ES/ES/p/30925>
- Geobit Consulting SL. (2019). *Agisfot.es*. Obtenido de <https://www.agisoft.es/products/agisoft-photoscan/>
- GONZÁLEZ VÁZQUEZ, X. P., & MAREY PÉREZ, M. F. (2012). FOTOINTERPRETACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO. 25. Obtenido de <Http://www.efn.uncor.edu>
- Grupo de Ingeniería Gráfica y Simulación. (s.f.). *INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS*. MADRID: Universidad Politécnica de Madrid.
- Infoagro. (s.f.). *Infoagro.com*. Obtenido de https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_anemometro_velocidad_viento.asp?k=80
- Jara Gamarra, G. (2017). *Linkedin.com*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-y-para-sirve-autocad-civil-3d-gilberto-jara->
- Juan Sani, A. M. (24 al 26 de Noviembre de 2014). VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS – UAV PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA ESCALAS GRANDES REFERIDAS AL MARCO DE REFERENCIA SIRGAS-ECUADOR. SANGOLQUÍ, LA PAZ, ECUADOR.
- Mete Marcos, R. (11 de Enero de 2014). VALOR ACTUAL NETO Y TASA DE RETORNO: SU UTILIDAD COMO HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y. *Instituto de Investigación en Ciencias Económicas y Financieras Universidad La Salle - Bolivia*.
- Ministeria de vivienda, construcción y saneamiento. (junio 2006). *Normas técnicas y de gestion reguladoras del catastro urbano municipal*. Lima: Perú.
- Ministerio de Agricultura. (2019). *Resolución Ministerial RD 0042-2019*. Lima.
- Mogollón Flores, M. (2015). *La Antropometría*.
- Montes de Oca, M. (2004). *Topografía*. México, D.F.: Alfaomega.
- Navarro, J. (Agosto de 2015). *Definición ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/geografia/densidad-de-poblacion.php>
- Pérez Lance, Gabriel; Addati, Gastón A. (2014). *Introducción a los drones*. Buenos Aires: Jorge M. Streb.
- Ruiz, G. M. (2010). ERROR, INCERTIDUMBRE, PRECISIÓN Y EXACTITUD, TÉRMINOS ASOCIADOS A LA CALIDAD ESPACIAL DEL DATO GEOGRÁFICO. *CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CATASTRO UNIFICADO MULTIPROPÓSITO (CICUM)*, (pág. 8). JAÉN - CAJAMARCA.
- Sampieri, H. (1999). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- SANEAMIENTO, M. D. (2006). *NORMAS TÉCNICAS Y DE GESTIÓN REGULADORAS DEL CATASTRO URBANO MUNICIPAL*. LIMA.
- Sociedad Latinoamericana para la Calidad. (2000). *Análisis Costo/Beneficio*.



SUNARP. (2007). *Manual de Protocolo de Actuación en el Levantamiento Catastral*. Lima.

SUNARP; SNCP. (2011). *Manual de protocolo de actuación en levantamiento catastral*. Lima.

Tacca Qquelca, H. (2015). *Comparación de resultados obtenidos de un levantamiento topográfico utilizando la fotogrametría con drones al método tradicional*. Puno: Repositorios UNA-PUNO.

Todoequipos SA. (s.f.). Obtenido de <http://www.topoequipos.com/dem/que-es/terminologia/que-es-una-estacion-total>

Torre, M. d. (28 de septiembre de 2018). *todrone.com*. Obtenido de <https://www.todrone.com/cuadricoptero-dron-ala-fija/>

www.dji.pe. (1 de Enero de 2017). *dji PERÚ AUTHORIZED RETAIL STORE*. Obtenido de Inspire 2: https://www.dji.pe/producto/inspire-2/?gclid=CjwKCAiAmO3gBRBBEiwA8d0Q4tRmYK3OK1LjfBmhKY6epYO76lg0iWBNvzP1fyyMiAlhUBxOOaUYMxoC-LcQAvD_BwE&fbclid=IwAR2vpmr7HQMdSbfun_XWTw3YFEb7Oynhw841yIBayz0rq0z0SvySqluJNiA

