



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

**MÉTODO APLICATIVO DE FOTOGRAFÍA DIGITAL 3D PARA
DECLARATORIAS DE FÁBRICAS MASIVAS**

Línea de investigación:

**Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgo, hidráulica y
geotecnia**

Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ingeniería Civil

Autor

Salcedo Chambergo, Pedro Ismael De La Cruz

Asesor

Soto Vásquez, Duber Enrique

ORCID: 0000-0002-4505-2053

Jurado

Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique

Tello Malpartida, Omart Demétrio

Anicama Flores, Luis Miguel

Lima - Perú

2025

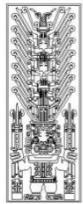
METODO APlicativo DE FOTOGrametria DIGITAL 3D PARA DECLARATORIAS DE FABRICAS MASIVAS

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	docplayer.es Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	2%
4	datospdf.com Fuente de Internet	1%
5	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
7	files.fotogrametria-com.webnode.com.co Fuente de Internet	1%
8	idoc.pub Fuente de Internet	1%
9	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	doaj.org Fuente de Internet	<1%
11	prezi.com Fuente de Internet	<1%
12	www.ptolomeo.unam.mx:8080	



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

MÉTODO APLICATIVO DE FOTOGRAFÍA DIGITAL 3D PARA DECLARATORIAS DE FÁBRICAS MASIVAS

Línea de investigación:

Desarrollo urbano-rural, Catastro, Prevención de riesgo, Hidráulica y geotecnia

Tesis para optar el grado académico de
Doctor en Ingeniería Civil

Autor

Salcedo Chambergo, Pedro Ismael De La Cruz
ORCID: 0000-0002-6790-6945

Asesor

Soto Vásquez, Duber Enrique
ORCID: 0000-0002-4505-2053

Jurado

Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique
Tello Malpartida, Omart Demétrio
Anicama Flores, Luis Miguel

Lima – Perú

2025

Dedicatória:

A mi familia, por ser mi inspiración y motivo
para lograr mis objetivos.

Salcedo Chambergo Pedro Ismael De La Cruz

Agradecimiento:

A los colegas que han brindado el apoyo
desinteresado para el desarrollo de esta tesis.

Salcedo Chambergo Pedro Ismael De La Cruz

INDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT.....	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Descripción del problema	4
1.3. Formulación del problema	9
1.3.1. Problema general.....	9
1.3.2. Problemas específicos	9
1.4. Antecedentes	10
1.4.1. Antecedentes internacionales	11
1.4.2. Antecedentes nacionales	13
1.5. Justificación de la investigación	14
1.6. Limitaciones de la investigación.....	17
1.7. Objetivos	18
1.7.1. Objetivo general	18
1.7.2. Objetivos específicos.....	18
1.8. Hipótesis	18
1.8.1. Hipótesis general.....	18
1.8.2. Hipótesis específicas	19
II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. Marco conceptual	20
2.1.1. Declaratoria de fábrica	20
2.1.2. Catastro.....	20
2.1.3. Dron / UAV	20

2.1.4. Fotogrametría	20
2.1.5. Fotogrametría digital.....	21
2.1.6. Nube de puntos.....	21
2.1.7. Planimetria	21
2.1.8. Planos de planta.....	21
2.1.9. Puntos de control.....	21
2.1.10.Predios	22
2.1.11. Registros públicos	22
2.1.12. Restitución fotogramétrica	22
2.2. Bases teóricas de la investigación.....	22
2.2.1. Fotogrametría	22
2.2.2. Drones (VANT).....	37
2.2.3. Declaratoria de fábrica	40
2.2.4. Proyecto piloto	40
2.3. Bases tecnológicas	41
2.3.1. Vehículos aéreos no tripulados (UAV / DRONES).....	44
2.3.2. Tipos de UAV	45
2.3.3. Adquisición y procesamiento de datos de los UAV.....	47
2.3.4. Proceso de la nube de puntos	48
2.4. Base filosófica.....	49
2.5. Base legal.....	50
2.5.1. Ley N° 27972 (2003)	50
2.5.2. Ley N° 30740 (2018)	50
2.5.3. Ley N° 28294 (2004)	50
2.5.4. Decreto Supremo N° 005-2006-JUS (2006)	50

2.5.5. Decreto Supremo N° 005-2018-JUS (2018)	51
2.5.6. Resolución N° 023-2001-SUNARP/SN. (2001)	51
2.5.7. Resolución N° 097-2013-SUNARP/SN. (2013)	51
III. MÉTODO	52
3.1. Tipo de investigación	52
3.2. Población y muestra	54
3.3. Operacionalización de variables	55
3.4. Instrumentos	60
3.5. Procedimientos	61
3.6. Análisis de datos	110
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	133
VI. CONCLUSIONES	135
VII. RECOMENDACIONES	136
VIII. REFERENCIAS	137
IX. ANEXOS	143
Anexo A: Matriz de consistencia	143
Anexo B: Carta de validación de instrumentos	144
Anexo C: Tolerancias catastrales	145
Anexo D: PTL A.H. Clorinda Malaga de Prado – Comas - Lima	147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Profundidad de color	33
Tabla 3 Comparación de nubes de puntos generados por tipo de software	48
Tabla 4 Código y nomenclatura UNESCO	53
Tabla 5 Definición conceptual y operacional de variables	58
Tabla 6 Operacionalización de variables	60
Tabla 7 Características físicas de la aeronave phantom 4 pro V2.0	62
Tabla 9 Propiedades del grupo de fotografías ingresadas al software contextcapture	71
Tabla 10 Parámetros de vuelo	110
Tabla 11 Estadísticos descriptivos de una muestra piloto de 20 predios	111
Tabla 12 Cálculo del tamaño de la muestra para una prueba t pareada	112
Tabla 14 Trabajos de levantamiento de los predios	114
Tabla 15 Imágenes que fueron procesadas con el software contex capture	115
Tabla 16 Información recabada, ya que desde el año 2004 al año 2024	116
Tabla 17 Distribución de predios según localidad	117
Tabla 18 Estadísticos descriptivos del área construida en el primer piso obtenida por ambos métodos: el tradicional y el de fotogrametría y Dron	117
Tabla 19 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk aplicada al área construída en el primer piso	118
Tabla 20 Prueba t para una muestra pareada comparando los valores del área construida en el primer piso obtenidos mediante los dos métodos: método tradicional y el método de fotogrametría y Dron	121
Tabla 24 Indicadores de producción para la información gráfica de declaratoria de fábrica	125
Tabla 25 Costo total para la producción de información gráfica de declaratoria de fábrica en el proyecto piloto desarrollado el año 2004	126

Tabla 26 Costo por lote construido en el proyecto piloto desarrollado el año 2004	126
Tabla 27 Indicadores de producción para la información gráfica de declaratoria de fábrica obtenido con fotogrametría digital 3D y Drones	127
Tabla 28 Costo total para la producción de información gráfica de declaratoria de fábrica con fotogrametría digital 3D y Drones	127
Tabla 29 Costo por lote construido con fotogrametría digital 3D y Dron	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fotografía aérea	23
Figura 2 Relación entre la escala de la fotografía y la de la cartografía	25
Figura 3 Tamaño mínimo de elemento detectado con un instrumento de restitución	25
Figura 4 Altitud de vuelo sobre el nivel del mar	26
Figura 5 Desplazamiento de un punto debido al relieve	27
Figura 6 Condiciones de toma y puntos homólogos	28
Figura 7 Ortofoto	31
Figura 8 Imagen digital	32
Figura 9 Imagen digital en RGB	32
Figura 10 Fotogrametría digital	33
Figura 11 Profundidad de color	34
Figura 12 Restitución de la fachada de la iglesia de la Universidad Pontifica de Comillas, Cantabria (CICOP-Caja Cantabria)	36
Figura 13 Geomática disponible, técnicas, sensores y plataformas imágenes en 3D, de acuerdo con la escena, dimensiones y complejidad	45
Figura 14 Zona de aceptación de Hipótesis Nula (H_0) con un nivel de significancia de 0.05	57
Figura 15 Aeronave phantom 4 Pro V2.0	64
Figura 16 Diagrama de la aeronave phantom 4 Pro V2.0 – Prizma drones	64
Figura 17 Aplicación GS para planificación de vuelo con phantom 4 Pro V2.0	66
Figura 18 Interfaz inicial de software contextcapture center master	67
Figura 19 Creación de un proyecto nuevo – Software contextcapture master	68

Figura 20 Bloque vacío luego de haber creado un proyecto nuevo – Software contextcapture center master	69
Figura 21 Importación de fotografías de vuelo fotogramétrico – Software contextcapture center master	70
Figura 22 Elección de la carpeta a importar – Software context capture center master	70
Figura 23 Fotografías importadas – Software contextcapture center master	72
Figura 24 Visualización 3D de la trayectoria de vuelo – Software contextcapture center master	73
Figura 25 Ejecución de aerotriangulación – Software contextcapture center master	73
Figura 26 Nombre de bloque de salida del proceso de aerotriangulación – Software contextcapture center master	75
Figura 27 Posicionamiento y georreferenciación del proceso de aerotriangulación – Software contextcapture center master	75
Figura 28 Configuraciones del proceso de aerotriangulación – Software contextcapture center master	76
Figura 29 Aerotriangulación pendiente – Software contextcapture center master	77
Figura 30 Abriendo el módulo contextcapture center engine	77
Figura 31 Ventana del módulo center engine abierto	78
Figura 32 Aerotriangulación en proceso – Software contextcapture center master	78
Figura 33 Aerotriangulación terminada – Software contextcapture center master	79
Figura 34 Visualización de la nube de puntos dispersa – Software contextcapture center master	79
Figura 35 Creación del área de reconstrucción 3D – Software contextcapture center master	80
Figura 36 Área de reconstrucción 3D creado – Software contextcapture center master	80
Figura 37 Configuraciones de spatial framework – Software contextcapture center master	81

Figura 38 Configuraciones de procesamiento – Software contextcapture center master	81
Figura 39 Enviar nueva producción – Software contextcapture center master	82
Figura 40 Nombre de la primera producción – Software contextcapture center master	82
Figura 41 Objetivo de la producción “3D point cloud” – Software contextcapture center master	83
Figura 42 Opciones de salida de la nube de puntos – Software contextcapture center master	84
Figura 43 Extensión del proyecto para la nube de puntos – Software contextcapture center master	85
Figura 44 Ruta de salida de la nube de puntos – Software contextcapture center master	85
Figura 45 Inicio de ejecución de la primera producción – Software contextcapture center master	86
Figura 46 Producción completada – Software contextcapture center master	86
Figura 47 Propiedades y ruta de salida de la primera producción terminada – Software contextcapture center master	87
Figura 48 Archivos de la primera producción: Nube de puntos, en formato *.las – Software contextcapture center master	87
Figura 49 Visualización de nube de puntos en el software global mapper	88
Figura 50 Inicio de una segunda producción – Software contextcapture center master	89
Figura 51 Nombre de la segunda producción – Software contextcapture center master	89
Figura 52 Objetivo de la producción, “Orthophoto/DSM” – Software contextcapture center master	90
Figura 53 Opciones de salida de la orthophoto/DSM – Software contextcapture center master	90
Figura 54 Ruta de salida de la ortofoto – Software contextcapture center master	92
Figura 55 Ejecución de la ortofoto – Software contextcapture center master	92

Figura 56 Segunda producción terminada – Software contextcapture center master	93
Figura 57 Archivos de la segunda producción: Orthophoto/DSM, en formato *.tif	94
Figura 58 Visualización de ortofoto en el software global mapper	94
Figura 59 Inicio de la tercera producción – Software contextcapture center master	95
Figura 60 Nombre de la tercera producción – Software contextcapture center master	95
Figura 61 Objetivo 3D mesh – Software contextcapture center master	96
Figura 62 Opciones de salida de la malla 3D – Software contextcapture center master	96
Figura 63 Extensión del proyecto para la malla 3D – Software contextcapture center master	
	97
Figura 64 Ruta de salida para la malla 3D – Software contextcapture center master	98
Figura 65 Tercera producción terminada – Software contextcapture center master	98
Figura 66 Archivos de la tercera producción: Malla 3D, en formato 3mx	99
Figura 67 Abriendo el módulo contextcapture viewer	100
Figura 68 Visualización de malla 3D en el módulo contextcapture viewer	100
Figura 69 Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume	101
Figura 70 Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume	102
Figura 71 Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume	103
Figura 72 Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume	104
Figura 73 Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume	105
Figura 74 Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume	106
Figura 75 Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume	107
Figura 76 Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume	108
Figura 77 Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume	109
Figura 78 Gráfico cuartil – Cuartil de la distribución normal para el área construida en el primer piso aplicando el método tradicional	119

Figura 79 Gráfico cuartil – Cuartil de la distribución normal para el área construida en el primer	119
Figura 80	120
Figura 81 Imagen 3D del área de trabajo del A.H. Villa El Salvador sector primero grupo residencial 12	129
Figura 82 Imagen 3D del área de trabajo del A.H. Villa El Salvador sector primero grupo residencial 12, mostrando distorsión en la imagen	130
Figura 83 Imagen 3D del área de trabajo del A.H. Villa El Salvador sector primero grupo residencial 12	130
Figura 84 Imagen 3D del área de trabajo del A.H. Villa El Salvador sector primero grupo residencial 12, mostrando distorsión en la imagen	131
Figura 85 Imagen 3D del área de trabajo del A.H. Villa El Salvador sector primero grupo residencial 12	131
Figura 86 Imagen 3D del área de trabajo del A.H. Villa El Salvador sector primero grupo residencial 12, mostrando distorsión en la imagen	132

RESUMEN

La presente tesis plantea un método aplicativo de fotogrametría digital 3d para declaratoria de fábrica masiva, que serían presentados a los registros públicos para su inscripción, haciendo uso de herramientas tecnológicas que faciliten la toma de información masivamente con ello reduzcan los tiempos de elaboración de los expedientes, lo cual generará un ahorro sustancial en costos y tiempo, lo que permitirá incorporar las edificaciones a los registros públicos, con lo cual se logrará generar recursos fiscales a los gobiernos locales, identificaran los predios construidos sobre zonas de riesgo e incrementará el valor de los predios. Por otro lado, se plantea un producto que mejorará la calidad de los registros públicos facilitando su actualización, con el uso de la tecnología de fotogrametría y drones. La metodología planteada, permite el levantamiento de información de las edificaciones, sin necesidad de ingresar al interior de las edificaciones, situación que ha sido un problema recurrente en el piloto de fábrica que se ejecutó en el año 2004.

Palabras claves: declaratoria de fábrica, fotogrametría, predios, registros públicos, método directo para levantamiento topográfico.

ABSTRACT

This thesis proposes an application of 3D digital photogrammetry for the mass registration of building declarations, which would be submitted to public registries for registration. This method utilizes technological tools that facilitate the mass collection of information, thereby reducing the time required to prepare the files. This will generate substantial savings in both cost and time, allowing for the incorporation of buildings into the public registries. This will generate tax revenue for local governments, identify properties built in risk zones, and increase property values. Furthermore, the thesis proposes a product that will improve the quality of public registries by facilitating their updating through the use of photogrammetry and drone technology. The proposed methodology allows for the collection of information from buildings without the need to enter the interior of the buildings, a situation that has been a recurring problem in the factory pilot project that was carried out in 2004.

Keywords: building declaration, photogrammetry, properties, public registries, direct method for topographic surveying.

I. INTRODUCCIÓN

Este desarrollo urbanístico informal, no permite un adecuado registro de las edificaciones, trasladando la informalidad en la tenencia de la tierra, a la informalidad de las construcciones hechas sobre estas, siguiendo con el círculo perverso que solo genera desorden, deficiente provisión de servicios públicos esenciales, alto costo de vida y detrimento en la calidad de vida de la población, habiéndose hecho grandes progresos en cuanto a la formalización de los suelos, con programas gubernamentales de titulación o mejor dicho otorgamiento de propiedad o reconocimiento de la posesión sobre el suelo ocupado, más nada se ha dicho respecto a las viviendas que se han construidos sobre estos, dejando esta problemática a ser resuelta por los propietarios, lo cual no se da, por ser una procedimiento con excesiva tramitología frente a los gobiernos locales, y los altos costos que representan el asumir los pagos por multas al no haber construido con las autorizaciones (licencias), a esto se le suma los trámites y pagos para su inscripción en los registros públicos.

Con esta finalidad, este estudio se presenta en nueve secciones así:

I. Introducción. En la que se plantea, describe y formula el problema a investigar, así como sus antecedentes investigativos tanto a nivel nacional como internacional, la justificación o fundamento de la investigación, los objetivos que se procuran alcanzar y las probables soluciones al problema investigado contenidas en las hipótesis.

II. Marco teórico: En la que se presenta el marco conceptual y se desarrollan desde la perspectiva legal, doctrinal y jurisprudencial la independencia judicial y la prisión preventiva, al igual que el marco filosófico aplicable a la situación investigada.

III. Método. En la que se describe el tipo de investigación empleado, la probación y muestra considerada, la forma como se operacionalizaron las variables, así como los instrumentos, procedimientos y análisis de los datos alcanzados.

IV. Resultados. En esta sección se presentan gráficamente los resultados de la encuesta aplicada, así como de la contrastación de las hipótesis propuestas.

V. Discusión de resultados. En esta sección se examina los resultados obtenidos conforme a los resultados aportados por las investigaciones antecedentes.

VI. Conclusiones. En esta sección se formulan las inferencias alcanzadas luego de efectuada la investigación.

VII. Recomendaciones. Esta sección hace referencia a las sugerencias que se formulan para superar la problemática analizada.

VIII. Referencias. Relación de fuentes de información analizadas.

IX. Anexos. En ella se adjunta documentos que sirven de respaldo a la investigación.

1.1. Planteamiento del problema

Las proyecciones con respecto a las ciudades hacia el 2030, se tiene que: “El proceso urbanización impulsará un escenario donde el 27% de la población mundial (2 mil 292 millones de personas), residirá en una ciudad de al menos un millón de habitantes. Además, 730 millones de personas (8,7% de la población mundial), vivirán en ciudades con al menos 10 millones de habitantes. En ese año el número de megaciudades en el mundo se habrá incrementado a 41; la gran mayoría de ellas se situará en el hemisferio sur”. (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico [CEPLAN], 2019, p. 9).

En las ciudades contemporáneas, conviven dos realidades paralelas, una la realidad oficial que está alineada con la planificación urbanística, la otra es producto de la informalidad, que en su proceso no sigue la normativa edificatoria ni urbana, siendo estas ciudades producto de la interacción de ambas. (Costa y Hernández, 2010).

La realidad descrita, nos muestra la situación que se vive en las ciudades, no solo en un contexto latinoamericano, sino en una gran parte de las ciudades del mundo, lo que origina no

tener una adecuada gestión de territorio y desarrollo urbano, lo cual deviene en la ausencia del registro de gran parte de las edificaciones, que permita administrar la densidad urbana y mejora de la urbe, no estamos solo refiriéndonos a la informalidad en la tenencia de la tierra, también de las viviendas que se edifican sobre esta, muchas veces sin contar con servicios básicos de agua potable, desagüe, energía eléctrica, siendo su provisión de alto costo para estos habitantes, lo cual impacta en la calidad de vida de la población, generando gastos excesivos y afectación a la salud, como se ve, este hecho constituye un círculo vicioso de miseria y genera excesivo gasto (público y privado); por otro lado, la auto construcción no cumple la normativa edificatoria, producen estructuras poco confiables en su resistencia frente a eventos naturales.

Por eso, no es posible hablar de derecho urbanístico en América Latina actual sin hablar de ilegalidad urbana. La proliferación de las formas de ilegalidad en las ciudades, especialmente en el contexto cada vez más significativo de la economía informal, es una de las mayores consecuencias del proceso de exclusión y segregación socio espacial que ha caracterizado el crecimiento urbano intensivo en los países en desarrollo. (Costa y Hernández, 2010, p. 123).

Otro aspecto para tener en cuenta es, que otra consecuencia de formalizar es proporcionar un respaldo financiero que bien podría ser utilizado para generar emprendimientos que a su vez produzcan una mejora en la calidad de vida a la población, y ¿Cómo puede suceder esto?, ponemos mencionar una de las conclusiones del libro El misterio del Capital.

La propiedad debe ser vista como un proceso indispensable que aporta los instrumentos para concretar el pensamiento sobre aquellos aspectos de los recursos de los cuales se puede extraer capital. La propiedad formal es más que un sistema para titular, registrar y mapear los activos; es un instrumento del pensamiento, al representar activos de manera que la mente humana pueda trabajar con ellos en la generación de excedente.

La propiedad formal debe ser universalmente accesible para poder llevar a todos a un contrato social en que la cooperación eleve la productividad de la sociedad. (De Soto, 2000, p. 242).

La informalidad respecto a la propiedad del suelo, ha sido enfrentada por diferentes países, de distinta forma, más o menos exitosas unas que otras, no es la finalidad del análisis de estos procesos en este trabajo, nuestra visión es: ¿de aquí que sigue?, ya se ha indicado de la obra De Soto (2000), si la finalidad de la formalización es generar recursos a los propietarios, si al valor del suelo se le suma el de la construcción, este patrimonio se vería multiplicado por varias veces, además de utilizarse como instrumento para mejorar la administración de la urbe, lo cual generaría mejora en la calidad de vida de la población.

La experiencia a lo largo de 20 años en la participación de los procesos de formalización de la propiedad predial (sobre el suelo), y algunos intentos realizados para enfrentar la informalidad que presentan en las edificaciones hechas sobre estos (construcción), nos permite conocer que la solución respecto a la inscripción de las construcciones no partirá de los propietarios de los lotes, a igual como se ha enfrentado la informalidad del suelo por parte de la administración estatal, creemos que este programa debe de proyectarse a darle mayor valor, como postula De Soto (2000), generando un proyecto que desarrolle masivamente declaratorias de fábricas, respecto a las viviendas construidas informalmente; habiendo podido identificar las actividades que imposibilitan el poder generar un procedimiento masivo para la inscripción de las construcciones, conocido como la “inscripción de la declaratoria de fábrica”, es por ello que es la finalidad del presente trabajo de investigación, el dar solución a esta problemática.

1.2. Descripción del problema

Como se ha indicado en el numeral anterior, en el contexto urbanístico de América latina existe un alto nivel de informalidad, lo cual es más evidente en economías informales

tanto para el acceso al suelo como para la producción de vivienda, incumpliendo las leyes, lo que generan viviendas que no cuentan con los servicios básicos, generando precariedad, insalubridad e inseguridad, estimándose que entre el 40% y el 70% de la población urbana en las grandes ciudades de los países en desarrollo están viviendo ilegalmente.

La población de América Latina y el Caribe, entre 1950 y el 2000, registró un incremento de 340 millones de habitantes pasando de 175 millones a 515 millones. La población urbana alcanzó en el año 2000, 380 millones de personas suponiendo el 75% de la población, y se estima que el 2025 llegará al 85%, lo que la convierte en la región más urbanizada del mundo. (Costa y Hernández, 2010, p. 125).

En el Perú, no hay una cultura de inscripción de inmuebles, tanto de los terrenos como de las edificaciones que se construyen sobre estos, existiendo diversas causas por las que se origina, la informalidad se acentuó en la década de los 70's con la migración del campo a las ciudades, producto de la violencia terrorista que sufría el país, esta población desplazada tuvo la necesidad de vivienda, produciéndose las invasiones de terrenos públicos y privados, constituyéndose los grandes asentamientos humanos, sin contar con un planeamiento urbano, en algunos casos en áreas no aptas para vivienda por ser de alto riesgo sísmico, llenos sanitarios, quebradas o zonas arqueológicas, realizando la construcción de sus viviendas con auto construcción y sin cumplir los reglamentos, siendo los procedimientos para la formalización tanto de los terrenos como de las construcciones sumamente extensos y onerosos, lo que contribuye con la informalidad.