ANEXOS

VENTAJAS DE UN LEVANTAMIENTO CATASTRAL CON EL MÉTODO INDIRECTO EN CUANTO A LA PRECISIÓN, RELACIÓN TIEMPO/BENEFICIO Y COSTO/BENEFICIO DE LA URBANIZACIÓN MANUEL PRADO SECTOR 3 DEL DISTRITO DE SICUANI									
OBJETIVO GENERAL	PROBLEMA GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE						
Determinar la precisión, la relación tiempo-beneficio y la relación costo-beneficio del levantamiento catastral con el Método UAV de la Urb. Manuel Prado del Sector 3 del distrito de Sicuani.	¿Cuáles serán las ventajas en cuanto a precisión, relación tiempo-beneficio y costo-beneficio del levantamiento catastral con el método indirecto de la Urb. Manuel Prado del sector 3 del distrito de sicuani?	El nivel de precisión en el levantamiento catastral con el Método indirecto es mayor respecto al plano existente y las medidas comprobadas en campo; el tiempo se ve significativamente reducido y el costo es más elevado con respecto al método directo usado en la Urb. Manuel Prado del sector 3 del distrito de Sicuani por lo que es aceptable su aplicación.	<table border="1"> <tr><td>Levantamiento catastral</td></tr> <tr><td>Tiempo de vuelo</td></tr> <tr><td>Altura de vuelo</td></tr> <tr><td>Cámara del UAV</td></tr> <tr><td>Velocidad de vuelo</td></tr> <tr><td>Software</td></tr> </table>	Levantamiento catastral	Tiempo de vuelo	Altura de vuelo	Cámara del UAV	Velocidad de vuelo	Software
Levantamiento catastral									
Tiempo de vuelo									
Altura de vuelo									
Cámara del UAV									
Velocidad de vuelo									
Software									
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	SUB-HIPÓTESIS	VARIABLE DEPENDIENTE						
Determinar la variación de precisión en el levantamiento catastral con el método indirecto en alturas de 40 y 60 metros.	¿Cuánto será la variación de la precisión del levantamiento catastral con el método indirecto en alturas de 40 y 60 metros?	A una altura de vuelo de 40 y 60 metros se obtuvieron precisiones de 15 y 28 milímetros respectivamente, entonces la variación de la precisión es de 13 milímetros.	PRECISIÓN						
Determinar el Método más preciso sea Directo o Indirecto respecto a las medidas comprobadas en Campo.	¿Cuál será el Método más preciso para el levantamiento catastral respecto a las medidas comprobadas en campo?	El Método Indirecto es más preciso que el Método Directo para realizar levantamientos catastrales en base a las medidas comprobadas en campo.							
Determinar la diferencia de tiempos de ejecución del levantamiento catastral con el método directo y el método indirecto.	¿Cuánta diferencia tendrá el tiempo de ejecución del levantamiento catastral con el método directo y el método indirecto?	El tiempo de ejecución del levantamiento catastral con el método directo fue de 40 horas y con el método indirecto fue de 10 horas.	Relación Tiempo/Beneficio						
Determinar la diferencia de costos de ejecución del levantamiento catastral con el método directo y método indirecto.	¿Cuánta diferencia tendrá el costo de ejecución del levantamiento catastral con el método directo y el método indirecto?	El costo del levantamiento catastral con el método directo fue de 3000 soles y con el método indirecto fue de 5000 soles.							
Determinar la relación tiempo beneficio del levantamiento catastral con el método directo y el método indirecto.	¿Cuánta será la relación tiempo/beneficio del levantamiento catastral con el método directo y el método indirecto?	La relación costo beneficio obtenida es de 4 por esto decimos que el método indirecto es 400% más rápido que el método directo.	Relación Costo/Beneficio						
Determinar la relación costo beneficio del levantamiento catastral con el método directo y el método indirecto.	¿Cuánta será la relación costo/beneficio del levantamiento catastral con el método directo y el método indirecto?	La relación costo beneficio encontrada es de 0.6 por lo que podemos decir que el método indirecto es 60% más costoso que el levantamiento topográfico existente.							

Fuente: Elaboración propia