Frente al escenario descrito, el año 1996 se crea un organismo estatal, cuyo objetivo era realizar el saneamiento físico legal de las posesiones informales masivamente, con la finalidad de que los poseedores cuenten con un título de propiedad que le permita acceder a sistema financiero y que apalancue créditos que sirvan para generar emprendimientos productivos y por consiguiente a la mejora de la calidad de vida, lográndose de ese año a la actualidad la

formalización de alrededor de 3'000,000 millones de predios, entendiéndose solo de los terrenos, quedando pendiente la inscripción de las construcciones edificadas sobre ellos.

Todo este contexto, en un escenario donde la propiedad es un derecho humano básico.

Después de lo que se ha comentado, respecto a la informalidad de la ocupación del suelo de las grandes urbes de gran parte de países en vías de desarrollo, que lleva también a la informalidad en la construcción de viviendas, lo que genera el no tener un registro adecuado de las construcciones y no hacer un planeamiento urbano que eleve la calidad de vida de los habitantes, lo dice Morris (2014), en su libro La formalización de la propiedad en el Perú “Develando el Misterio”.

La extensión del Proyecto Derechos de Propiedad Urbana (PDPU, 2005), permitió completar sus objetivos y sentar las bases para un posible segundo proyecto del banco Mundial. Durante la ampliación del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

- a) Completar aquellas planteadas para mejorar y medir los impactos socio económicos del proyecto.
- b) Continuar con las tareas de promoción del crédito e inversiones, que incluye el fomento de las culturas de crédito y de registro, que empezó en el primer proyecto.
- c) Apoyar en la integración de los registros de propiedad en la SUNARP.
- d) Promover entrenamiento y fortalecimiento sobre las capacidades del COFOPRI.
- e) Permitir el cumplimiento del Plan Nacional de Formalización.
- f) Evaluar los beneficios de un posible programa de saneamiento de fábrica. (el énfasis es nuestro).
- g) Analizar el desarrollo de un sistema de catastro nacional. (Morris, 2004, p. 155).

En ese contexto, en mayo del año 2004 en Perú se ejecutó un proyecto piloto de “Catastro con fines de regularización de declaratoria de fábrica”, piloto desarrollado en tres ciudades, Túcume en el departamento de Lambayeque, Comas departamento de Lima y en

Pucallpa departamento de Ucayali, aplicando una metodología directa (medición con wincha) para la elaboración de la información gráfica (planos) que formaría parte del expediente de regularización de la declaratoria de fábrica, este piloto concluyó que, entre las dificultades encontradas estaba el acceso a las propiedades, excesivo tiempo para su ejecución tanto en el levantamiento de información para elaborar planos como para el dibujo, por lo tanto, alto costo y falta de un marco legal para su implementación, por lo tanto, como procedimiento para una aplicación masiva no sería el más recomendable, dado que se optimizaría el trabajo si las brigadas de verificación entregaran el esquema elaborado en campo al día siguiente del levantamiento, lo cual no fue posible.

En el mes de setiembre se promulga la Ley N° 29090 (2007), que en su cuarta disposición final prescribe “Facúltese al Organismo de Formalización para que, mediante un proceso simplificado especial, aprobado por decreto supremo, pueda efectuar las declaratorias de fábrica de predios cuyo terreno haya sido materia de un proceso de formalización, así como de los terrenos que sean objeto del saneamiento físico legal al que se refiere la Ley N° 28687 (2006), hasta los límites que se establezca”.

Quedando pendiente el desarrollo del procedimiento que, permita elaborar masivamente la información gráfica del expediente para la inscripción de la declaratoria de fábrica, lo cual haría que el procedimiento sea rápido y económico, y por lo tanto el proyecto viable; pues esta información gráfica determina las áreas construidas y libres, esto para complementar el expediente que solicita inscripción de la declaratoria de fábrica en los registros públicos.

No solo el problema de informalidad de la inscripción de las construcciones se ha dado en posesiones informales, el “Plan Bicentenario - Perú al 2021” elaborado por CEPLAN (2019), el eje estratégico oportunidades y acceso a los Servicios, numeral 2.5 Vivienda, indica que: “Uno de los problemas que obstaculizan la inversión en la construcción de viviendas es la

informalidad en la propiedad de los predios. En el ámbito urbano, el 44% es poseído ilegalmente, mientras que en el sector rural la informalidad alcanza al 88% del total de predios. En el caso de las edificaciones, la informalidad alcanza al 70% del total". (CEPLAN, 2019, p. 84).

Respecto a las declaratorias de fábrica de edificaciones nuevas, el procedimiento pasa por la aprobación de las licencias de construcción, dependiendo en la modalidad que se solicite, una vez concluida la edificación, se solicita la conformidad de obra con el visado de los planos definitivos acompañados de la memoria descriptiva por parte de la autoridad municipal, documentos que son presentados ante los Registros Públicos para la inscripción de la edificación (fábrica).

Con respecto a las construcciones sin licencia, existe un procedimiento de regularización contemplado en la Ley N° 27157 (1999), modificada por la Ley N° 30830 (2018), sobre las construcciones hechas antes del 31 de diciembre del 2016, que a la fecha está en vías de reglamentar. Si tomamos como referente el reglamento de la Ley N° 27157 (1999), este contempla el uso de formulario registral y firma de verificador responsable inscrito en el índice de verificadores de SUNARP, donde por única vez se constata la inscripción y elaboran planos que son presentados a los Registros Públicos para su inscripción.

Ambos procedimientos descritos, son presentados ante los Registros Públicos previo pago de las tasas registrales correspondientes, por otro lado, estos procedimientos no consideran procedimientos masivos de inscripción, solo se enfocan a predios individuales.

Revisados los requisitos que deben cumplirse para la solicitud de inscripción de las declaratorias de fábrica, vemos que ambos coinciden en que es necesario el acompañar los planos de distribución, también llamados planos de arquitectura, donde se describe gráficamente el predio, requiriéndose básicamente para obtener las áreas construidas, por niveles, respecto al terreno donde se edifica; actualmente esta información es levantada por

medios directos, esto es, con la ayuda de wincha, midiendo cada uno de los ambientes para posteriormente graficarlos, como se ha comentado anteriormente, este procedimiento es muy lento y no aplicable a procesos masivos, por lo que se en este trabajo de investigación, se plantea el utilizar la fotogrametría digital 3D para la recopilación de información digital haciendo uso de drones para registrar las imágenes del área de estudio, equipos aéreos que permitan levantar información a baja altitud, lo que permitirá dar mayor resolución a las imágenes y por consiguiente se logrará mayor precisión; por otro lado se reduciría sustancialmente el tiempo y recursos para el levantamiento de información, levantadas las imágenes y con el procesamiento de la información se obtendrán datos que permitirían reconstruir volúmenes con el uso de software especializado, pudiendo determinar las áreas construidas.

Por lo expresado, se tiene un problema global respecto a la informalidad de las edificaciones, y la imposibilidad con los métodos conocidos para poder generar un proyecto viable que permita la elaboración masiva de expedientes para la inscripción en los registros públicos de las viviendas construidas informalmente, procedimiento conocido también con la inscripción de la “declaratoria de fábrica”.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo la tecnología de fotogrametría digital 3D y drones incrementará la base de datos para la elaboración de expedientes de declaratoria de fábrica de predios, para inscripción en los registros públicos?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Con la utilización de la tecnología de fotogrametría digital 3D y drones se logrará obtener información gráfica con precisión?

- b) ¿Con el uso de las herramientas informáticas para el procesamiento de imágenes recopiladas con la tecnología de fotogrametría digital 3D, se logrará precisión para elaborar la información gráfica de los expedientes de las declaratorias de fábrica?
- c) ¿Con la metodología de fotogrametría digital 3D y drones, reducirá los tiempos para el registro de información y generación de información gráfica?

1.4. Antecedentes

Como ya se ha comentado, en las grandes ciudades del mundo existen dos realidades paralelas que conviven y forman parte de la vida cotidiana, la vida formal y la informal, una cumpliendo las normas y la otra desarrollándose de acuerdo a los recursos, es un sector grande de la población, enfocándonos en la informalidad urbana, se observa que alrededor del mundo se ha tratado de enfrentar bajo diferentes enfoques, urbanístico, posesionario, propietario, algunos con mejores resultados que otros, pero siempre enfocado en las características de ocupación del suelo, tarea monumental que sigue avanzando.

En aquellos ámbitos donde la tarea está más avanzada, se tuvo un impacto socioeconómico de la formalización, los cuales han sido descritos por Morris (2004), donde concluye lo siguiente:

- a) Los objetivos socioeconómicos del (PDPU, 2005), se lograrán gradualmente. Por tanto, no es razonable esperar, en el corto plazo, cambios dramáticos en las condiciones de vida de los pobladores formalizados.
- b) Con respecto a los aspectos legales, para facilitar el crédito y las inversiones en el segmento objetivo, no es necesaria una reforma legal sustantiva sino ciertos ajustes normativos.
- c) Los programas de financiamiento de primer piso del sector público no contribuyen a facilitar el desarrollo de un mercado de crédito en las áreas formalizadas. Por el contrario, suelen entorpecer.

- d) El sector privado prefiere participar cuando vislumbra la oportunidad de negocios potenciales sin competencia desleal del Estado.
- e) La promoción del crédito e inversión requiere resolver problemas de información para ayudar a que el mercado funcione en forma más efectiva.
- f) El estudio de precios de Apoyo Consultoría concluyó que el valor de las propiedades en las zonas formalizadas se incrementó en US\$ 925 por propiedad equivalente a un 25% del valor inicial promedio de los precios. Esto implica un incremento sustancial en la riqueza de los pobladores formalizados. (Morris, 2004, p. 151).

Hasta el momento el problema se ha enfocado solo en la tierra, sin tomar en cuenta la construcción sobre ella edificada; si consideramos lo postulado por Hernando de Soto en su obra “El Misterio del Capital” que, la propiedad del suelo será un instrumento a los propietarios para insertarse en el sistema financiero y accedan al crédito, el considerar la construcción implicaría multiplicar esos activos en varias veces el valor del suelo, lo que daría más herramientas a la población más humildes para desarrollar emprendimientos dirigidos a la mejora de la calidad de vida, desde el enfoque del sector público, ésta identificación de las construcciones, darán la oportunidad de mejorar la gestión catastral.

Por lo mencionado respecto a los antecedentes sobre el tema, en nuestra búsqueda no se ha encontrado información que desarrolle específicamente el tema, los cuales detallamos a continuación.

1.4.1. Antecedentes internacionales

No existen antecedentes respecto a la ejecución de un programa de elaboración de declaratorias de fábrica masivas, con el uso de fotogrametría digital 3D y drones (VANT) u otra técnica similar.

Actualmente en algunos países, se utiliza esta técnica de uso de fotogrametría digital y drones para la conservación, puesta en valor y cuidado de edificaciones que constituyen inmuebles de patrimonio cultural, como la descrita Rodríguez (2013), la aplicación de la fotogrametría digital con el fin de mantener y/o recuperar los valores del patrimonio histórico de una nación.

Se tiene también la publicación realizada por Roque (2013), donde nos explica las bondades de la fotogrametría en el proceso de capturar realidades ya desaparecidas, describiendo los trabajos de levantamiento fotogramétrico del Castillo de Constantina. (Roque, 2013).

Como se ha comentado, no se ha registrado literatura específica respecto al desarrollo de procedimientos de declaratorias de fábrica masivas, para ser inscritas en los registros públicos, no obstante, se han identificado trabajos de investigación que detallamos a continuación:

Se ha considerado la aplicación de la fotogrametría arquitectural digital En la conservación de inmuebles patrimoniales, donde se propone la aplicación de esta técnica para el mantenimiento y/o recuperación de monumentos históricos, en el Municipio de Holguín, Cuba. (Rodríguez, 2013).

Se plantea el uso de la fotogrametría digital en el levantamiento de planos de edificios, en el campo de la rehabilitación y la conservación arquitectónicas, generando errores menores a 1/2000. (Santa Cruz, 2003).

Se ha escrito sobre la Metodología para la documentación 3D utilizando fotogrametría digital, lo que permite generar un modelo 3D texturizado realista, obtenido a partir de un conjunto de imágenes que brindan la información necesaria para que el volumen y profundidades del objeto sean representados como una nube de puntos, que posteriormente serán convertidos en una malla y esta será revestida con una textura obtenida también a partir

de las imágenes, los mismos que generan ortofotos, con las cuales se pueden realizar mediciones confiables de los volúmenes generados. (Arévalo et al., 2015).

Se plantea un proceso de la fotogrametría digital, para la generación automática de mapas de daños de fachadas de edificios, para el mantenimiento y recuperación.

Escalante et al. (2016) escriben un artículo de ortomosaicos y Modelos de Elevación Generados a partir de imágenes tomadas con sistemas UAV (VANT por sus siglas en inglés), siendo una alternativa para la captura de imágenes de alta resolución espacial, planteando la identificación de nuevas estrategias de procesamiento. (Melo et al., 2018).

1.4.2. Antecedentes nacionales

Se ejecutó un proyecto piloto de catastro con fines de regularización de declaratoria de fábrica, financiado por el Banco Mundial, donde se utilizaron técnicas convencionales (uso de cinta métrica) para el acopio de la data que permita graficar las construcciones que no cuentan con declaratoria de fábrica inscrita en los registros públicos. (Morris, 2004).

Este proyecto piloto proporcionó importante información, a tenerse en cuenta ante una eventual continuación del proceso de formalización con la inscripción de las declaratorias de fábrica masivas, siendo uno de ellos la ratio de elaboración de la información gráfica de cada predio, el cual hace inviable el proyecto.

La fotogrametría se viene utilizando para el registro de edificaciones desde la década de los 90's, en Norte América y Europa, en América Latina y el Caribe en el año 2000, desde el punto de vista teórico, aplicándose en el desarrollo de modelos prácticos de bajo costo para su aplicación. (Rodríguez, 2013).

Se plantea para el presente trabajo de investigación, el uso de una rama de la geodesia, la fotogrametría, la cual ha evolucionado con la aparición de la fotografía digital, que brinda mayor detalle (resolución) a las imágenes, lo cual permite mayor precisión, estas imágenes son

registradas por dron (VANT), a diferencia de las fotografías aéreas son tomadas a baja altitud; estas imágenes generan una nube de puntos que son procesados por software que generan volúmenes texturizados.

Respecto a los trabajos elaborados sobre, fotogrametría y el uso de drones para la captura de imágenes y procesamiento para restituir los volúmenes captados correspondientes a las viviendas construidas, no existe bibliografía específica, habiendo trabajos relacionados que a continuación detallamos:

Se elabora un trabajo titulado “Análisis comparativo en el mapeo de terreno usando Vehículos Aéreos No Tripulados con relación al método convencional en la localidad de Piruruyoc – Ancash, donde se evaluó la exactitud, tiempo y costo que demandaría este levantamiento, comparada con la metodología convencional. (Zúñiga, 2016).

1.5. Justificación de la investigación

Se justifica la investigación por el impacto social, económico, psicológico, de seguridad que generará tanto a los propietarios como para el Estado.

Con la data generada e inscrita, se mejorará la gestión del Estado, en cuanto al planeamiento urbano y servicios.

Es conveniente porque solucionará un problema que se presenta en gran parte de las ciudades del mundo, desde el punto de vista nacional se tiene que en el diagnóstico situacional elaborado por el CEPLAN en el trabajo elaborado Perú al 2021.

Servirá para desarrollar un procedimiento que permitirá la inscripción de las declaratorias y fábricas masivamente ante los registros públicos.

1.5.1. Importancia de la investigación

La investigación planteada presenta una gran importancia, pues al utilizar la fotogrametría y drones se podrá contar con la información gráfica necesaria para elaborar la información gráfica de los expedientes, que permitan la inscripción en los registros públicos de las viviendas construidas informalmente, es decir elaborar sus declaratorias de fábrica y su inscripción registral, lo cual beneficiará a los propietarios por la valorización de sus propiedades, transfiriendo la información a los gobiernos locales, lo cual permitirá mejorar la administración catastral, los propietarios contarán con seguridad jurídica respecto a sus propiedades, además permitirá registrar información en menor tiempo, que tomaría al utilizar metodologías convencionales.

El universo por trabajar para la inscripción de las declaratorias de fábricas es de 2'576,583 de predios, distribuidos en todo el ámbito nacional, estimándose en un beneficio directo a 12'000,000 de personas, asimismo se daría la oportunidad de ingreso al mercado inmobiliario formal y acceso al sistema financiero respaldado por la propiedad inscrita por medio de las hipotecas.

1.5.2. Fundamento

Según los indicadores de la publicación del CEPLAN, Perú 2030: Síntesis de tendencias globales y regionales, pronostica que el 27% de la población mundial (2 mil 292 millones de personas) residirá en una ciudad de al menos un millón de habitantes, ciudades que en su mayoría se situarán en el hemisferio Sur. (CEPLAN, 2019), de esta cantidad de habitantes el 70% ocupa informalmente sus viviendas, por otro lado, si tomamos como referencia al Perú, los Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda, revelan que en el país existen 10 millones 102 mil 849 viviendas particulares y de ellas el 55.6% son viviendas particulares propias con título de propiedad. Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI, 2017),

o sea un 44.4% de viviendas son informales, lo que representa 4 millones 485 mil 665 viviendas, las cuales no cuentan con algún documento de acredite propiedad de las familias que los ocupan, no están inscritos en los registros públicos y por lo tanto las construcciones no están reconocidas, mejor dicho, no cuentan con declaratoria de fábrica inscrita.

Frente a ese escenario, existen una gran cantidad de edificaciones que están en calidad de informales, ya que no han sido construidas siguiendo los procedimientos establecidos por las autoridades locales, sin una supervisión en la calidad y sin constatar el cumplimiento de los reglamentos edificatorios y parámetros urbanísticos, eso en cuanto a el predio individual, si lo vemos desde la perspectiva de la administración local, esto no permite realizar un adecuado registro (catastro), lo cual impacta directamente en la recaudación de rentas y por consiguiente se limita el accionar de las municipalidades para brindar servicios, y mejorar las áreas urbanas, proyectándose que esta problemática aumente sin que se promueva su inscripción por parte de los propietarios o se desarrolleen políticas de Estado que enfrente esta problemática.

Si analizamos el contexto mundial tenemos que, en el Septuagésimo período de sesiones de la Asamblea General de las Naciones Unidas (AGNU, 2015), en el cual se traza objetivos 17 objetivos para llegar a la meta propuesta, entre ellos el objetivo 11 se aprueba: “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”. (AGNU, 2015, p. 24). Específicamente en el numeral 11.3 “De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países”. (AGNU, 2015, p. 25).

Hernando de Soto, en su obra El Misterio del Capital, que la propiedad formal no debe ser solo visto como un documento que acredite propiedad, o para registrar o mapear activos, debe representar un respaldo de activos que puedan generar valor excedente; formalidad que

debe ser universalmente accesible, que permita la mejora en la calidad de vida a la población. (De Soto, 2000).

Por las razones expuestas, se justifica el implementar políticas para la inscripción en los registros públicos de las viviendas construidas, para lo cual es necesario se desarrolle un proceso para el levantamiento de información, que permita graficar las construcciones masivamente para complementar el expediente de declaratoria de fábrica que permita inscribirla en los registros públicos.

1.6. Limitaciones de la investigación

1.6.1. Espacial

La limitación de la investigación en el ámbito del Perú, fundamentándose por la necesidad de comprobar la metodología para los tres ámbitos geográficos del país, es decir en costa, sierra y selva, que, por sus características, podrían incidir en los resultados, por la dificultad en la toma de información.

1.6.2. Temporal

La presente tesis será desarrollada en un período de 12 meses, para la elaboración de la tesis, desarrollo de la investigación experimental que implica los vuelos de drones en las cuatro localidades establecidas, procesamiento de la información y dibujo de los planos, análisis de los resultados, informe final, trámites administrativos y sustentación del trabajo final; iniciándose en setiembre del 2023, culminando en agosto del 2024.

1.6.3. Social

El ámbito social durante la ejecución del presente trabajo de investigación se tendrá interacción con las entidades siguientes:

- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- Organismo de Formalización de la propiedad Informal – COFOPRI.

- Municipalidades Provinciales y Distritales.
- Policía Nacional del Perú – PNP.
- Organizaciones vecinales de aquellos pueblos donde se desarrollará el trabajo de investigación.

- Empresas privadas de servicio de vuelos de drones.
 - Empresas de servicio de procesamiento de datos nacionales y extranjeras.
 - Empresas Consultoras.
 - Profesionales especialistas en fotogrametría y catastro.
-

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Generar una metodología que permita el registro de información para elaborar expedientes de declaratoria de fábrica, utilizando la fotogrametría digital 3D y drones (VANT).

1.7.2. Objetivos específicos

- a) Mejorar la calidad de información gráfica, utilizando la tecnología de fotogrametría digital 3D y drones (VANT) para el registro de la Declaratoria de fábrica masiva.
- b) Contar con herramientas que permitan procesar con precisión las imágenes registradas.
- c) Reducir los tiempos en la obtención de la información y generación de planos que servirá para elaborar las declaratorias de fábricas.

1.8. Hipótesis

1.8.1. Hipótesis general

Con el uso de la tecnología de fotogrametría digital 3D y drones (VANT), se desarrollaría método aplicativo que permitirá la elaboración de planos para las declaratorias de fábrica masivas.

1.8.2. Hipótesis específicas

- a) Con el uso del método aplicativo de fotogrametría digital 3D y drones, se levantarían mayor cantidad de predios por día.
- b) Con la metodología propuesta se lograrían precisiones dentro de las tolerancias catastrales.
- c) Con la metodología propuesta, se reducirían los tiempos para elaborar los planos de los expedientes de las declaratorias de fábrica.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Declaratoria de fábrica

La declaratoria de edificaciones es la inscripción de una construcción en el Registro de Predios, donde se consignan las características y condiciones técnicas de una obra. Al inscribir una declaratoria de fábrica, reconocemos el carácter legal de una construcción. (La Superintendencia Nacional de Registros Públicos del Perú [SUNARP], 2020)

2.1.2. Catastro

El catastro (derivado de la voz griega κατάστιχον, ‘registro’) inmobiliario es un registro administrativo dependiente del Estado en el que se describen los bienes inmuebles rústicos, urbanos y de características especiales. Entre las características del catastro se encuentra que es un registro estadístico para determinar la extensión geográfica y riqueza de alguna demarcación y que en materia hacendaria es un apoyo para determinar el cobro de las imposiciones del estado, según lo manifestado en los registros.

2.1.3. Dron / UAV

Un vehículo aéreo no tripulado (VANT), UAV (del inglés unmanned aerial vehicle), más apropiadamente RPAS (del inglés Remotely Piloted Aircraft System),¹ comúnmente conocido como dron,² nota 1 hace referencia a una aeronave que vuela sin tripulación, la cual ejerce su función remotamente.

2.1.4. Fotogrametría

La fotogrametría es la técnica cuyo objeto es estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquiera, utilizando esencialmente medidas hechas sobre una o varias fotografías de ese objeto.

2.1.5. Fotogrametría digital

Con la aparición de los ordenadores, se sustituye la imagen analógica por la imagen digital, del mismo modo que se empiezan a utilizar programas informáticos. En la actualidad la fotogrametría digital convive con la analítica.

2.1.6. Nube de puntos

Una nube de puntos 3D es el primer producto resultante del escaneo láser o la fotogrametría digital. Se compone por millones de puntos posicionados tridimensionalmente en el espacio, formando con exactitud milimétrica una entidad física y representando su superficie externa. La nube de puntos 3D contiene una amplia información métrica sobre las superficies escaneadas, así como la relativa a su color y reflectividad del material.

2.1.7. Planimetria

La planimetría es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana (plano geometría), prescindiendo de su relieve y se representa en una proyección horizontal.

2.1.8. Planos de planta

Una planta (del latín planta3) o plano, es la representación de un cuerpo (un edificio, un mueble, una pieza o cualquier otro objeto) sobre un plano horizontal.

2.1.9. Puntos de control

Los puntos de control son marcas sobre el terreno, y visibles a las fotografías tomadas con el dron. Cuando se crean mapas y modelos 3D con el dron se hace a partir de fotogrametría, es decir, muchas fotos tomadas con un recorrido y posiciones muy concretas para que se vean los puntos y reconstruir bien el modelo digital.

2.1.10. *Predios*

En el sentido más amplio, un predio es una pertenencia inmueble de una cierta extensión superficial.

2.1.11. *Registros públicos*

La SUNARP (2020) es un organismo descentralizado autónomo del Sector Justicia y ente rector del Sistema Nacional de los Registros Públicos, y tiene entre sus principales funciones y atribuciones el de dictar las políticas y normas técnico - registrales de los registros públicos que integran el Sistema Nacional, planificar y organizar, normar, dirigir, coordinar y supervisar la inscripción y publicidad de actos y contratos en los Registros que conforman el Sistema. (SUNARP, 2020).

2.1.12. *Restitución fotogramétrica*

La restitución fotogramétrica es una técnica en la cual se procesan imágenes digitales y, mediante la combinación de técnicas de fotogrametría digital y visión por computador, se genera una reconstrucción 3D del entorno.

2.2. Bases teóricas de la investigación

2.2.1. *Fotogrametría*

Las bases teóricas para el presente trabajo de investigación, la encontramos en una rama de la geodesia, la fotogrametría en específico en la fotogrametría digital y el levantamiento de información con el uso de Vehículos Autónomos No Tripulados (VANT) conocidos como drones.

La fotogrametría ha sido desde su aparición el año 1725, utilizada para elaboración cartográfica de grandes áreas, con la invención de la fotografía en el año 1839 se fue perfeccionando, logrando precisión en sus mediciones, en la década de los 90' se comenzó con el uso de la fotografía digital para cualquier cartografía, así como los levantamientos

topográficos de una cierta magnitud. Si bien el concepto está implícitamente ligado a la producción de cartografía, comprende un ámbito de aplicación más amplio y se puede dividir en numerosas ramas desde la fotointerpretación hasta la teledetección.

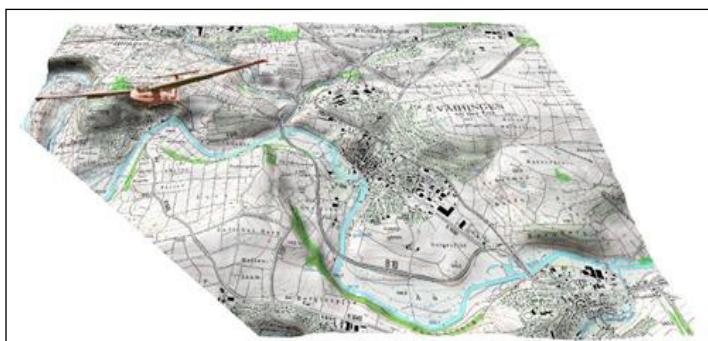
La fotogrametría se define como, la técnica cuyo objeto es estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquiera, utilizando esencialmente medidas hechas sobre una o varias fotografías de este objeto. (Boneval, 1972), etimológicamente significa medida hecha mediante fotografía.

Una definición más actualizada refiere a que es, el arte, ciencia y tecnología para obtención de medidas fiables de objetos físicos y su entorno a través de grabación, medida e interpretación de imágenes y patrones de energía electromagnética radiante y otros fenómenos". Esta última definición es más amplia, abarcando técnicas modernas, y eliminando casi las diferencias existentes entre la fotogrametría y la teledetección. Sociedad Americana de Fotogrametría y Teledetección (ASPRS, 1934).

Como conclusión podríamos definir a la fotogrametría, como la ciencia para elaborar mapas o planos partiendo de fotografías bajo condiciones específicas. (Quirós, 2014).

Figura 1

Fotografía aérea



Fuente: Quirós, 2014

En cualquier caso, podemos decir que la Fotogrametría es la ciencia que nos permite, a partir de fotografías ya sea aérea o terrestre, obtener las medidas del objeto fotografiado (Sobrino, 2006). Los volúmenes son diagramados a través del solapamiento entre imágenes consecutivas, conocido como superposición procedimiento conocido por overlap.

Las fotografías pueden tomarse desde tierra o desde el aire, dando lugar a la división en dos ramas, la fotogrametría terrestre y la fotogrametría aérea. (Santamaría y Sanz, 2011).

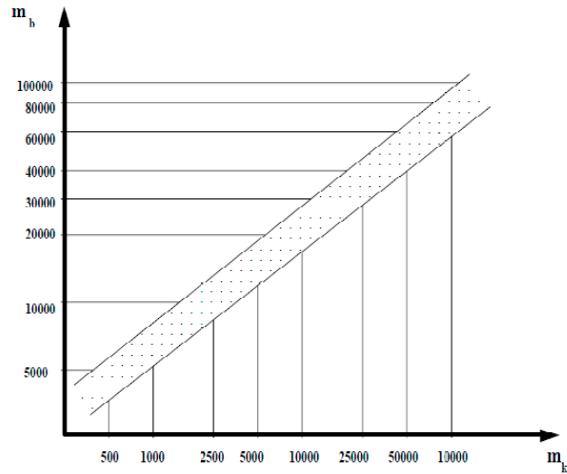
La carta de Venecia define la autenticidad histórica como un valor fundamental para garantizar la objetividad de los trabajos de restauración y alienta la importancia de los levantamientos exactos y precisos de los monumentos en determinada época, de ahí la importancia de la fotogrametría digital, la cual genera resultados más rápidos y precisos, tomándose posible obtener precisiones milimétricas en las medidas, siendo de gran importancia para guardar documentación científica de bienes culturales, así como análisis y control de deformaciones en edificaciones. (Rodríguez, 2013).

La fotogrametría ha dejado de ser una técnica reservada al campo de la topografía, para constituirse en una herramienta eficaz y precisa para el levantamiento de planos de edificios, gracias a la potencia de los ordenadores y a la aparición de aplicaciones informáticas sencillas y asequibles. (Santa Cruz, 2003).

2.2.1.1. Elementos fundamentales en fotogrametría. Entre los elementos fundamentales de la fotogrametría son los siguientes: Elección de la escala de la fotografía es función de la escala de representación (escala del plano a representar) y del tamaño de los objetos que se pretenden detectar, esta relación entre la escala de la imagen ($M_b = 1/m_b$) y la del plano ($M_k = 1/m_k$) que se trata de obtener por medios fotogramétricos, viene dada según el ábaco siguiente:

Figura 2

Relación entre la escala de la fotografía y la de la cartografía



Fuente: Quirós (2014).

Dicha escala de las fotografías nos limitará la detección del tamaño de los objetos, tenido en cuenta que el límite de percepción visual es de 0.2 mm, medida que podría disminuir a 0.02 mm si utilizamos aparatos de ampliación de imagen, por lo tanto, cada escala de imagen nos dará un tamaño mínimo de objeto distinto. (Quirós, 2014).

Figura 3

Tamaño mínimo de elemento detectado con un instrumento de restitución

1:5000	1:10000	1:20000	1:30000
0.10 m	0.20 m	0.40 m	0.60 m

Nota. Elaboración propia

Distancia focal de la cámara, que es un dato característico de la cámara con la que se registrarán las imágenes.

- Altura del vuelo, dado por la expresión siguiente:

Relación entre escala fotográfica y altura de vuelo

$$Mb = \frac{1}{mb} = \frac{c}{H} \Rightarrow H = c \cdot mb$$

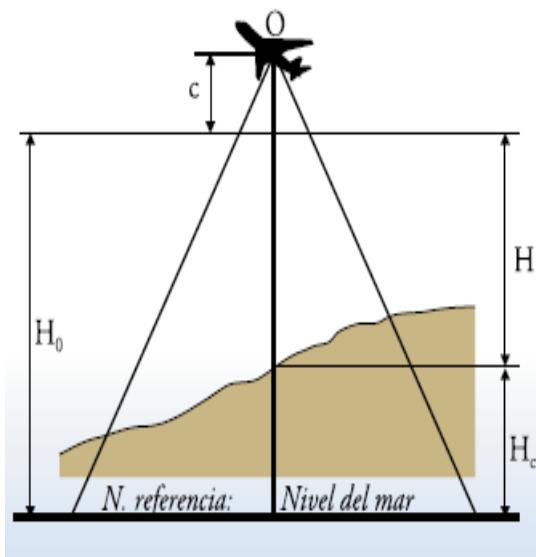
Donde:

H es la altura media sobre el terreno

Ho es la altura de vuelo sobre el nivel del mar (altímetro)

Figura 4

Altitud de vuelo sobre el nivel del mar

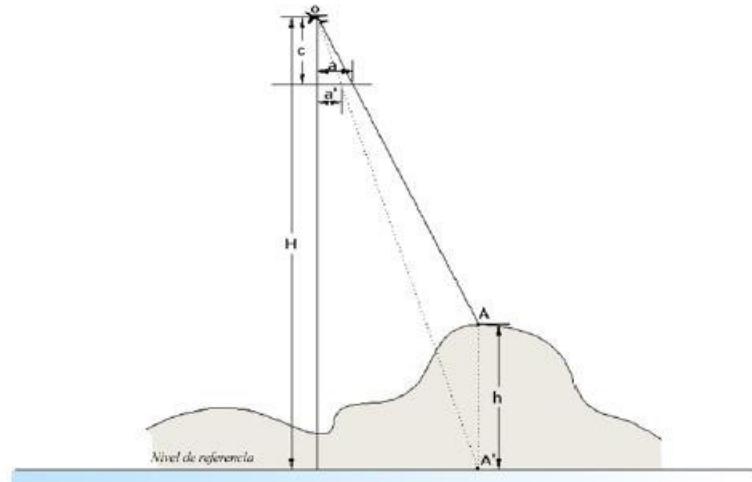


Fuente: Quirós (2014).

2.2.1.2. Principio básico de la fotogrametría. El principio básico de la fotogrametría es el desplazamiento radial que sufre un punto en el fotograma debido a su altitud.

Figura 5

Desplazamiento de un punto debido al relieve



Fuente: Quirós (2014).

De manera que podríamos deducir de la figura 4 que la altura del punto sobre el nivel del mar de la siguiente forma:

- Altura sobre el nivel del mar

$$\frac{H}{a} = \frac{h}{a - a'}$$

Por tanto, se concluye cual es la altura del punto sobre el nivel de referencia:

- Altura sobre el nivel de referencia

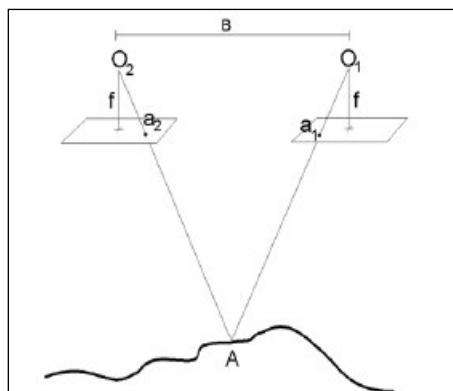
$$h = \frac{a - a'}{a} \cdot H$$

2.2.1.3. Visión estereoscópica. Es la propiedad que tenemos para la observación de objetos en tres dimensiones, esto es el fundamento y la condición fundamental para obtener las alturas en el proceso fotogramétrico, con el uso de esta característica visual, se observan dos fotografías de una misma zona, pero tomadas de dos puntos diferentes (fotografías consecutivas

con sus traslapos), obteniendo una sensación tridimensional del área observada, este fenómeno es el fundamento de la fotogrametría. (Sánchez, 2006).

Figura 6

Condiciones de toma y puntos homólogos



Fuente: Quirós (2014).

Las condiciones que han de darse para ver el relieve en un par de fotografías aéreas son:

- Cada ojo debe observar únicamente una de las imágenes; el ojo izquierdo la fotografía izquierda y el ojo derecho, la fotografía derecha.
- Las fotografías han de observarse reproduciendo las condiciones geométricas aproximadamente de la toma, para que los haces de visión de los ojos intercepten. Si en el proceso el resultado es que se ven dos imágenes paralelas, significa que hay paralaje vertical. Para eliminarlo hay que mover una de las fotografías respecto al otro.

2.2.1.4. Evolución. La fotogrametría va ligada a los avances de la ciencia. El inicio empieza con el descubrimiento de la fotografía por parte de Arago (1839), perfeccionada por Niepce y Daguerre (1839).

Las primeras aplicaciones de la fotografía al levantamiento de planos vinieron de la mano del ingeniero militar francés Laussedat (1850), que es considerado el fundador de la fotogrametría terrestre. Con la ayuda de una cámara lúcida o clara, denominada de Wollaston, Laussedat (1850), reprodujo las características topográficas sobre un plano a partir del dibujo

de perspectivas. El resultado fue la reproducción gráfica de la fachada del hotel des invalides de París. Poco tiempo después, y con el objetivo de lograr una mayor definición de los contornos y accidentes del terreno empleó una cámara obscura. Esta vez, de la intersección de tres vistas colocadas sobre otro plano, obtuvo el plano del fuerte de Vincennes a escala 1:2000 en papel transparente. (Muro, 2002).

Posteriormente, Laussedat (1850), aprovecha la fotografía para realizar planos topográficos, diseñando y haciendo construir el primer fototeodolito, dando a esta técnica el nombre de metro fotografía.

El arquitecto alemán Meydenbauer (1859), utiliza intersecciones a partir de fotografías para el levantamiento de edificios. A esta técnica la denominó fotogrametría, proviniendo de aquí el nombre.

Pulfrich (1901), inventa el estéreo comparador, resolviendo la identificación de puntos homólogos mediante la utilización de la visión estereoscópica. A raíz de este descubrimiento Von-Orel (1907), construye el primer aparato de restitución, que permitía el trazado de curvas de nivel continuas.

Todos los desarrollos realizados anteriormente fueron aplicados a la fotogrametría terrestre, pero con la aparición de los aviones, en 1909 se realizan las primeras fotografías aéreas desde avión (se había hecho anteriormente desde globos aerostático), produciéndose su desarrollo a partir de 1920.

La fotografía aérea es más compleja que la terrestre, ya que no se sabe ni la posición ni orientación de la cámara en el momento del disparo. El primero en resolver el problema de las orientaciones de la cámara fue Von-Gruber (1924), produciéndose el desarrollo de la fotogrametría analógica.

Con el desarrollo de los ordenadores, hacia 1960, se produce el inicio de la fotogrametría analítica, apareciendo el restituidor analítico, creado por el finlandés Helava

(1957), cuyo punto álgido se alcanza en 1980. La diferencia fundamental entre un restituidor analógico y uno analítico, es que en el analógico los procesos de orientación se realizaban mediante métodos ópticos y mecánicos, mientras que en los analíticos se hacen mediante procesos en un ordenador.

En la transición entre ambos restituidores aparecieron unos que se denominaron semianalíticos, que eran aparatos analógicos a los que se les añadieron unos sensores que captaban las coordenadas del terreno, y eran enviadas a un sistema CAD que permitía dibujar y almacenar datos. (Sobrino, 2006).

Finalmente, en los años 90 aparecen los primeros restituidores digitales con el desarrollo de la informática y las posibilidades de rapidez de proceso para orientación en tiempo real de imágenes digitales. El desarrollo de la fotogrametría digital se debe fundamentalmente al desarrollo de los ordenadores, discos duros de gran almacenamiento, tarjetas gráficas que manejan imágenes, comprensión y tratamiento de imágenes digitales, etc.

La etapa actual en la que nos encontramos es una toma fotográfica convencional sobre película y un tratamiento posterior sobre imagen digital procedente del escaneado de la convencional (fotogrametría digital, pero no en el proceso de toma). Se empiezan a usar cámaras digitales aerotransportadas, multiespectrales y combinación de sensores de teledetección con técnicas de fotogrametría.

La fotogrametría con drones tiene diferentes usos siendo los más relevantes el uso en topografía y cartografía, para hacer levantamientos 3D, cálculos de volúmenes etc.

Hoy el trabajo que antes podía tomar meses para un levantamiento topográfico se realiza en tan solo días con la ayuda de los drones, adicionando una precisión de centímetros, gracias al apoyo de puntos de control terrestre.

Es muy simple realizar el cálculo volumétrico para relleno de terreno o para su eliminación gracias al modelado en 3D que permite la fotogrametría en conjunto con el

software de post proceso. También se puede desarrollar el Modelo Digital de Superficie (DSM) o el modelo Digital del terreno (DTM).

2.2.1.4. Ortoproyección y ortofotografía. La fotografía aérea por sí misma no constituye un mapa que pueda ser medido, por estar afectada por dos causas de error:

- a) Falta de verticalidad del eje de toma.
- b) Desplazamiento de la imagen debido al relieve.

La eliminación de ambos efectos se denomina ortoproyección, y al producto resultante, ortofoto, de tal forma que la imagen fotográfica se transforma en una proyección perspectiva ortogonal.

La ortofoto es equivalente geométricamente a un mapa en el que se puede medir ángulo y distancias en planimetría. (Sánchez, 2006).

Figura 7

Ortofoto



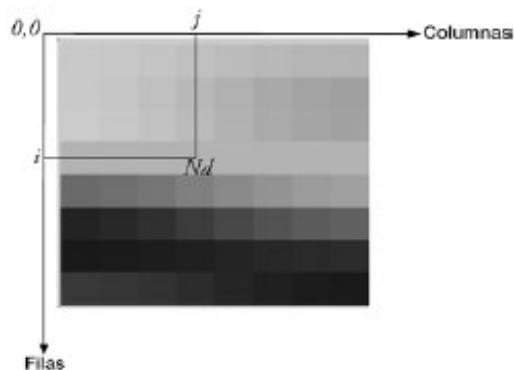
Fuente: Sánchez (2006).

2.2.1.5. Fotogrametría digital. La imagen digital es una matriz bidimensional en la que cada unidad mínima de información es un píxel con coordenadas fila, columna (i, j). cada píxel tendrá un valor denominado Nivel Digital (Nd) que estará representado por un nivel de gris en pantalla, las imágenes monobanda compuesto por una sola matriz se visualizará en

niveles de gris, las imágenes a color (RGB), están compuestos por tres matrices, que corresponden a los colores, rojo, verde y azul, lo cual triplica el espacio de almacenamiento (Quirós, 2014).

Figura 8

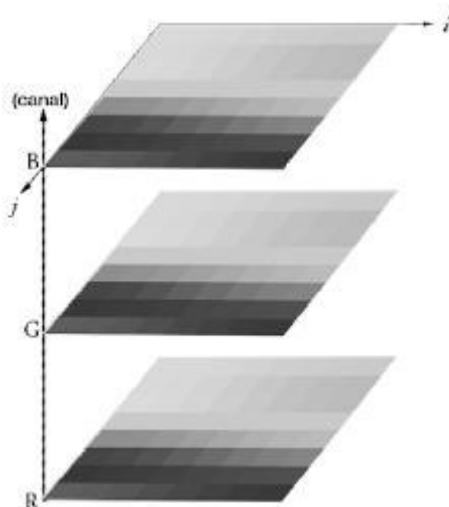
Imagen digital



Fuente: Quirós (2014).

Figura 9

Imagen digital en RGB



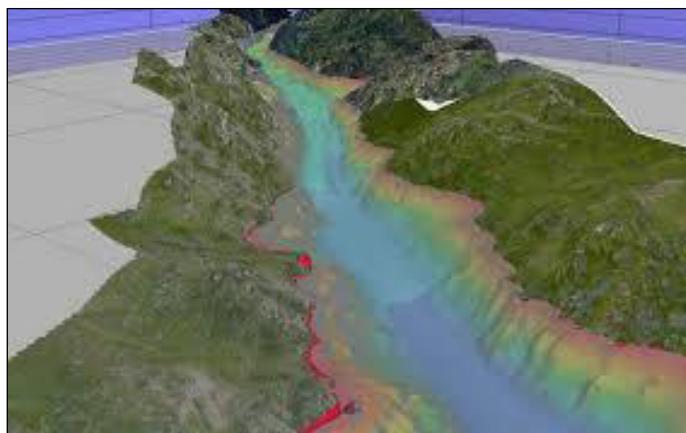
Fuente: Quirós (2014).

Las imágenes digitales son ingresadas a la computadora y el operador puede identificar con buena precisión los puntos homólogos o bien la computadora realiza estas operaciones por comparación de imágenes; finalmente el resultado es una imagen en formato ráster o vectorial,

lo cual es utilizado para la generación de los conocidos Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Figura 10

Fotogrametría digital



Fuente: Quirós (2014).

Las características de las imágenes digitales son:

- Resolución, que es la calidad de imagen, depende del tamaño del píxel, se expresa en PPP (pixeles por pulgada)
- Dimensión, es el ancho y el alto de la imagen, se expresa en cm, pulgadas o píxel.
- Profundidad de color, es el número de bits utilizados para describir el color de cada píxel, cuanto mayor sea la profundidad, más colores habrá en la imagen. (Quirós, 2014).

La relación entre el número de colores y la profundidad se expresa en la tabla siguiente:

Tabla 1

Profundidad de color

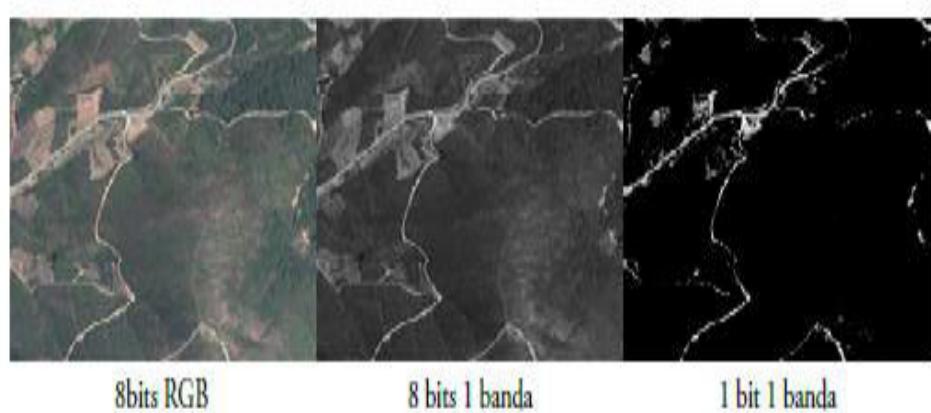
Profundidad	Colores 2^{n^b}
1 bit	2
4 bit	16
8 bit	256
16 bit	65536

32 bit	4294967296
--------	------------

Nota. Elaboración propia.

Figura 11

Profundidad de color



Fuente: Arévalo et al. (2015).

El tamaño, es la cantidad de memoria necesaria para almacenar la información de la imagen, está en función de la resolución, largo, ancho y profundidad de color.

- Tamaño de una imagen (bits)

$$\text{Tamaño} = R^2 \times L \times A \times P$$

Donde:

R = Resolución (ppp)

L y A = Largo y Ancho (pulg)

P = Profundidad de color

Hay que tener en cuenta la capacidad de los ordenadores con los que se procesarán las imágenes registradas.

El uso de la fotogrametría digital permite la generación de objetos tridimensionales (3D) interactivos, los cuales brindan la posibilidad de manipularlos y estudiarlos, permaneciendo de este modo inalterado el objeto original. (Arévalo et al., 2015).

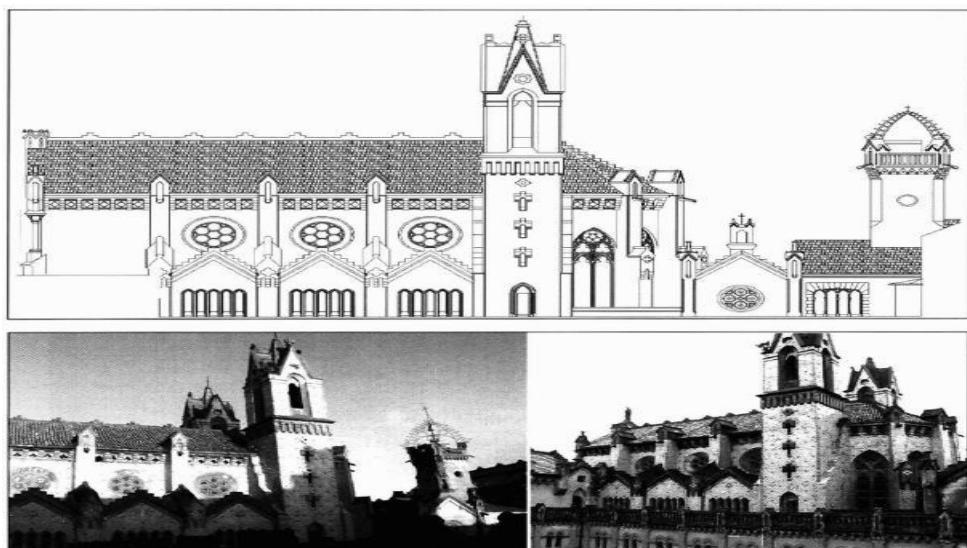
2.2.1.6. Tratamiento digital de imágenes. Antes de proceder con el proceso fotogramétrico, es posible realizar un preprocesamiento de imágenes con la finalidad de mejorar la calidad visual, de las mismas.

- a) Revisión de los histogramas de las imágenes digitales con niveles de gris, debiendo considerar aquellas imágenes cuyo histograma se extiende ocupando casi todo el rango de tonos, lo cual indica una mejor distribución de valores.
- b) Ecualización del histograma que permita repartir de manera uniforme los niveles de gris entre los pixeles de la imagen.
- c) Filtros es un proceso matemático que consiste en aislar componentes de interés, reforzando o suavizando los contrastes espaciales de nivel de gris que integran una imagen, tratar de transformar los niveles digitales originales de cada píxel para que se asemejen o diferencien más de sus vecinos. Para este preprocesamiento, se utilizan filtros suavizantes y de paso bajo además de filtros realzantes y de paso alto. (Santa Cruz, 2003).

2.2.1.7. Fotogrametría arquitectónica. La alta capacidad de almacenamiento y velocidad de procesamiento que tienen los ordenadores actualmente, así como sus cualidades gráficas han desarrollado programas que permiten realizar la totalidad del proceso de restitución en tiempos y costos accesibles para cualquier profesional, lo mismo sucede con las cámaras para este proceso, inclusive se pueden utilizar los equipos de telefonía móvil, proponiéndose dos metodologías para el levantamiento de planos de objetos arquitectónicos a través de la fotogrametría: Modelo tridimensional a través de puntos y líneas y Ortofotos. (Santa Cruz, 2003).

Figura 12

*Restitución de la fachada de la iglesia de la Universidad Pontificia de Comillas, Cantabria
(CICOP-Caja Cantabria)*



Fuente: Santa Cruz (2003).

La primera consiste en restituir los puntos del objeto a través de las fotografías tomadas previamente se digitalizan para poder operar con ellas desde el ordenador, el cual calcula automáticamente sus coordenadas espaciales, tomando puntos homólogos previamente marcados.

El programa permite dibujar líneas entre los puntos definidos, medir distancias y superficies reales, posteriormente terminada la restitución, el programa dispone de módulos para la exportación de los datos a los diferentes formatos utilizados en los programas CAD más usuales.

Siendo que la potencia de cálculo de los ordenadores lo que permite la orientación automática y posicionamiento solo identificando una serie de puntos comunes en al menos tres fotografías, lo que permite que el trabajo de campo se reduzca a solo tomar fotografías y la toma de una medida entre dos puntos conocidos, para proporcionar una escala correcta al

modelo 3D, modelo que es exportado al CAD, donde se puede realizar las acotaciones y proyectar su información en los planos principales.

La segunda metodología, de ortofotos, consiste en que el ordenador produce ortofotos que permite el cálculo de las dimensiones reales.

2.2.1.8. Características y ventajas de la restitución digital. La restitución fotogramétrica digital, proporciona las ventajas siguientes:

- Toma de datos sencilla y rápida.
- Exactitud de todo lo registrado (a mayor número de fotos, mayor precisión).
- No es necesario volver al lugar para toma de datos complementaria.
- Trabajo de restitución sencillo y rápido.
- Proceso de restitución en tantas fases como se quiera (las fotografías digitales no se deforman ni pierden calidad).
- Posibilidad de restituir el objeto con varias personas trabajando simultáneamente en el mismo objeto.
- Catalogación perfecta del objeto sin necesidad de restituirlo.
- Programas de restitución asequibles tanto económico como en su dificultad de utilización.

2.2.2. Drones (VANT)

Un Vehículo Autónomo No Tripulado- VANT o UAV del inglés Unmanned Aerial Vehicle o comúnmente llamado dron, es una aeronave que vuela sin tripulación, capaz de mantener de manera autónoma un nivel de vuelo controlado y sostenido, propulsado por un motor de explosión, eléctrico o de reacción.

El diseño de los VANT tiene una amplia variedad de formas tamaños, configuraciones y características. Históricamente surgen como aviones pilotados remotamente o drones, aumentando a diario el empleo del control autónomo de los VANT. Existen dos variantes: los

controlados desde una ubicación remota, y aquellos de vuelo autónomo a partir de planes de vuelo preprogramados a través de automatización dinámica.

Existen VANT de usos tanto civiles como comerciales, pero sus primeros usos fueron en aplicaciones militares, en este caso llamados Vehículos Aéreos de Combate No Tripulados —UCAV en sus siglas en inglés—.

Los misiles de crucero no son considerados VANT, ya que, aunque son vehículos no tripulados y a veces guiados remotamente, el propio vehículo del misil es un arma no reutilizable. En ese sentido, las aeronaves controladas remotamente (aeronaves radiocontroladas o aeronaves R/C) no se consideran como VANT, al no ser sistemas autónomos que puedan operar sin intervención humana durante su funcionamiento en la misión, es decir, pueden despegar, volar y aterrizar automáticamente.

Con la progresiva popularización del uso civil de los drones sus aplicaciones varían, ampliándose el número de consumidores más allá del terreno militar. Este crecimiento tan acusado ha llevado a que emerjan cada vez más empresas para beneficiarse de este nicho de mercado, tales como Syma o DJI.

Actualmente, los VANT militares realizan tanto misiones de reconocimiento como de ataque. Si bien se ha informado de muchos ataques de drones con éxito, también son susceptibles de provocar daños colaterales y/o identificar objetivos erróneos, como con otros tipos de arma. Los VANT se emplean asimismo en un pequeño pero creciente número de aplicaciones civiles, como en labores de lucha contra incendios o seguridad civil, como la vigilancia de los oleoductos. Los vehículos aéreos no tripulados suelen ser preferidos para misiones que son demasiado "aburridas, sucias o peligrosas" para los aviones tripulados.

2.2.2.1. Origen de los drones (VANT). Los drones tienen su origen, (como muchos de los adelantos tecnológicos en la actualidad) en las fuerzas militares. Hace ya casi un siglo que los primeros ‘drones’ empezaron a utilizarse en las guerras, primero en forma de tele

dirigibles que permitían obtener información del enemigo, hasta la actualidad en donde encontramos drones autónomos que atacan ejércitos o incluso Drones contra Drones son cada vez más frecuentes. El desarrollo de las últimas dos décadas en el ámbito militar ha hecho bajar los costos de esta tecnología y es gracias a esto, en parte, que hoy tenemos Drones con tecnología de punta a precios bajos.

2.2.2.2. Levantamiento topográfico con drones. Un levantamiento topográfico es la descripción de un terreno en concreto. En él se representan todos los elementos existentes, desde las características naturales (accidentes geográficos, ríos, pendientes...) hasta los elementos construidos por el hombre (edificaciones, carreteras...). Con ello se consigue determinar las distintas posiciones relativas entre varios puntos sobre un plano horizontal. Además, se describen las diferencias de altura de todos los elementos que encuentran en ese terreno, así como las diferentes elevaciones del espacio, para la exacta comprensión de dicho espacio y la determinación de las inclinaciones existentes. Con todo ello se consigue conocer perfectamente el terreno en el que se quiere trabajar.

2.2.2.3. Ventajas del levantamiento topográfico con drones. La exactitud y la cantidad de información que se recoja en un levantamiento topográfico es fundamental como conocimiento previo antes de iniciar un proyecto de obra. Por ello el uso de drones ha supuesto una revolución en estos trabajos. Los levantamientos topográficos con drones permiten obtener modelos digitales del terreno mucho más detallados y precisos y de mejor calidad que las técnicas topográficas tradicionales.

La probabilidad de cometer errores en el levantamiento topográfico con la información que han obtenido los drones es mínima. La fusión de la tecnología de los drones y la topografía ha constituido un gran avance para la construcción de gran cantidad de infraestructuras, edificaciones (tanto públicas, como privadas o de carácter industrial) y en muchos otros sectores.

Además, se consigue una cantidad de información que antes no se podía estudiar porque los drones son capaces de llegar a lugares de difícil acceso. Y de una manera mucho más rápida y segura que los métodos tradicionales. Los drones son capaces de cubrir entre 100 y 5.000 hectáreas de terreno en un día, con lo que se consigue un importante ahorro de tiempo y de costes.

Otra de las ventajas de los levantamientos topográficos mediante dron es la posibilidad de generar representaciones en 3D. Además, como son imágenes de alta resolución y están disponibles inmediatamente la calidad, precisión y rapidez en los resultados finales se incrementa.

2.2.3. Declaratoria de fábrica

La SUNARP (2020), define la declaratoria de fábrica es la inscripción de una construcción en el Registro de Predios correspondiente, donde se consignan las características y condiciones técnicas de una obra. Al inscribir una declaratoria de fábrica, reconocemos el carácter legal de una determinada construcción. (SUNARP, 2020).

Con la inscripción de la declaratoria de fábrica se facilitaría la transferencia de un determinado predio, además de valorizarlo.

Asimismo, la inscripción de la declaratoria de fábrica permitirá, en caso se trate de departamentos, la independización de estos.

Actualmente existen dos tipos de requisitos diferenciados para inscribir una declaratoria de fábrica, lo cual dependerá de la fecha en la cual se haya culminado la construcción

2.2.4. Proyecto piloto

El año 2004 con el apoyo financiero del Banco Mundial, se ejecutó un piloto para la elaboración de expedientes de declaratoria de fábrica, sobre predios en el Perú, este piloto fue ejecutado en tres ciudades ubicadas en la costa Lambayeque, Lima, y Pucallpa, donde se establecieron parámetros para su ejecución así como los tiempos que demandaría su ejecución,

determinándose que el proceso de levantamiento de información constituía el proceso que tomaba mayor tiempo en su ejecución, así como la elaboración de los expedientes (información gráfica - Planos y data alfanumérica – Memorias descriptivas).

En este trabajo, se plantea desarrollar un procedimiento con uso de tecnología restitución fotogramétrica y DRONES (VANT), con el soporte de software para el registro y emisión automática de los formatos de la memoria descriptiva, lo cual generará menor tiempo, por lo tanto, menores costos.

Existen estudios y trabajos desarrollados para levantamiento de edificaciones de alto valor histórico haciendo uso de la tecnología de drones, pero no existe antecedentes de algún procedimiento que complemente la tecnología fotogrametría y drones para generar un procedimiento masivo de levantamiento de información gráfica de los predios (plano de distribución).

2.3. Bases tecnológicas

La utilización de tecnología de fotografía aérea y restitución fotogramétrica para el levantamiento de información de los predios (método indirecto), comparada con levantamiento de información utilizando DRONES (VANT) y uso de software para el registro de información de los predios de forma masiva, reduciendo los tiempos.

La Fotogrametría ha dejado de ser una técnica reservada al campo de la topografía. Para constituirse en una herramienta eficaz y precisa en el levantamiento de planos de edificaciones, gracias a la potencia de los ordenadores y a la aparición de aplicaciones informáticas sencillas y asequibles.

En el campo de la rehabilitación y la conservación arquitectónicas, este sistema es especialmente adecuado, pues, además de ser casi tan preciso (errores < 1/2000) como el registro de puntos a través de estaciones topográficas. Su ventaja principal reside en su

sencillez, en la práctica ausencia de errores de interpretación y en la economía de los medios utilizados (un ordenador PC, una cámara digital y el software específico de restitución).

En el campo del levantamiento de planos de edificios históricos, este sistema es insustituible sobre todo debido a la reducción drástica del tiempo destinado a la toma de dalos "in situ" (sólo la toma de fotografías y alguna medida de control) ya que todas las posibles medidas necesarias están registradas en dichas fotografías.

Una de las metodologías más usadas hoy en día para el levantamiento arquitectónico, es la fotogrametría.

La combinación de la fotogrametría terrestre con la aérea de baja altura es el procedimiento idóneo para la obtención de la documentación geométrica global de cualquier edificio ya que recoge la información de puntos ocultos o inaccesibles. El UAV o drones es el dispositivo que actualmente más se utiliza para la captura de fotografías aéreas.

Junto a un contenido conceptual y metodológico en torno al significado y utilidad del levantamiento arquitectónico, el resultado práctico obtenido a través de la docencia de esta disciplina, materializado en una serie de documentos gráficos de distintos elementos patrimoniales de la ciudad de Granada y de la Alhambra. La obtención de planos, imprescindibles para la realización de cualquier intervención de restauración, no debe considerarse el único objetivo de un levantamiento. Como se plantea en esta publicación, el levantamiento debe ser fundamentalmente un proceso de análisis y su objetivo final tiene que ver fundamentalmente con el conocimiento del edificio. Este conocimiento deberá ser lo más amplio posible si queremos que cualquier intervención que sobre él se haga sea eficaz y garantice la preservación de todos sus valores. Por ello, el levantamiento en sí debe considerarse un método de investigación pues sus resultados nos permiten profundizar en el conocimiento de nuestro patrimonio que es la base imprescindible para su conservación.

Con el objetivo de obtener nubes de puntos mediante una técnica alternativa a la del scanner láser 3D. Para ello se analizan diferentes aplicaciones informáticas que, mediante la realización de una serie de fotografías desde diferentes puntos de vista, permiten obtener de forma relativamente económica y fiable, conjuntos de datos que pueden ser importados y utilizados en aplicaciones BIM. Concretamente se utiliza el programa Agisoft PhotoScan para la reconstrucción del modelo y la generación de nubes de puntos, que posteriormente se insertan en Revit para la elaboración de modelos tridimensionales con los que poder documentar un proyecto arquitectónico. Se analizan a su vez otras aplicaciones o complementos, como Autodesk ReCap, que facilitan el proceso de análisis y revisión de la geometría del modelo, agilizando el procedimiento y reduciendo el tiempo necesario para obtener la planimetría del elemento de estudio.

Las representaciones cartográficas producto de la aplicación de vehículos aéreos no tripulados (UAV / drones) presentes en la fotogrametría actual pueden situarse actualmente en un rango cercano a escalas 1/1000- 1/500 e incluso mayores, dada la cercanía posible del sensor con el terreno. Estas escalas corresponden a un segmento de transición entre el trabajo propiamente fotogramétrico y aquél proveniente de los levantamientos topográficos, generando la necesidad de concebir una simbolización acorde al detalle capturado en la restitución fotogramétrica (planos vectoriales). El presente trabajo muestra el desarrollo de una restitución a escala 1/1000 proveniente de un estudio realizado en una localidad de tipo urbano/rural del sur de Chile, destinada a la generación de planos catastrales mediante el uso de drones, en la cual se han puesto en práctica innovaciones en cuanto a la representación pictórica de los planos producidos a la escala citada mediante el uso de algoritmos para la diferenciación de componentes del terreno.

La Automatización es un término que paulatinamente va empapando en la sociedad. En un principio asociaba complicados sistemas de control y de gestión de dispositivos, e incluso

se confundía con el concepto de edificios inteligentes. Actualmente, la oferta de la Automatización aumenta cada día, cobra más y más importancia y es aplicada cada vez a otros campos como: la energía eléctrica, servicios de seguridad y a la comunicación por medio de la automatización aplicada.

En el post publicado por la empresa Powered By Zima Robotics respecto al uso de la fotogrametría y drones para levantamientos planimétricos se indica: “El proceso consiste en el vuelo y captación de fotografías en primer lugar. Luego dichas imágenes son procesadas mediante programas específicos para la obtención de los modelos 3D y Ortomosaicos, como Pix4D o Agisoft PhotoScan. Con este tipo de programas es posible obtener una precisión de hasta 1 centímetro en planimetría gracias a la inclusión, como hemos comentado en el ejemplo, de puntos de apoyo tomados por GNSS topográfico. Los ortomosaicos obtenidos pueden alcanzar hasta 1 centímetro de GSD (Ground Sample Distance), es decir, un píxel de la imagen generada representa un cuadrado de 1 centímetro de lado en la realidad. Precisiones idóneas”, márgenes de error aceptables para el uso dado a la metodología que se planteará cuya finalidad es la inscripción de las declaratorias de fábrica.

2.3.1. Vehículos aéreos no tripulados (UAV / DRONES)

Según la definición internacional, el sistema de vehículos no tripulados (UVS), un vehículo aéreo no tripulado (UAV) es un diseño genérico de avión para operar sin piloto humano a bordo.

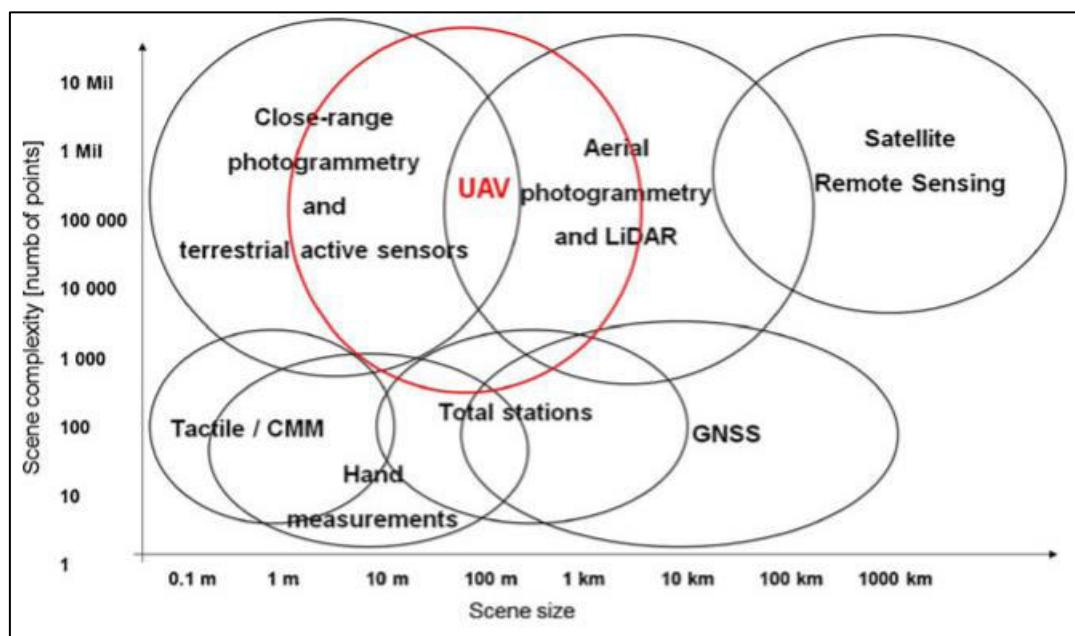
Existen otros términos con los que son conocidos, zángano, vehículo teledirigido (RPV), remotamente de aviones operados, sistemas de aviones pilotados a distancia (RPAS), vehículos micro aéreos, vehículos aéreos de combate no tripulados, pequeños UAV (SUAV), baja altitud penetración profunda UAV, baja altitud UAV de larga resistencia, UAV de media altitud de larga resistencia, helicóptero a control remoto; siendo el sistema compuesto por el vehículo y la estación de control. (Nex y Remondino, 2014).

Otro concepto de UAV se refiere a Vehículos Aéreos Deshabilitados.

Para el registro de información y poder desarrollar imágenes en 3D, hay que tomar en cuenta el área que se va a trabajar y su complejidad, esto para identificar la herramienta más adecuada para el registro de la información, como ya se ha hecho referencia para áreas entre 1 y 1000 km, es posible utilizar fotogrametría aérea o satelital, aunque con la tecnología actual de imágenes y sensores de alta resolución esta brecha está cerrándose: a continuación se muestra una gráfica donde se establecen algunas referencias entre el área a trabajar versus su complejidad y las herramientas a utilizar para el registro de información.

Figura 13

Geomática disponible, técnicas, sensores y plataformas imágenes en 3D, de acuerdo con la escena, dimensiones y complejidad



Fuente: Nex y Remondino (2014).

2.3.2. Tipos de UAV

Existen diferentes tipos de UAV que a continuación detallamos:

2.3.2.1. Por su fuselaje

- De ala fija.

- Giratoria.

2.3.2.2. Método de lanzamiento.

- Modo autónomo.
- Aire.
- Mano.
- Coche o pista.
- Bote.
- Cordón lanzado.

2.3.2.3. Por su costo

- De los instrumentos a bordo.
- Carga útil.
- Autonomía de vuelo.
- Tipo de plataforma.
- Grado de automatización.

2.3.2.4. Por tipo de motor

- De combustión interna
- Eléctrico

2.3.2.5. Por su tamaño, peso, resistencia, alcance y vuelo

- Tácticos (micro, mini, cercanos, cortos, rango medio, resistencia media, baja

altitud penetración profunda, resistencia a baja altitud, media altura y larga duración).

- Estratégicos (estratosféricos y exoestratosféricos)

Para identificar el tipo de UAV a utilizar para determinado proyecto, se tiene que tomar en cuenta, el área a registrar (autonomía de vuelo), condiciones ambientales (vientos y lluvias), equipos a utilizar (carga útil). (Nex y Remondino, 2014).

A continuación, se incluye una tabla donde brinda parámetros respecto a las características del trabajo a realizar y tipo de UAV más adecuado.

Tabla 2

Evaluación de algunas plataformas de vehículos aéreos no tripulados empleados para la geomática 1 (bajo) a 5 (alto)

	Cometa		Ala Fija		Ala rotatoria	
	/ Globo		Motor Eléctrico	Motor ICE	Motor Eléctrico	Motor ICE
Carga útil	3	3	4	2	4	
Resistencia al viento	4	2	3	2	4	
Velocidad mínima	4	2	2	4	4	
Autonomía de vuelo	-	3	5	2	4	
Portabilidad	3	2	2	3	3	
Distancia de aterrizaje	4	3	2	4	4	

Nota. Elaboración propia.

2.3.3. Adquisición y procesamiento de datos de los UAV

Para realizar un trabajo basado en imágenes utilizando UAV, se requiere una adecuada planificación, colocar puntos de control en tierra que permita la georreferenciación y posteriormente desarrollar los mosaicos. (Neitzel y Klonowski, 2011).

Por otro lado, estos puntos de control serán utilizados por los softwares de restitución digital, para el inicio de proceso fotogramétrico.

La calibración de la cámara y la triangulación de la imagen se realizan con la finalidad de generar la nube de puntos o modelo digital del terreno, que posteriormente se utilizan para

la producción de las ortoimágenes, modelado de 3D y para extracción de información métrica. (Nex y Remondino, 2014).

Hasta hace unos años atrás, se requería configurar un plan de vuelo, el cual permita el registro ordenado de las imágenes tomadas, que mantengan un traslape para facilitar un desarrollo continuo del proyecto, esto ha sido superado por el desarrollo de software para la operación de los UAV, herramientas de visualización y análisis de los datos de vuelo que a través de una interfaz gráfica y opciones para modo de persecución por puntos de ruta o trayectorias. (Neitzel y Klonowski, 2011).

2.3.4. Proceso de la nube de puntos

Una vez capturadas las imágenes, se calculan las nubes de puntos utilizando software, considerando densidad y cobertura de la zona de interés como criterios de calidad, considerando una superposición longitudinal del 70% y lateral del 60%, mientras se vuela a 50 m de altitud, imágenes capturadas, resolución de imagen JPEG capturadas, se ha reducido de 12 a 3 megapíxeles para facilitar el procesamiento, se adjunta tabla donde se hace la comparación de nubes de puntos generadas según software utilizado (cantidad de puntos por m^2).

Tabla 2

Comparación de nubes de puntos generados por tipo de software

Software	La cantidad total de puntos	Puntos por m^2
Photosynth	128535	7
Bundler	125989	8
PMVS2	1,4 millones	90
PhotoScan	1,3 millones	110
ARC3D	20 millones	3000

Nota. Elaboración propia.

2.4. Base filosófica

La filosofía de la metodología expuesta consiste en la georreferenciar las imágenes que generan nubes de puntos, registradas por Vehículo Aéreo No Tripulado (UAV/DRON); con los puntos de control previamente identificados en el área de estudio, información que será procesada por software de procesamiento de imágenes y nubes de puntos, generando imágenes de alta definición en 3D con la que se generará volumetría de las edificaciones y graficarán las plantas de los diferentes niveles y calcular las áreas construidas y libres sobre los terrenos registrados, que se incorporaran al expediente a presentarse en el registro de predios para la inscripción de la declaratoria de fábrica, todo esto sin la necesidad de realizar medidas en campo. (Colomo, 2015).

Si bien es cierto, la aplicación de la fotogrametría arquitectural digital, está siendo aplicado en la restauración o reconstrucción de inmuebles patrimoniales. (medición, levantamiento, creación de planos y otros detalles). (Rodríguez, 2013), creemos que esta técnica puede ser aplicada para lograr los objetivos planteados en el trabajo de investigación, lo cual es corroborado por Santa Cruz (2003), plantea lo siguiente:

En el campo de la rehabilitación y la conservación arquitectónicas, este sistema es esencialmente adecuado, pues, además de ser casi tan preciso (errores < 1/2000) como el registro de puntos a través de estaciones topográficas, su ventaja principal reside en su sencillez, en la práctica ausencia de errores de interpretación y en la economía de los medios utilizados (un ordenador PC, una cámara digital y el software específico de restitución. (p. 31).

Por lo ya mencionado en este trabajo, no existe una cultura registral respecto a las viviendas edificadas, producto del crecimiento informal de las ciudades del mundo, si tomamos como referencia al Perú, la inscripción de las edificaciones no es obligatoria, es decir,

que no se es más propietario si el predio está inscrito o no en los Registros Públicos, también es cierto que la función de los registros es hacer una publicidad registral y por consiguiente brindarle una seguridad jurídica al bien inmueble, publicitar a o los propietarios y por lo tanto generar una seguridad en las transferencias de propiedad, parte también del problema es la tramitología y costoso de los procedimientos para lograr declarar la construcción en los registros, parte también de la informalidad de la construcción (autoconstrucción) que conlleva a tener el problema de construcciones vulnerables.

Los problemas descritos, generan una cultura de informalidad que deja postergado a los propietarios, pese a tener un respaldo de su propiedad que bien podría servir para brindarle la posibilidad de realizar emprendimientos y lograr una mejora en su calidad de vida.

El lograr inscribir la declaratoria de fábrica de los predios, generará un beneficio inmediato a los propietarios y sus familias, por las razones expuestas, esto desarrollará una cultura de formalidad lo cual repercutirá en todos los estratos sociales y en la gestión pública, mejorando la calidad del catastro y por consiguiente los ingresos.

2.5. Base legal

2.5.1. Ley N° 27972 (2003)

Ley Orgánica de Municipalidades.

2.5.2. Ley N° 30740 (2018)

Ley que Regula el Uso y las Operaciones de los Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia (RPAS).

2.5.3. Ley N° 28294 (2004)

Ley que crea el Sistema Nacional Integrado y su Vinculación con el Registro de Predios.

2.5.4. Decreto Supremo N° 005-2006-JUS (2006)

Reglamento de la Ley que crea el Sistema Nacional Integrado de Catastro y su vinculación con el registro de Predios.

2.5.5. *Decreto Supremo N° 005-2018-JUS (2018)*

Decreto Supremo que modifica el Reglamento de la Ley que crea el Sistema Nacional Integrado de Catastro y su vinculación con el registro de Predios.

2.5.6. *Resolución N° 023-2001-SUNARP/SN. (2001)*

Aprueban los Formularios Registrales para la Inscripción de Propiedad y/o Regularización de Edificaciones.

2.5.7. *Resolución N° 097-2013-SUNARP/SN. (2013)*

Aprueban Reglamento de Inscripciones del Registro de Predios de la SUNARP.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

3.1.1. *Tipo*

- **De acuerdo con la orientación.** Aplicada, ya que se desarrollará una metodología para registrar masivamente declaratorias de fábrica, utilizando los avances que se tienen en la fotogrametría digital 3D y el uso de drones (VANT).
- **De acuerdo con la técnica de contrastación.** Explicativa, pues se analizaría la relación de las variables generadas con la metodología planteada.
- **De acuerdo con la direccionalidad.** Retrospectiva, debido a que la metodología que se plantearía se contrastará con los resultados encontrados en el piloto realizado el año 2004. Su causa es la informalidad en la construcción que viene del pasado y su efecto los apreciamos en el presente.
- **De acuerdo con el tipo de fuente y recolección de datos.** Retrolectiva y Prolectiva, pues utiliza la información recogida en el pasado y contrasta con la que se recoge en los levantamientos que se realizarán utilizando la tecnología de fotogrametría y drones, así como por las inspecciones que se programarán para cada predio en estudio.
- **De acuerdo con la evolución del fenómeno estudiado.** Transversal, dado que se medirán solo una vez los resultados que se obtendrían con la metodología de fotogrametría digital 3D, que se plantearía para utilizar en levantamiento de información, en la elaboración de los expedientes para la inscripción de la declaratoria de fábrica.
- **De acuerdo con la comparación de poblaciones.** Descriptiva, pues existe una población y con la metodología se plantearían varias hipótesis que las pretendería describir.

3.1.2. *Nivel*

El nivel de la investigación en el IV, predictiva II, pues se hace uso de estadística compleja, ya que busca desarrollar un procedimiento innovador para el levantamiento de la

información gráfica que servirá para elaborar el expediente de las declaratorias de fábricas masivas que serían inscritas en los Registros Públicos.

3.1.3. Código y nomenclatura

De acuerdo con la nomenclatura internacional de la UNESCO para los campos de ciencia y tecnología, la investigación que se desarrollaría estaría dentro de los campos siguientes:

Tabla 3

Código y nomenclatura UNESCO

Campo	Disciplina	Subdisciplina	Código
Ciencias de la Tierra y del Espacio	Geodesia	Fotogrametría Geodésica	2504.04

Nota. Elaboración propia.

3.1.4. Diseño

La investigación que se planteará es “no experimental” la cual se realizaría sin manipulación de las variables, pues se observarán los resultados que se darían con la aplicación de la tecnología de fotogrametría digital 3D y drones (VANT), en el levantamiento de información para la elaboración de los expedientes de las declaratorias de fábrica y su inscripción en los registros públicos.

Del tipo "Transversal"; porque se recabará información en un periodo de tiempo, tomando como base los datos obtenidos en el proyecto piloto realizado el año 2004, con lo cual se contrastarán los resultados y realizarán las inferencias acerca del cambio, sus causas y sus efectos.

GE: O1 ----- X ----- O2

GE: Grupo experimental conformado por los predios trabajados en el proyecto piloto de declaratoria de fábrica masiva el año 2004.

O1: Cantidad de expedientes de declaratorias de fábrica hechos con metodología Convencional (medición manual con wincha).

X: Levantamiento de información hecha con tecnología de fotogrametría digital 3D y drones (VANT).

O2: Cantidad de expedientes de declaratorias de fábrica hechos con la tecnología de fotogrametría digital 3D y drones (VANT).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Universo

El universo está conformado por 2'576,583 de predios determinados por el COFOPRI en todo el Perú.

3.2.2. Tamaño muestral

La muestra fue de tipo aleatoria – sistemática y su tamaño será calculado usando la siguiente fórmula de población finita con proporciones con un error estimado de 0.05% y un acierto del 95%.

$$n = \frac{z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q}$$

Donde:

N: Es el tamaño de la población para este caso es de 2'576,583

Z: Es una constante que depende del nivel de confianza, para este caso el nivel de confianza del 90% el valor es de 1.65

e: Es el error muestral deseado, para este caso es del 5% (0.05)

p: Es la probabilidad de éxito, se considera 0.5

q: Es la probabilidad de fracaso, se considera 0.5

Reemplazando valores:

$$\mathbf{n} = \frac{(1.65)^2 * 2'576,583 * 0.5 * 0.5}{(0.05)^2 * (2'576,583 - 1) + (1.65)^2 * (0.5) * (0.5)}$$

n = 272

Por lo tanto, se requiere realizar un trabajo en 272 predios.

3.2.3. Muestreo

Por ser una investigación de tipo retrolectiva, para el análisis y proyección de los resultados se toman los datos del Organismo de Formalización de la Propiedad Informal (COFOPRI, 2018), teniendo en cuenta el desarrollo un proyecto piloto ya ejecutado en la zona de trabajo, donde se hizo uso de la metodología directa para la toma de medidas de las construcciones, información que servirá para contrastar los resultados que se obtengan con el uso de la tecnología de fotogrametría digital 3D y drones para el levantamiento de información.

Las actividades para la recolección de datos, haciendo uso de los DRONES (VANT) en las áreas de estudio ya definidas, se realizarán en los meses de octubre y noviembre del año 2020.

3.3. Operacionalización de variables

3.3.1. Estrategia de pruebas de hipótesis

3.3.1.1. Estrategia de la prueba de hipótesis nula

Hipótesis nula (Ho)

Con el método aplicativo propuesto, no se viabilizaría el proyecto de fábricas

3.3.1.2. Estrategia de la prueba de hipótesis nula específicas

Hipótesis nulas específicas

- Con la metodología propuesta, no se levantarían mayor cantidad de predios por día.

- Con la metodología propuesta, se superarán las tolerancias catastrales.
- Con la metodología propuesta, aumentarían los tiempos para elaborar los planos para las declaratorias de fábrica.

3.3.1.3. Pasos para demostrar hipótesis nulas

En el presente trabajo de investigación, se realizará el registro de información con el uso de drones, procesándola con la tecnología de fotogrametría digital 3D, determinando la cantidad de predios registrados, elaboración de expedientes de declaratorias de fábricas para su inscripción en los registros públicos, por otro lado se compararán las áreas construidas registradas en las municipalidades de la jurisdicción, con la finalidad de determinar la variación de la información inventariada con la determinada con el procedimiento planteado, con el uso de formatos, encuestas, cuestionarios y entrevistas, se determinara la relación Causa – Efecto respecto a la revalorización de los predios cuyas fábricas se encuentren inscritas en los registros públicos, así como la seguridad jurídica que dicha inscripción representa para los propietarios.

Los pasos para la prueba de la hipótesis se detallan a continuación:

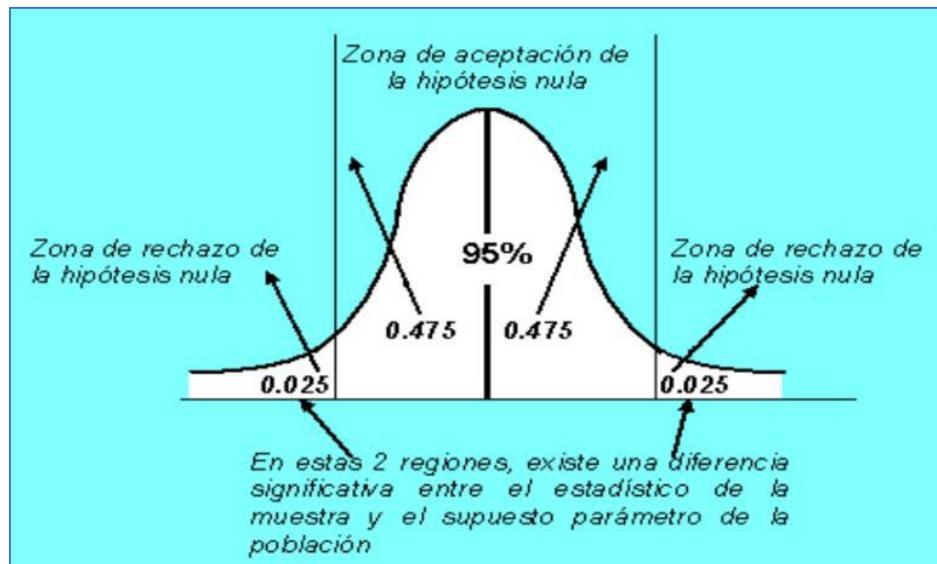
- Paso 1: Planteamiento de la hipótesis nula (***H₀***)
- Paso 2: Elegir el nivel de significancia (α)

Se define el máximo error que estamos dispuestos a aceptar para validar la hipótesis planteada. Se elegirá un nivel de significancia igual a 0.05.

- Paso 3: Determinar la zona de aceptación y rechazo de la hipótesis nula (***H₀***) depende de si el valor del estadístico de contraste calculado en nuestra muestra está dentro o fuera de la zona de aceptación.

Figura 14

Zona de aceptación de Hipótesis Nula (H_0) con un nivel de significancia de 0.05



Fuente: Tomado de Módulo Estadística PhD Félix Olivero – Universidad de Guayaquil.

- Paso 4: Elegir un estadístico de contraste, para el caso:

- *Determinación de la función Pivotal*

$$T = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

T es el valor estadístico

\bar{X} es la media

μ_0 es la hipótesis

S es desviación estándar

n es la muestra

- Paso 5: Ubicar el valor obtenido en el cálculo en la región de rechazo (RR) o de aceptación (RA) de la H_0 .

- Paso 6: Toma de decisión.

3.3.2. *Variables*

3.3.2.1. Variable Independiente. Tecnología de fotogrametría digital 3D y drones.

3.3.2.2. Variable dependiente. Método para la elaboración de planos necesarios para las declaratorias de fábrica.

3.3.3. *Operacionalización de variables y dimensiones.*

3.3.3.1. Definición conceptual de las variables

Tabla 4*Definición conceptual y operacional de variables*

Identificación de variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Nivel de Medición	Escala de Medición
Tecnología de fotogrametría digital 3D y drones para levantamiento de información de construcciones.	La ciencia de la fotogrametría se viene utilizando desde hace años, para el levantamiento topográfico de grandes extensiones de terreno, no solo la planimetría sino también la altimetría, utilizando la estereoscopía, esta tecnología se ha mejorado con la aparición de la fotografía digital, y la toma de estas a baja altitud, con el uso del dron (VANT) que generan imágenes de gran resolución y precisión. Por otro lado, el desarrollo de software permite producir modelos 3D a partir de las fotografías y analizar malla de puntos, información con la cual se hace la restitución digital volumétrica de las construcciones.	Realizar vuelos de drones y registrar fotografías digitales para desarrollar mallas de realidad precisa que, analizadas con software especializados, permite producir modelos 3D de las construcciones registradas.	A partir de la toma de fotografías digitales con el uso de drones, y utilizando procesos fotogramétricos, se desarrollan modelos digitales 3D, que permitirán calcular las dimensiones de las construcciones en gabinete con precisión.	• Predios • Planos de techo	Predios/día Área construida / Área libre (m ²)	Razón

<p>Método para la elaboración de planos necesarios para solicitar la inscripción de las declaratorias de fábrica en los registros públicos</p> <p>Uso de la fotogrametría digital 3D y levantamiento de información con dron (VANT), para el registro de imágenes, que permitan desarrollar en 3D de las edificaciones hechas sobre los terrenos, determinando las áreas construidas y áreas libres, plasmando esta información en planos de planta, así como los frentes de los predios (fachadas), con esta información se elaborarán los expedientes de declaratorias de fábrica y su inscripción en los registros públicos.</p>	<p>Sobre las edificaciones trabajadas en el proyecto piloto del año 2004, se realizarán vuelos con dron (VANT), registrando las imágenes de las edificaciones, para posteriormente procesar con software especializados, quienes generarán mallas de puntos con los que se desarrollaran modelos de los predios en 3D, con lo que se podrá determinar las áreas construidas y libres, plasmando esto en planos de planta y fachada.</p> <p>Para obtener un modelo digital, que permita calcular las dimensiones de las construcciones, es necesario cumplir condiciones que proporcionen confiabilidad a la información registrada.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de fotografías registradas • Traslape entre fotografías registradas • Altura de vuelo
---	--

Nota. Elaboración propia.

3.3.3.2. Operacionalización de las variables

Tabla 5

Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Categoría / unidad	Expresión final
Independiente: Tecnología de fotogrametría digital 3D y drones para levantamiento de información de construcciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Predios levantados • Planos de techos elaborados. 	<ul style="list-style-type: none"> – Cantidad de predios levantados. – Área Construida / Área Libre 	Predios/día Metros cuadrados	Planos de techos y fachadas
Dependiente: Método para la elaboración de planos necesarios para solicitar la inscripción de las declaratorias de fábrica en los registros públicos	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de la tecnología de fotogrametría y drones en el registro de imágenes. • Precisión en el registro de información. 	<ul style="list-style-type: none"> – Cantidad de fotografías por vuelo – Traslape entre fotografías registradas – Altura de vuelo 	Número de fotografías tomadas por pueblo % de traslape entre fotografías Altitud en metros	Precisión en la medición de la construcción.

Nota. Elaboración propia.

3.4. Instrumentos

3.4.1. Técnicas de procesamiento de datos

Se realizará el procesamiento de datos utilizando formatos, que se anexarán al trabajo de investigación.

3.4.2. Técnicas de análisis e interpretación de la información

Se utilizarán software de procesamiento de imágenes, para la generación de triangulación de puntos y generación de imágenes en tres dimensiones, con lo que se elaborarán los planos de planta de las edificaciones en estudio determinando las áreas construidas y áreas

libres por cada predio, información que será procesada por el software estadístico SPSS versión 25, con el que se crearán tablas y gráficas con data completa, contrastándola con la información obtenida en el proyecto piloto, la cual constituye una línea base.

3.4.3. *Validación de instrumentos*

Se presentará una carta de validación de instrumentos por experto, la cual se adjunta en el anexo 2, acompañada de lo siguiente:

- Matriz de consistencia.
- Instrumentos para validar.
- Instrumentos de recolección de datos.

3.5. Procedimientos

3.5.1. *Levantamiento de imágenes*

Para el levantamiento de las imágenes se utilizaron Aeronave Rpas Phantom 4 PRO V2.0, realizando vuelos fotogramétricos en cuatro pueblos en estudio, con los parámetros de traslape y altura de vuelo establecidos en el presente estudio, aeronave que tiene las características físicas y de vuelo siguientes:

Tabla 6*Características físicas de la aeronave phantom 4 pro V2.0*

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
AERONAVE	
Peso (batería y hélices incluidas)	1375 g
Tamaño diagonal (hélices excluidas)	350 mm
Techo de servicio máximo sobre el nivel del mar	19685 pies (6000 m)
Rango de temperatura de funcionamiento	32º a 104º F(0º a 40º C)
Sistemas de posicionamiento satelital	GPS / GLONASS
	Vertical I:
	± 0.1 m (con posicionamiento visual)
	± 0.5 m (con posicionamiento GPS)
Rango de precisión de desplazamiento	Horizontal: ± 0.3 m (con posicionamiento visual) ± 1.5 m (con posicionamiento GPS)
CÁMARA	
Sensor	Pixeles efectivos CMOS de 1 pulgada: 20M
Lente	FOV 84º 8.8 mm/ 24 mm (formato equivalente a 35 mm) f/2.8-f/11 enfoque automático a 1 m-∞
Velocidad de obturación mecánica	8-1/ 2000 s
Velocidad de obturación electrónica	8-1/ 8000 s
	Relación de aspecto 3:2: 5472 x 3648
Tamaño de la imagen	Relación de aspecto 4:3:4864 x 3648 Relación de aspecto 16:9:5472 x 3078
	4096 X 2160 (4096 X 2160 24/25130/48 / 50p) 3840 X 2160 (3840 X 2160 24125/30/48/50 / 60p)
Tamaño de imagen PIV	2720 X 1530 (2720 X 1530 24125/30/48 / 50 / 60p) 1920 X 1080 (1920 X 1080 24/25/30/48/50/60/ 120p) 1280 X 720(1280 X 720 24125/30/48/50/60 / 120p)
Sistemas de archivos compatibles	FAT32 (<32GB);exFAT (> 32GB)
Foto	JPEG, DNG (RAW),JPEG + DNG
Vídeo	MP4 / MOV(AVC I H.264;HEVC I H.265)
Tarjetas SD compatibles	Capacidad máxima de microSD : 128 GB
	Velocidad de escritura :>15MB/s, requiere clase 10 o clasificación UHS- 1
Rango de temperatura de	32º a 104º F(0º a 40º C)
BATERÍA DE VUELO INTELIGENTE	
Capacidad	5870 mAh
Voltaje	15.2 V
Tipo de Natería	LiPo 4s
Energía	89.2 Wh
Peso Neto	468 g
Rango de temperatura de carga	41º a 104º F (5º a 40ºC)
Max Potencia de carga	160W

Nota. Tomado de especificaciones técnicas Phantom 4 pro v2.0 – Prizma Drones

Tabla 8

Características de vuelo de la aeronave phantom 4 pro V2.0

CARACTERÍSTICAS DE VUELO	
AERONAVE	
Velocidad máxima de ascenso	Modo S:6 m / s Modo P:5 m / s
Velocidad máxima de descenso	Modo S:4m / s Modo P: 3 m / s
Máxima velocidad	Modo S: 45 mph (72 kph) Modo A: 36 mph(58 kph) Modo P:31 mph (50 kph)
Ángulo de inclinación máxima	Modo S:42 ° Modo A:35 ° Modo P:25 °
Velocidad angular máxima	Modo S:250 ° / s Modo A: 150 ° / s
Techo de servicio máximo sobre el nivel del mar	19685 pies (6000 m)
Resistencia máxima a la velocidad del viento	10 m/s
Max tiempo de vuelo	Aprox . 30 minutos
CARDÁN	
Estabilización	3 ejes (cabeceo, balanceo guiñada)
Rango controlable	Paso: -90° a +30°
Velocidad angular máxima controlable	Paso: -90°/s
Rango de vibración angular	± 0.02°
SISTEMA DE VISIÓN	
Sistema de visión	Hacia delante, hacia atrás, hacia abajo
Rango de velocidad	≤ 31 mph(50 kph) a 6.6 pies (2m) sobre el suelo
Rango de altitud	0-33 pies (0-10 m)
Rango de operación	0-33 pies (0-10 m)
Obstáculo Rango sensorial	2-98 pies (0.7-30 m)
FOV	Hacia adelante: 60 ° (horizontal), ± 27 ° (vertical) Hacia atrás: 60 ° (horizontal), ± 27 ° (vertical) Hacia abajo: 70 ° (delantero y trasero), 50 ° (izquierdo y derecho)
Frecuencia de medición	Hacia adelante: 10Hz Hacia atrás: 10Hz Hacia abajo: 20Hz
Entorno operativo	Superficie con patrón claro e iluminación adecuada (lux> 15)

Nota. Tomado de especificaciones técnicas Phantom 4 Pro v2.0 – Prizma Drones

Figura 15

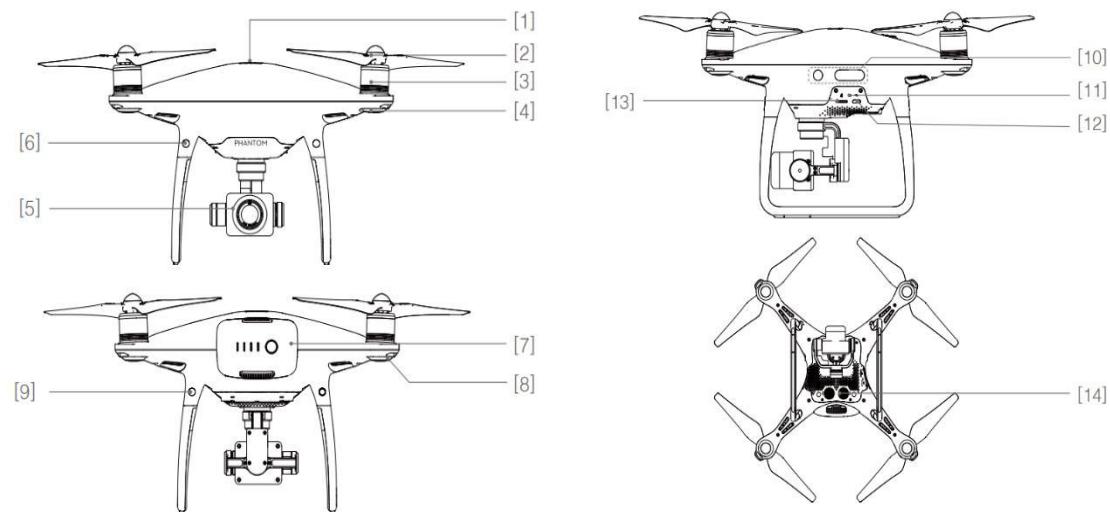
Aeronave phantom 4 Pro V2.0



Nota. Elaboración propia.

Figura 16

Diagrama de la aeronave phantom 4 Pro V2.0 – Prizma drones



Nota. Elaboración propia.

En donde:

- [1] GPS
- [2] Hélices
- [3] Motores
- [4] Indicadores LED delanteros

- [5] Estabilizador y cámara
- [6] Sistema de visión frontal
- [7] Batería de vuelo inteligente
- [8] Indicador de estado de la aeronave
- [9] Sistema de visión trasera
- [10] Sistema de detección por infrarrojos
- [11] Botón de vinculación e indicador de estado de vinculación/cámara
- [12] Puerto Micro USB
- [13] Ranura para tarjeta MicroSD de la cámara
- [14] Sistema de visión inferior

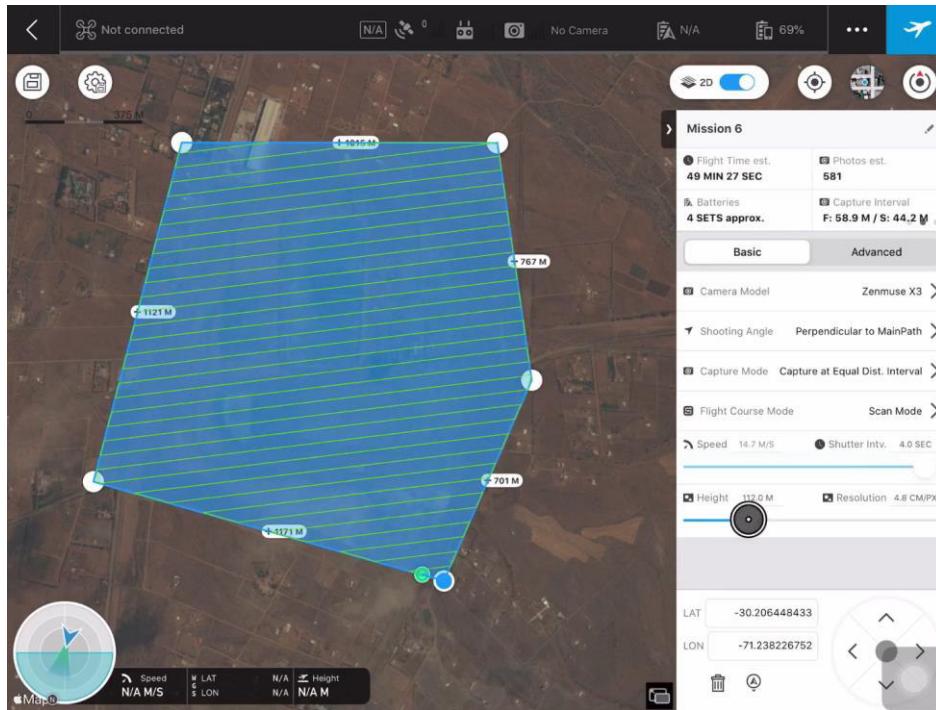
3.5.2. Plan de vuelo

Antes de realizarse el vuelo fotogramétrico, se realizó la planificación previa en gabinete, de modo que se garantice un vuelo seguro y eficiente que logre obtener la cobertura fotográfica de toda el área de estudio. Existen diversas aplicaciones para llevar a cabo una aplicación de vuelo adecuada, siendo muchas de ellas compatibles con aeronaves DJI; para el Phantom 4 Pro V2.0 se utilizó la aplicación GS Pro.

Para cada vuelo, se trazó una ruta de vuelo para la aeronave, debiendo realizarse la configuración adecuada de algunos parámetros de vuelo. En la siguiente figura se puede apreciar a la izquierda de la aplicación GS Pro la ruta de vuelo, y en la parte derecha los parámetros de vuelo a configurar.

Figura 17

Aplicación GS para planificación de vuelo con phantom 4 Pro V2.0



Nota. Elaboración propia.

En donde los parámetros de vuelo a configurar son los siguientes:

Altura de vuelo: Altura a la que vuela la aeronave sobre el terreno durante toda la misión. Esta va a estar en función a las características del área de interés y a la resolución que se requiera. Esta altura está expresada en metros.

Ground Sampling Distance (GSD): Resolución espacial de las fotografías, es decir, es la distancia del terreno representada en un solo píxel, y sus unidades son cm/píxel. Esto está sujeto directamente a la altura de vuelo.

Traslape: Hace referencia al porcentaje de superposición que va a existir entre dos fotografías adyacentes tomadas durante la misión de vuelo. Esta superposición se da de manera longitudinal (en la misma línea de vuelo) y transversal (en líneas de vuelo contiguas). Su importancia radica en encontrar puntos comunes entre fotografías cuando se hace el post

proceso, de modo que exista una correlación entre ellas y se logre una triangulación y posterior reconstrucción 3D.

Dirección de líneas de vuelo: Orientación en la que vuela el dron al momento de realizar la misión.

Velocidad: velocidad en m/s a la que se desplaza el drone durante la misión de vuelo.

3.5.3. *Procesamiento de imágenes.*

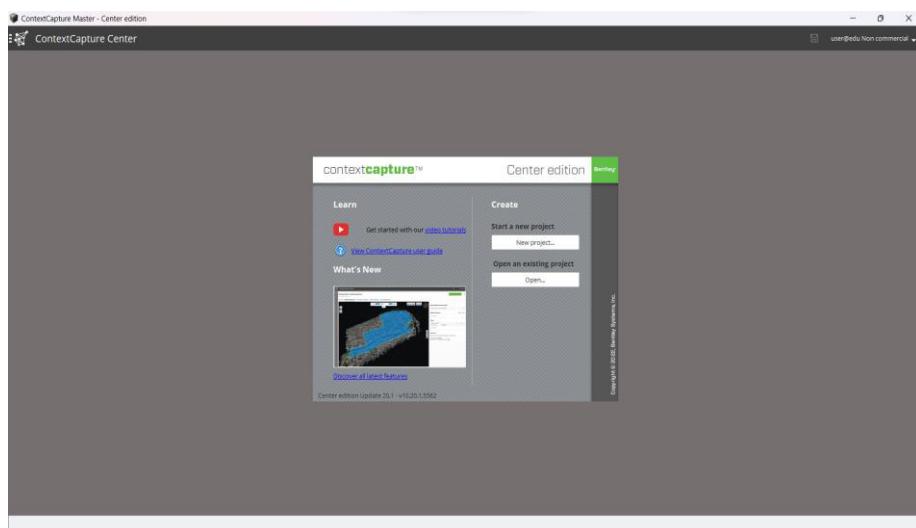
Para el procesamiento de las imágenes se utilizaron en principio dos softwares, Pix4D y context capture, dando mejor resultado, con imágenes más nítidas y una configuración 3D de mejor resolución, por lo que se procesaron los vuelos con este software.

3.5.3.1. **Procesamiento con context capture**

A. Creación de proyecto nuevo. - Cuando se inicia el programa ContextCapture Center Master, nos encontramos con su interfaz inicial, siendo esta la primera pantalla que los usuarios ven cuando abren el programa, aquí tendremos la opción de crear un nuevo proyecto o acceder a proyectos previamente creados.

Figura 18

Interfaz inicial de software contextcapture center master

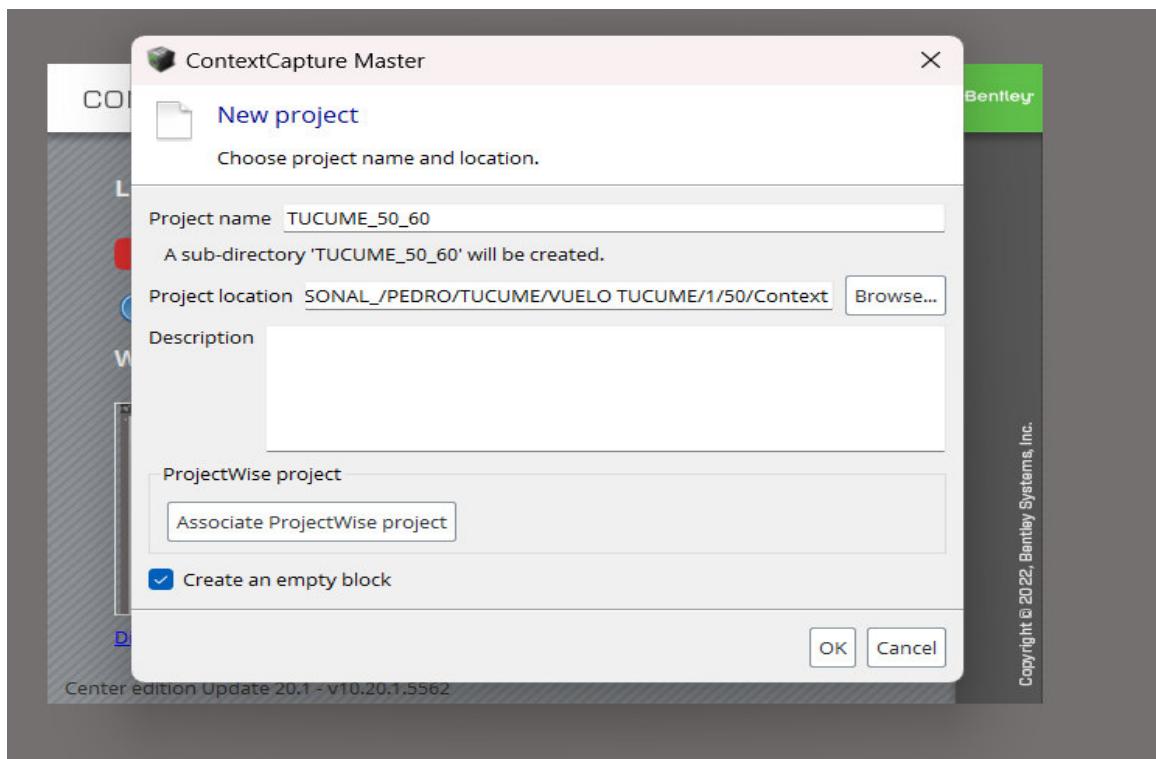


Nota. Elaboración propia.

Se genera un nuevo proyecto para cada vuelo realizado. Por ejemplo, para el vuelo realizado a 50 metros de altura con 60% de traslape fue nombrado como “Tucume_50_60”. Este procedimiento se ejecuta con el propósito de asegurar una organización adecuada de los datos.

Figura 19

Creación de un proyecto nuevo – Software contextcapture master



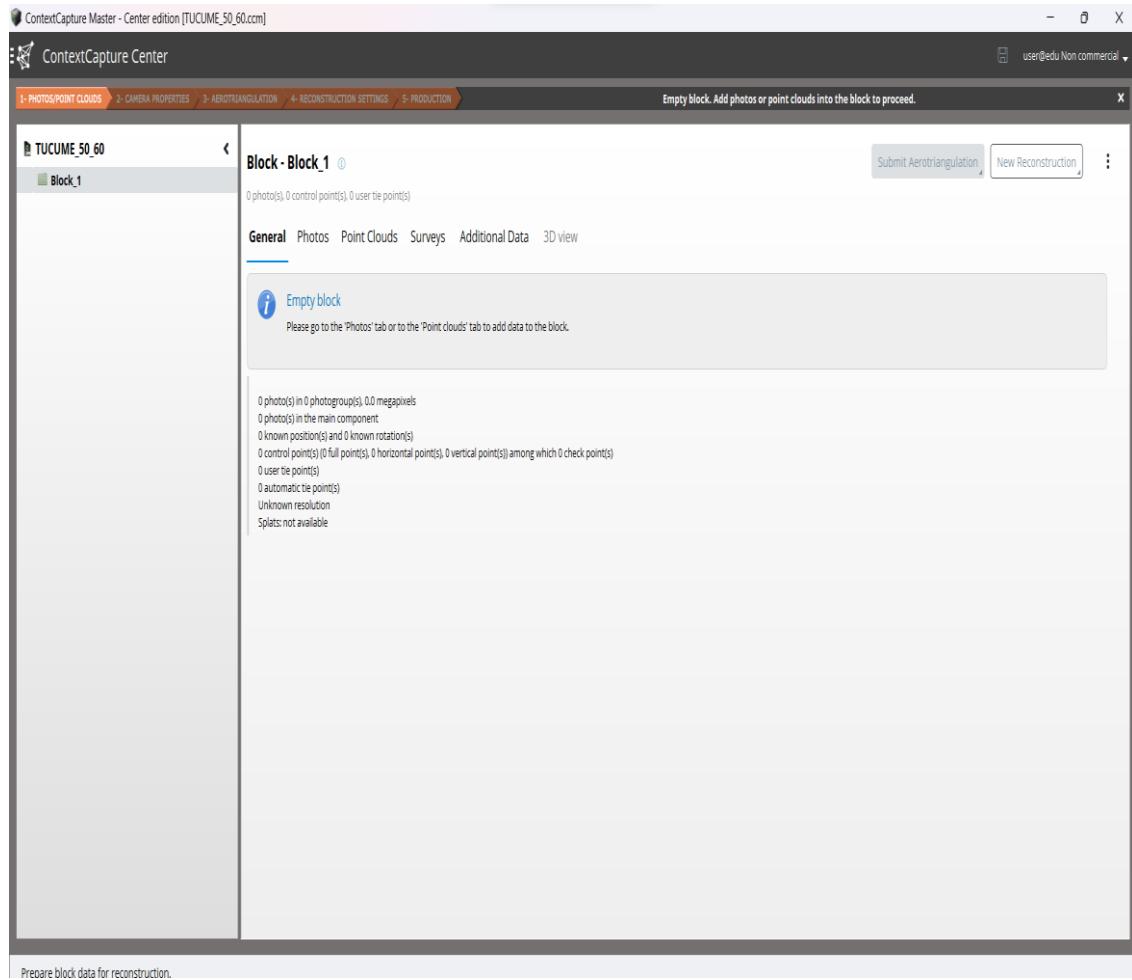
Nota. Elaboración propia.

Tras la creación exitosa del proyecto, nos recibirá una interfaz sin contenido, ya que aún no se han incorporado datos de ningún tipo.

Figura 20

Bloque vacío luego de haber creado un proyecto nuevo – Software contextcapture center

master

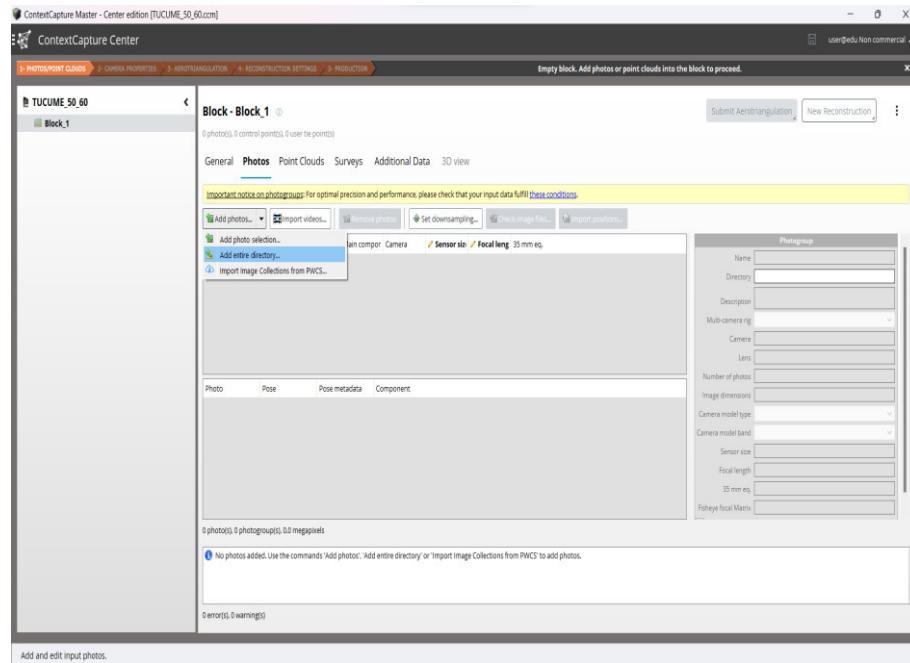


Nota. Elaboración propia.

B. Importación de fotografías. - Previo a esto, se tiene que haber organizado todas las fotografías del vuelo en una sola carpeta, de manera que se pueda importar toda esa carpeta desde un solo directorio; esto desde la pestaña “Photos”.

Figura 21

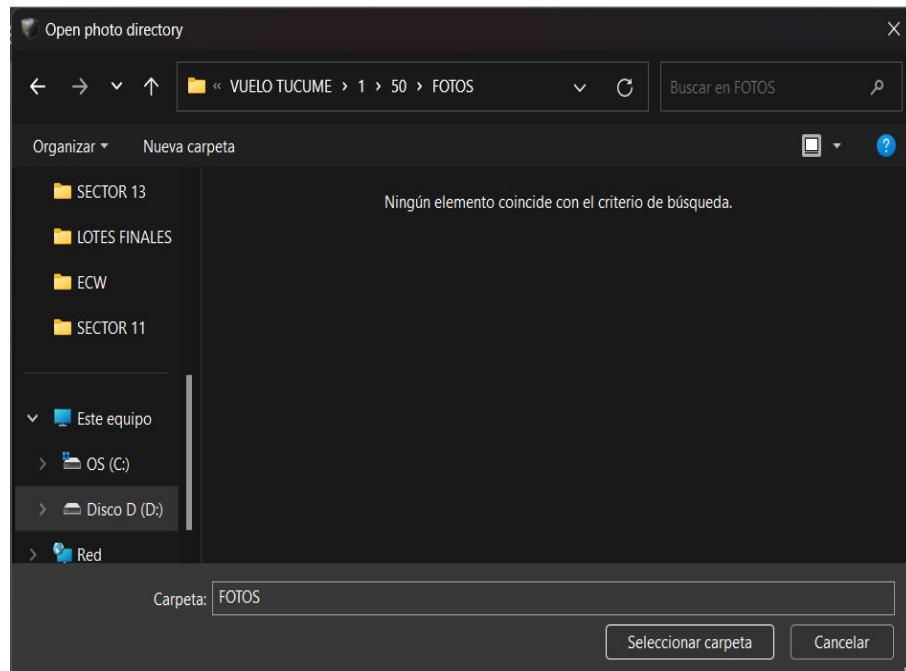
Importación de fotografías de vuelo fotogramétrico – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 22

Elección de la carpeta a importar – Software context capture center master



Nota. Elaboración propia.

Estas fotografías se almacenan dentro de un bloque que gestiona a todo el conjunto de fotografías y sus propiedades, los que se visualizarán en una pequeña tabla ubicada en la misma pestaña de “Photos”, con la información siguiente:

Tabla 7

Propiedades del grupo de fotografías ingresadas al software contextcapture

Grupo de fotografías	Estado	No. de fotos	Componente principal	Cámara	Tamaño del sensor	Distancia focal	35 mm eq.
Photogroup 1		167	0/167 photo(s)	DJI photo(s)	11.8 mm FC6310S	8.8 mm	26.8475 mm

Nota. Elaboración propia.

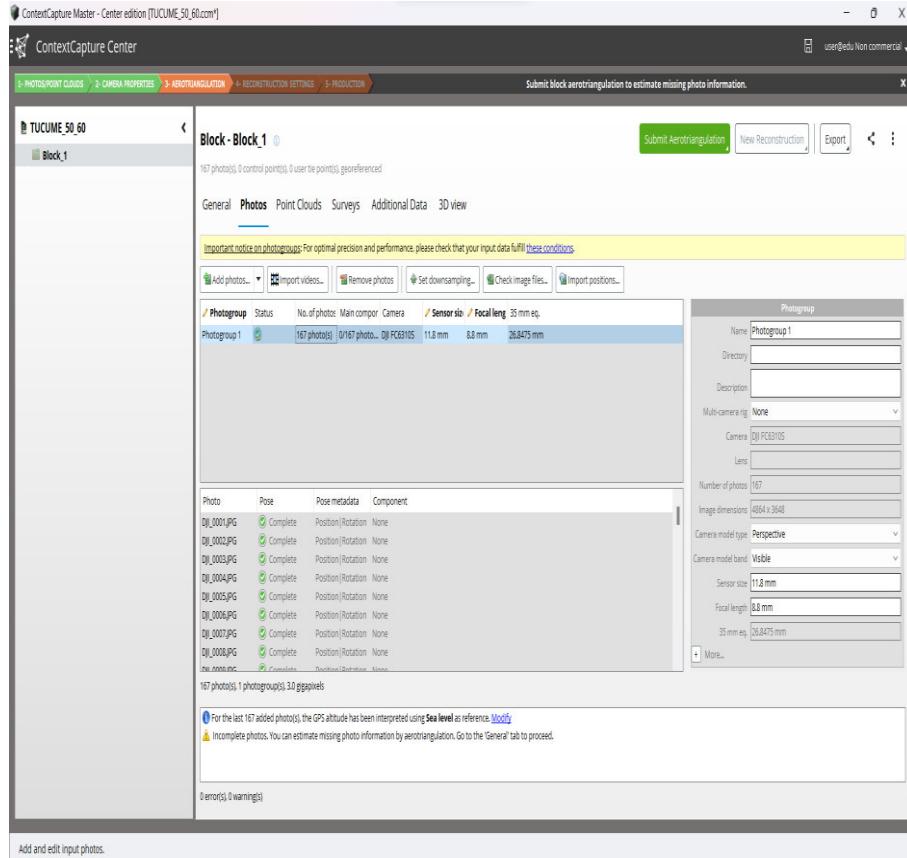
Donde:

- Grupo de fotografías: conjunto de fotografías que se encuentran en un solo directorio. En este caso, todas las fotografías se encontraban dentro de la misma carpeta, por ello, hay un solo grupo de fotografías denominado “Photogroup 1”.
- Estado: señala el estado de las fotografías. Una marca de verificación en color verde indica que todas las fotografías se han importado correctamente.
- Nº de fotos: Número total de imágenes por cada grupo de fotografías importadas.
- Componente principal: Las fotografías que logren una optimización conjunta a través del proceso de Aero triangulación pasan a ser parte del componente principal, para luego ser utilizadas para la reconstrucción 3D. En este caso, es 0/167 porque aún no se ha realizado este proceso.
- Camera: Indica el fabricante y modelo de la cámara del grupo de fotografías.
- Tamaño del sensor: indica el tamaño del sensor del grupo de fotografías.
- Distancia focal: El software obtiene una estimación aproximada de distancia focal para todo el conjunto de fotografías.

- 35 mm eq: indica la equivalencia de la distancia focal de la lente de la cámara utilizada para las fotografías del drone en relación con la distancia focal de una lente de 35 mm de una cámara de formato completo.

Figura 23

Fotografías importadas – Software contextcapture center master



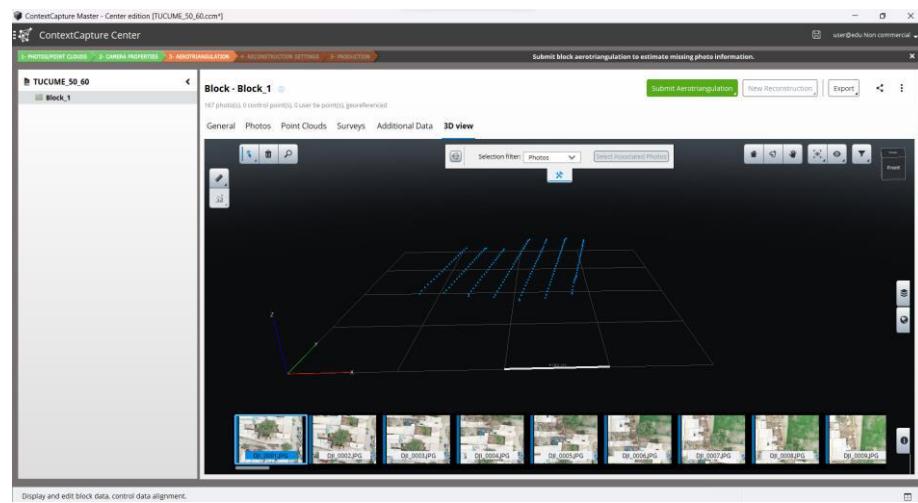
Nota. Elaboración propia.

Resulta crucial visualizar la opción de “3D view” para llevar a cabo una validación de los datos.

Esto implica asegurarse de que todas las imágenes estén alineadas en el mismo trayecto de vuelo a una misma altura y verificar que todas las fotografías hayan sido importadas de manera correcta.

Figura 24

Visualización 3D de la trayectoria de vuelo – Software contextcapture center master

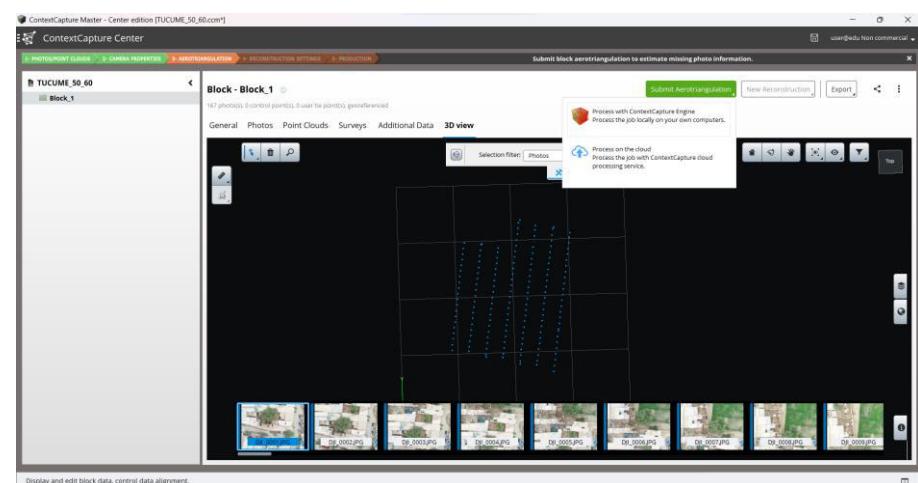


Nota. Elaboración propia.

C. Proceso de aerotriangulación. La aerotriangulación es un procedimiento que consiste en determinar la posición (coordenadas tridimensionales) y orientación relativa de las imágenes aéreas, utilizando características comunes (intersecciones de vías, esquinas de alguna estructura o cualquier punto de interés que el software logre identificar) entre dos o más fotografías adyacentes, calculando así un modelo tridimensional de la escena.

Figura 25

Ejecución de aerotriangulación – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Para ejecutarla se debe activar la opción de “Submit Aerotriangulation” y realizar el proceso con Context Capture Engine. Al realizar esto, el programa me pedirá realizar la configuración de algunos parámetros que me permitirán maximizar la precisión geométrica y geoespacial obteniendo un mejor ajuste en los resultados de la aerotriangulación.

A continuación, definimos los parámetros de aerotriangulación:

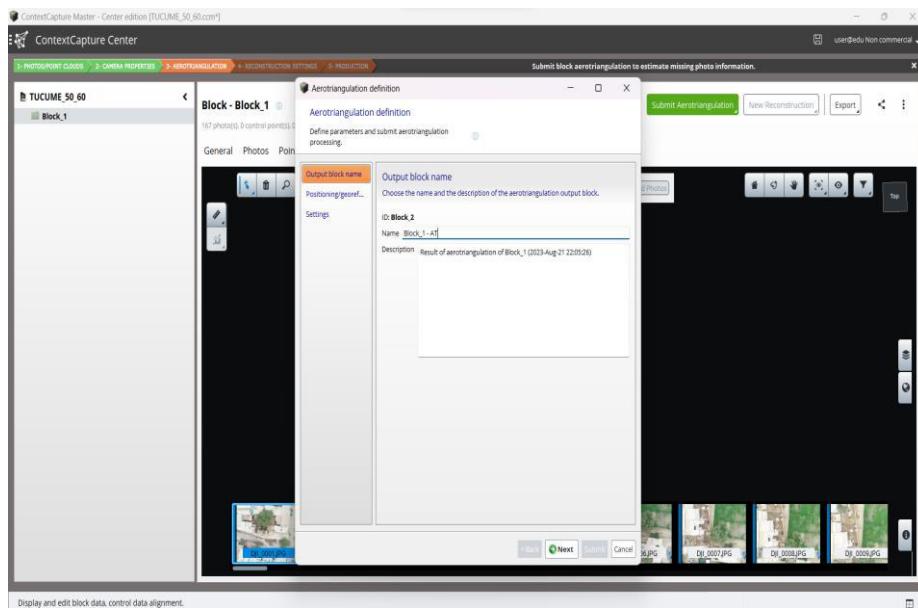
Nombre de salida: nombre y descripción del bloque de salida del proceso de aerotriangulación.

Posicionamiento y georreferenciación: se define el ajuste y orientación de las fotografías. En este caso, al no estar trabajado con puntos de fotocontrol, se utilizó los metadatos de posicionamiento de las fotografías, por lo que se debe marca esta opción en el registro rígido final.

Configuraciones de aerotriangulación: se elige los métodos de estimación de aerotriangulación y configuraciones avanzadas. Dejamos que el software se encargue del cálculo de la orientación externa (posición y rotación) de las fotografías, por lo que en “Poses and tie points” seleccionamos la opción “Compute”; si estuviéramos trabajando con puntos de fotocontrol, debemos de indicarle al software mediante la opción “Adjust”. Además, indicamos que realice un ajuste de los parámetros ópticos de las fotografías en “Adjust main parameters”.

Figura 26

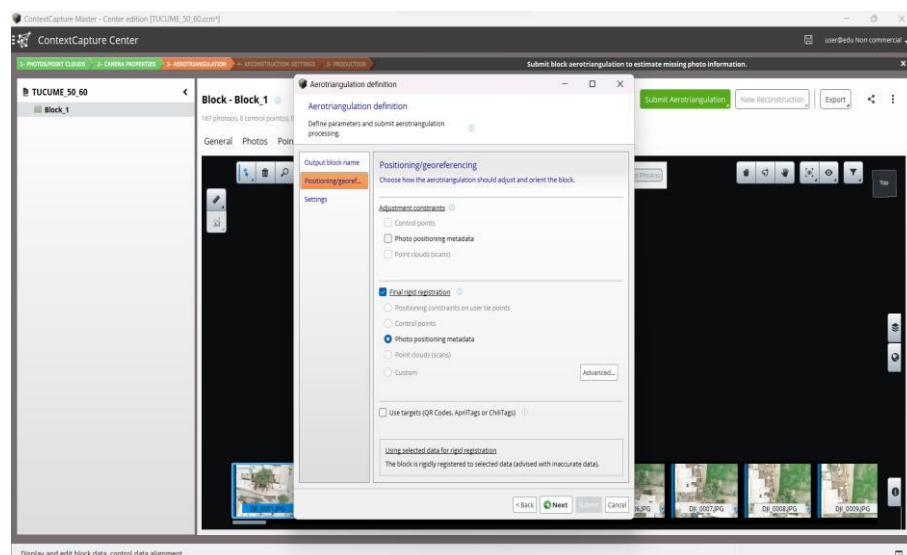
Nombre de bloque de salida del proceso de aerotriangulación – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 27

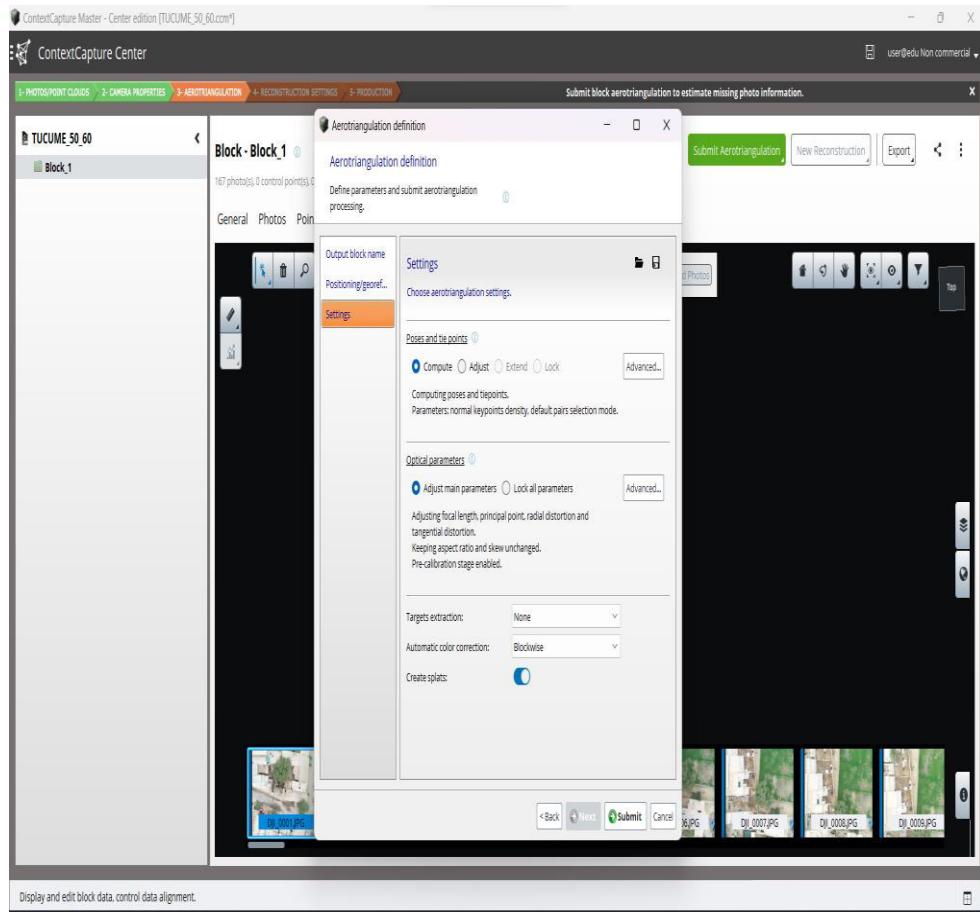
Posicionamiento y georreferenciación del proceso de aerotriangulación – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 28

Configuraciones del proceso de aerotriangulación – Software contextcapture center master

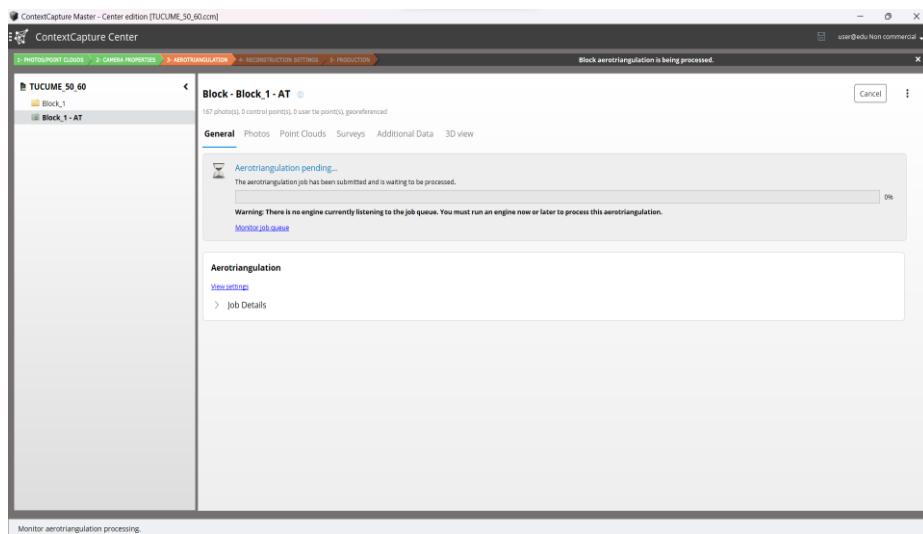


Nota. Elaboración propia.

Al finalizar las configuraciones de los parámetros se envía el proceso de aerotriangulación. Sin embargo, para que empiece a ejecutarse se necesita del módulo ContextCapture Center Engine, que trabajará en segundo plano y es el que se encarga de llevar a cabo todo el proceso de fotogrametría. Esto significa que la ejecución de análisis y procesamiento de datos que realiza el software se llevará de manera automática sin la necesidad de que el usuario esté supervisando activamente el proceso. Esto hace que los procesos se efectúen de manera eficiente, continua; y sin afectar significativamente otras tareas que se estén realizando en el mismo ordenador.

Figura 29

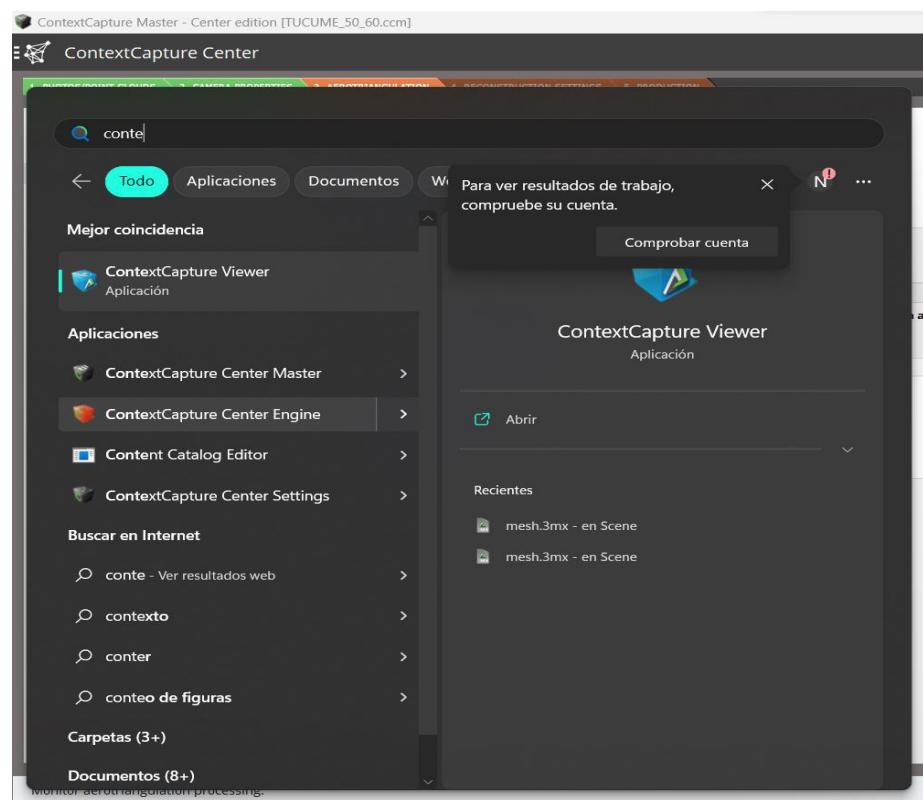
Aerotriangulación pendiente – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 30

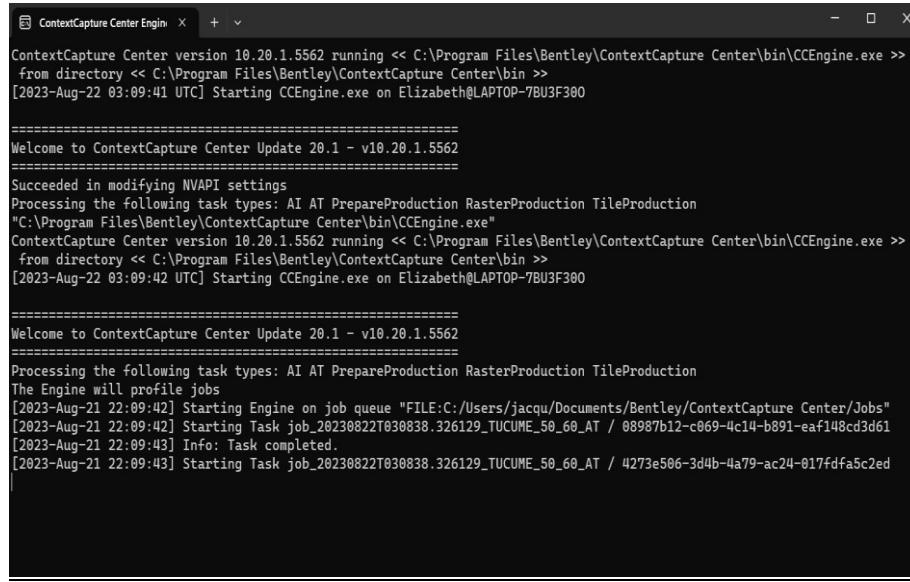
Abriendo el módulo contextcapture center engine



Nota. Elaboración propia.

Figura 31

Ventana del módulo center engine abierto



```

ContextCapture Center version 10.20.1.5562 running << C:\Program Files\Bentley\ContextCapture Center\bin\CCEngine.exe >>
from directory << C:\Program Files\Bentley\ContextCapture Center\bin >>
[2023-Aug-22 03:09:41 UTC] Starting CCEngine.exe on Elizabeth@LAPTOP-7BU3F300

=====
Welcome to ContextCapture Center Update 20.1 - v10.20.1.5562
=====
Succeeded in modifying NVAPI settings
Processing the following task types: AI AT PrepareProduction RasterProduction TileProduction
"C:\Program Files\Bentley\ContextCapture Center\bin\CCEngine.exe"
ContextCapture Center version 10.20.1.5562 running << C:\Program Files\Bentley\ContextCapture Center\bin\CCEngine.exe >>
from directory << C:\Program Files\Bentley\ContextCapture Center\bin >>
[2023-Aug-22 03:09:42 UTC] Starting CCEngine.exe on Elizabeth@LAPTOP-7BU3F300

=====
Welcome to ContextCapture Center Update 20.1 - v10.20.1.5562
=====
Processing the following task types: AI AT PrepareProduction RasterProduction TileProduction
The Engine will profile jobs
[2023-Aug-21 22:09:42] Starting Engine on job queue "FILE:C:/Users/jacqu/Documents/Bentley/ContextCapture Center/Jobs"
[2023-Aug-21 22:09:42] Starting Task job_20230822T030838.326129_TUCUME_50_60_AT / 08987b12-c069-4c14-b891-eaf148cd3d61
[2023-Aug-21 22:09:43] Info: Task completed.
[2023-Aug-21 22:09:43] Starting Task job_20230822T030838.326129_TUCUME_50_60_AT / 4273e506-3d4b-4a79-ac24-017fdfa5c2ed

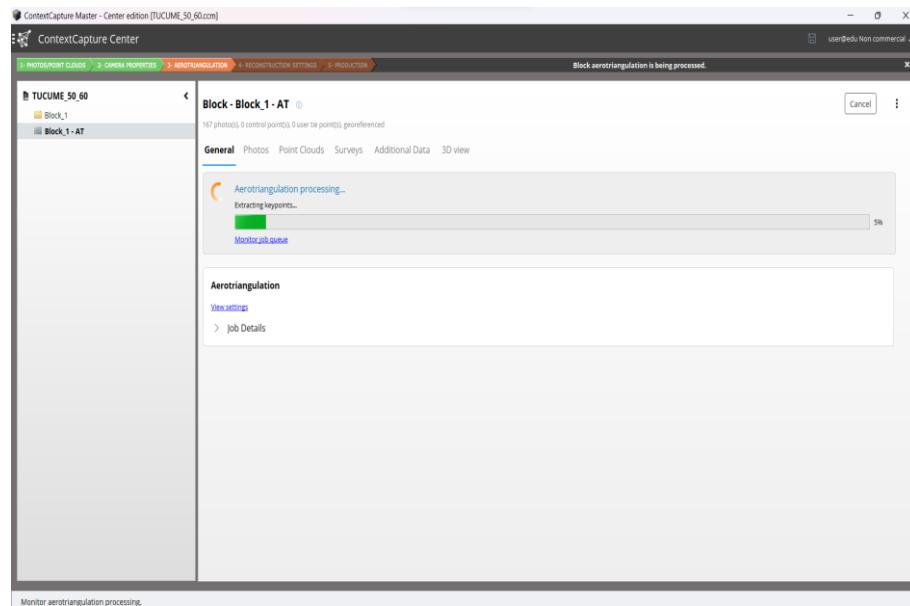
```

Nota. Elaboración propia.

Una vez abierto el módulo ContextCapture Engine, el software recién empezará a ejecutar la aerotriangulación.

Figura 32

Aerotriangulación en proceso – Software contextcapture center master

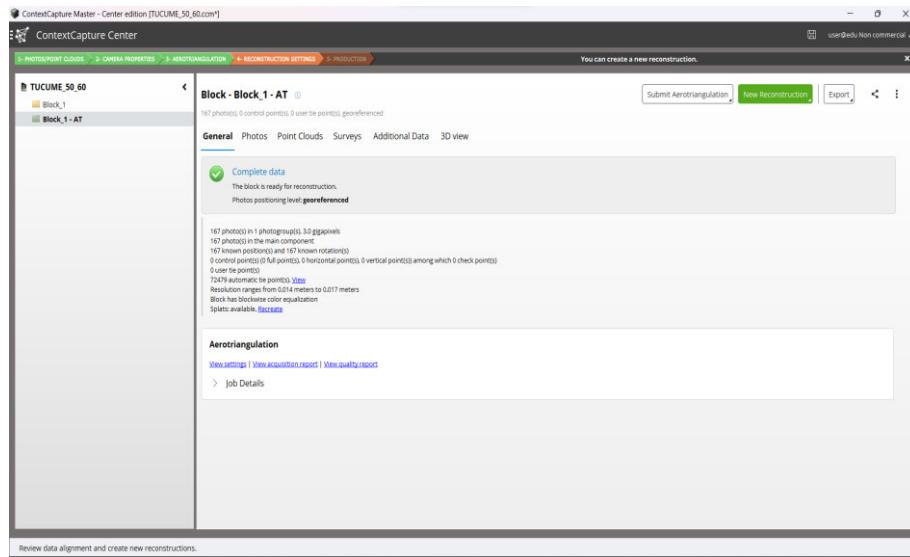


Nota. Elaboración propia.

Una vez que el proceso concluya, se mostrará un mensaje indicando que los datos han sido procesados por completo; y nos mostrará un resumen del procesamiento. Además, nos indica que ya se encuentra listo para iniciar la etapa de reconstrucción.

Figura 33

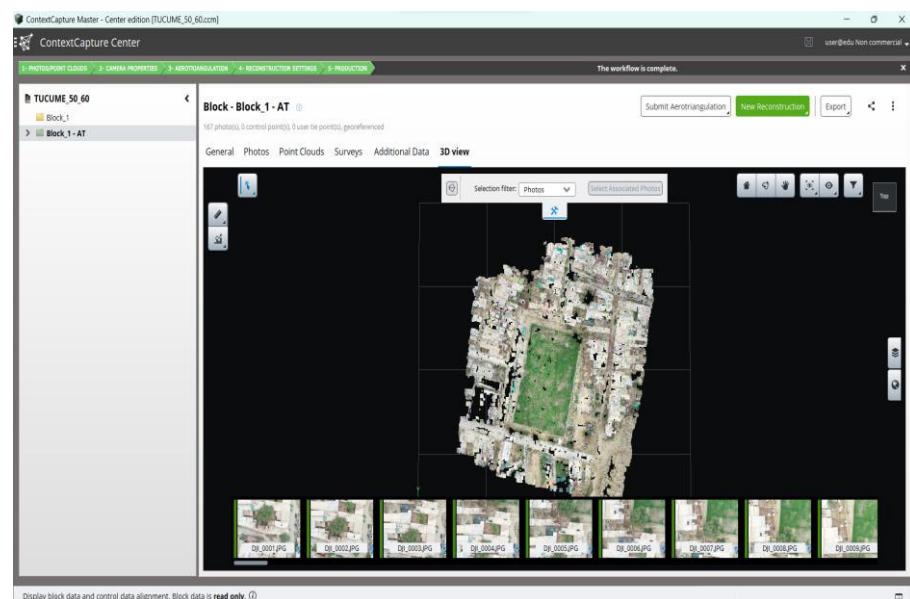
Aerotriangulación terminada – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 34

Visualización de la nube de puntos dispersa – Software contextcapture center master

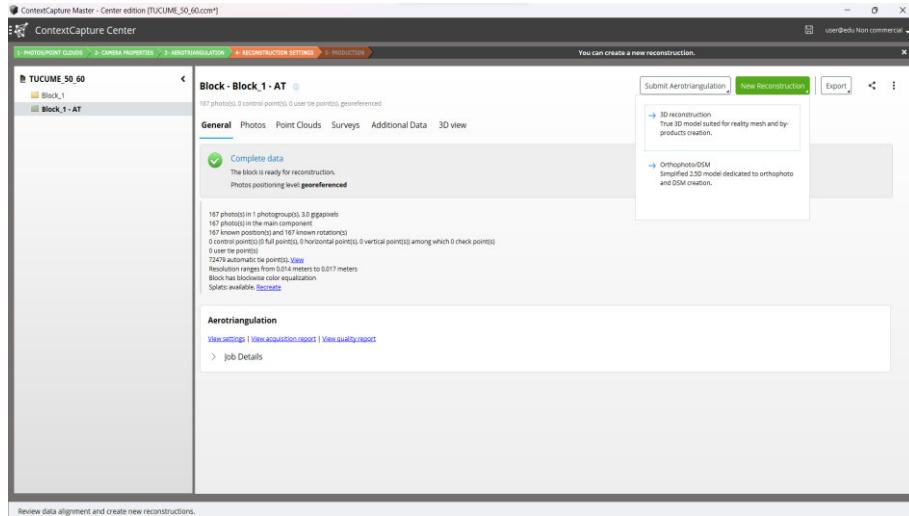


Nota. Elaboración propia.

D. Generación de productos fotogramétricos. - Se creará un grupo de trabajo para los productos, por lo tanto, se debe generar un área de reconstrucción 3D. Para ello, activamos la opción “New reconstruction” y “3D reconstruction” y realizamos sus configuraciones.

Figura 35

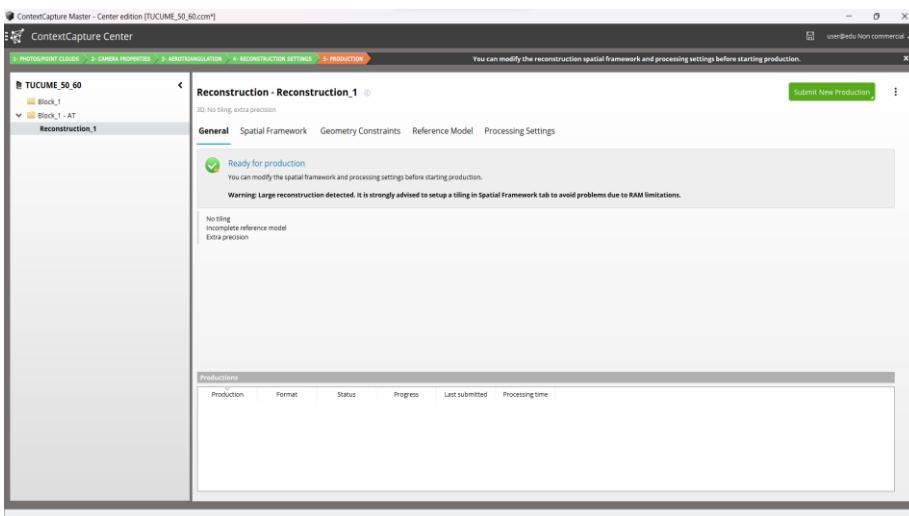
Creación del área de reconstrucción 3D – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 36

Área de reconstrucción 3D creado – Software contextcapture center master

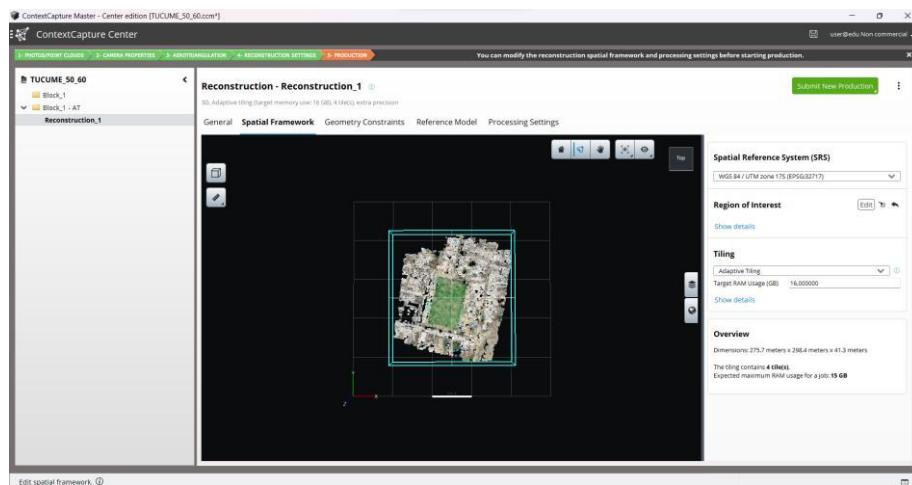


Nota. Elaboración propia.

En la pestaña de “Spatial Framework” se configura el Sistema de referencia espacial y el mosaico adaptativo; este último para que el proceso se realice por bloques, disminuyendo la sobrecarga de memoria, de manera que cada bloque de procesamiento no supere los 16GB de RAM.

Figura 37

Configuraciones de spatial framework – Software contextcapture center master

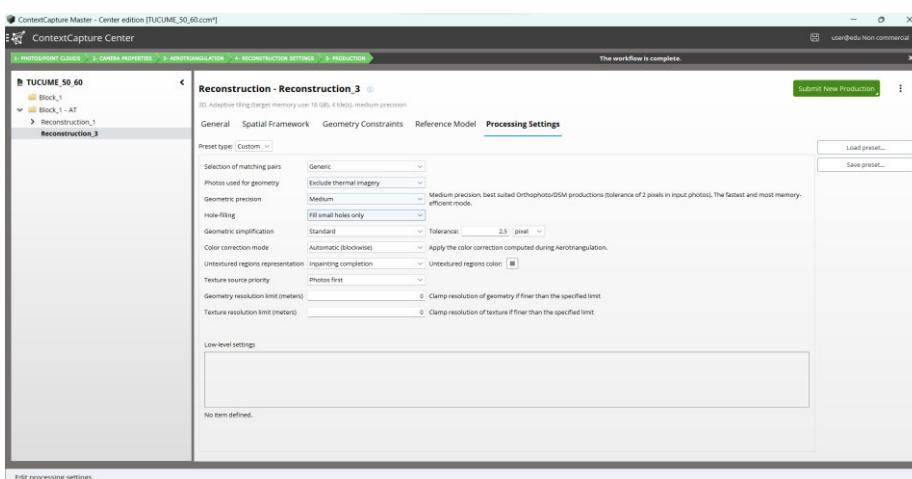


Nota. Elaboración propia.

En la pestaña de “Processing Settings” se configura la precisión geométrica, dándole una precisión media, óptima para obtener productos como la ortofoto y el DSM.

Figura 38

Configuraciones de procesamiento – Software contextcapture center master

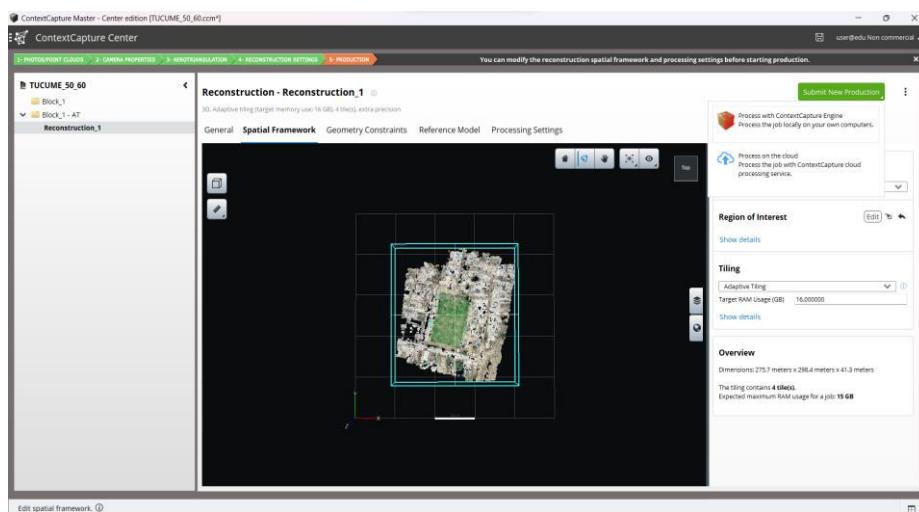


Nota. Elaboración propia.

E. Nube de puntos densa. - Una vez terminado las configuraciones de reconstrucción se activa la opción “Submit New Production” para dar inicio a las configuraciones de la primera producción; la nube de puntos. Esto significa que el primer producto que obtendremos será un conjunto de puntos en un sistema de coordenadas tridimensional que definen una geometría concreta, proporcionándonos información detallada de nuestro escenario.

Figura 39

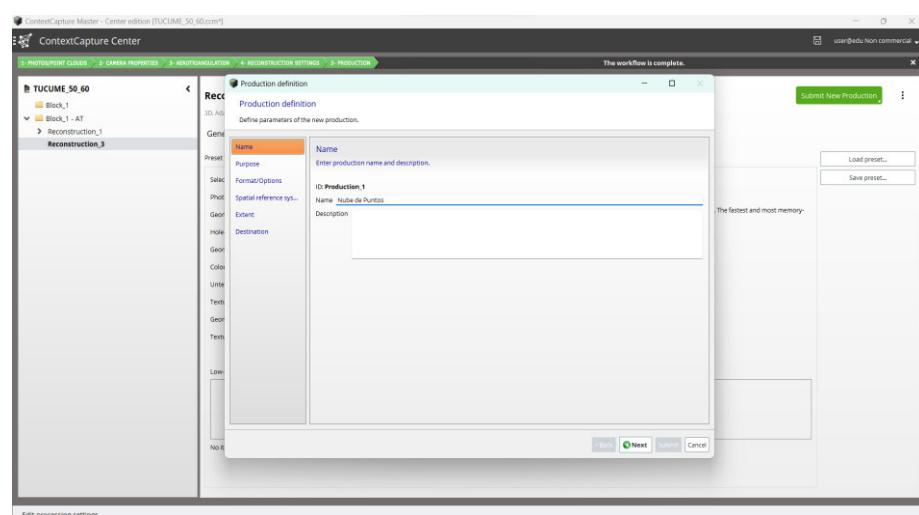
Enviar nueva producción – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 40

Nombre de la primera producción – Software contextcapture center master

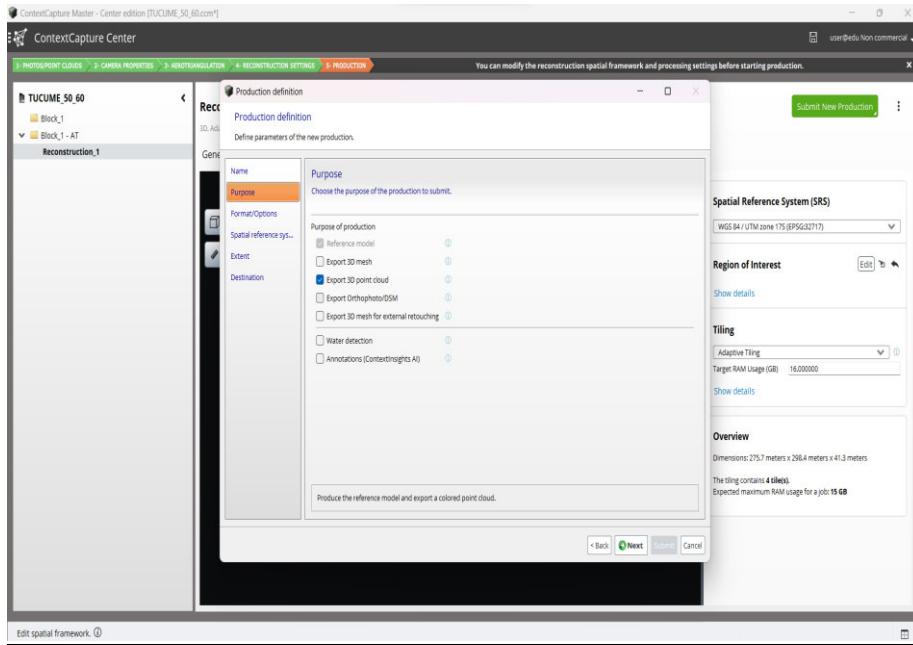


Nota. Elaboración propia.

Se selecciona “Export 3D point cloud” ya que es nuestro primer producto fotogramétrico.

Figura 41

Objetivo de la producción “3D point cloud” – Software contextcapture center master



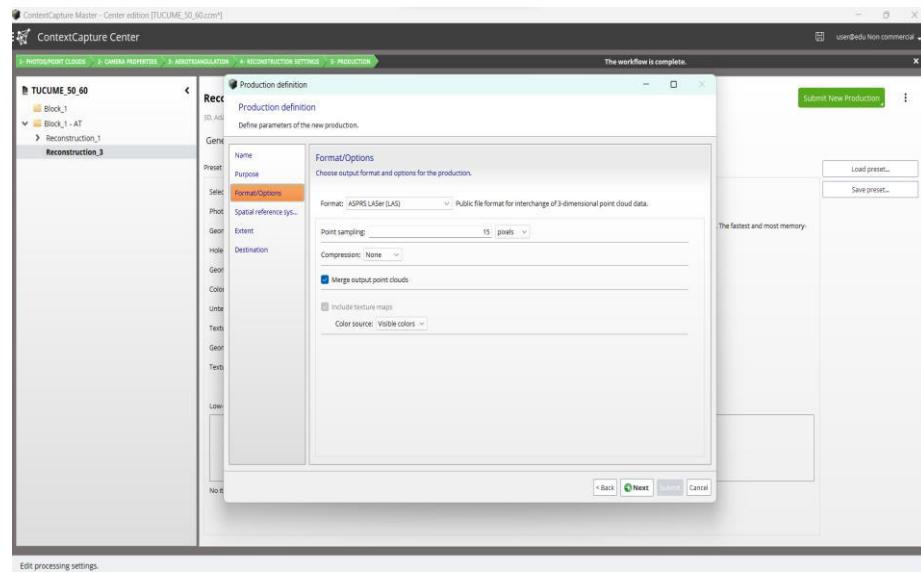
Nota. Elaboración propia.

Configuramos el formato de la nube de puntos en ASPRS LAS (*.las), que es la extensión estándar para este tipo de archivos.

La opción de “Point sampling” definirá nuestra densidad de la nube de puntos; en este caso, al ser un área pequeña de vuelo se ajustó a 15 píxeles, además la opción de “Merge output points clouds” debe estar siempre activada para asegurar que los archivos generados por el programa se fusionen en un único archivo.

Figura 42

Opciones de salida de la nube de puntos – Software contextcapture center master

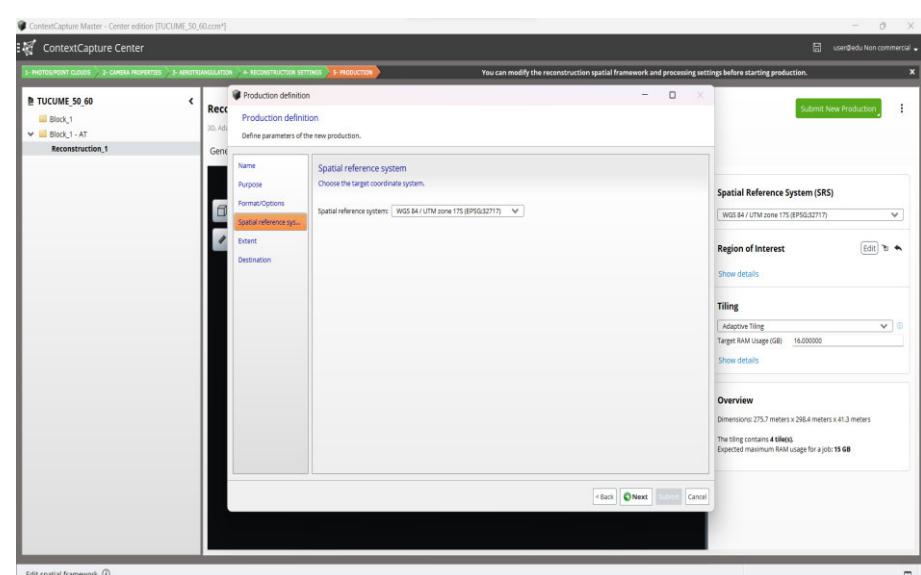


Nota. Elaboración propia.

La configuración del sistema de referencia de coordenadas del proyecto resulta de gran relevancia.

Figura 43

Configuración del sistema de referencia de coordenadas para la nube de puntos – Software contextcapture center master

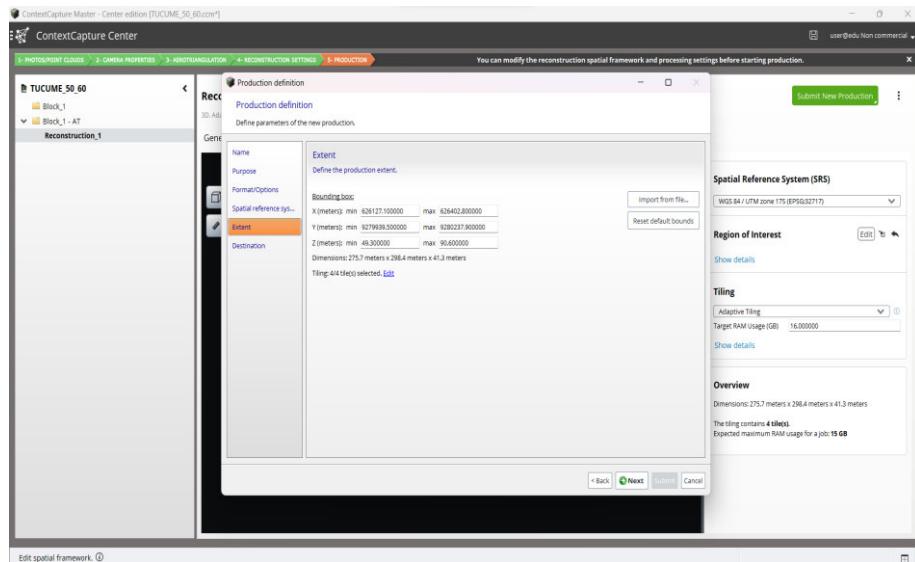


Nota. Elaboración propia.

La opción “Extent” define el área del proyecto, se mantendrá la configuración por defecto ya que el área de interés coincide con la zona del vuelo efectuado.

Figura 43

Extensión del proyecto para la nube de puntos – Software contextcapture center master

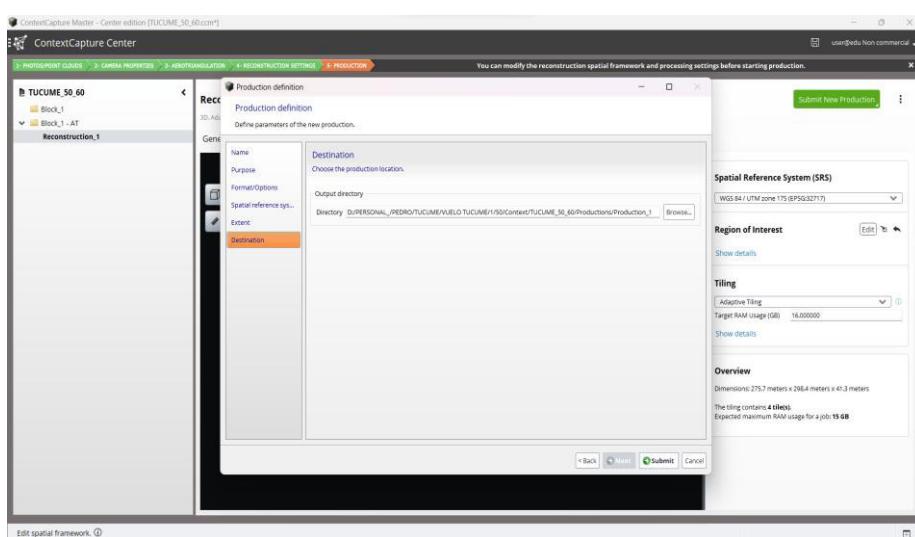


Nota. Elaboración propia.

La ruta de salida será igual a la que se asignó al crear el proyecto, por lo que esta configuración también quedará por defecto.

Figura 44

Ruta de salida de la nube de puntos – Software contextcapture center master

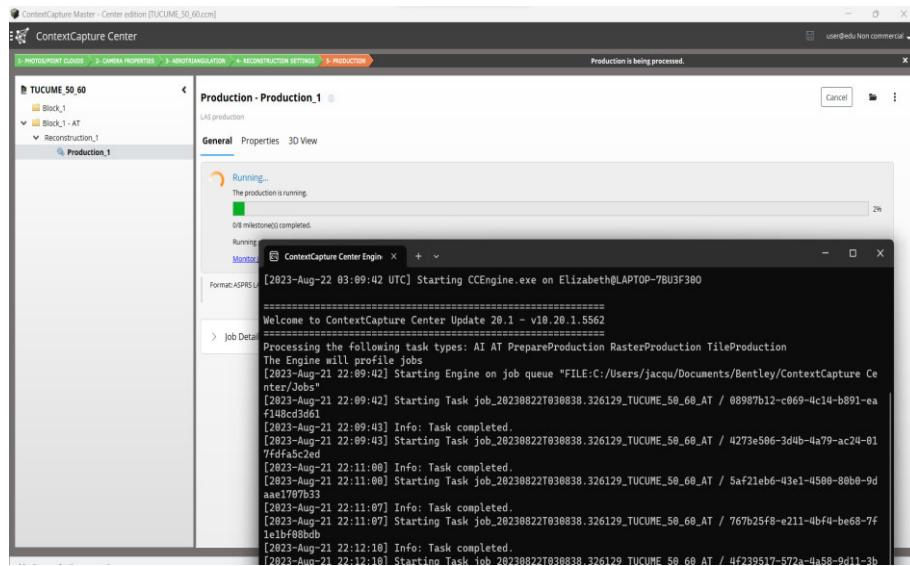


Nota. Elaboración propia.

Una vez terminada las configuraciones el programa inicia la ejecución del proceso, al igual que todos los procesos, se debe abrir el módulo ContextCapture Center Engine.

Figura 45

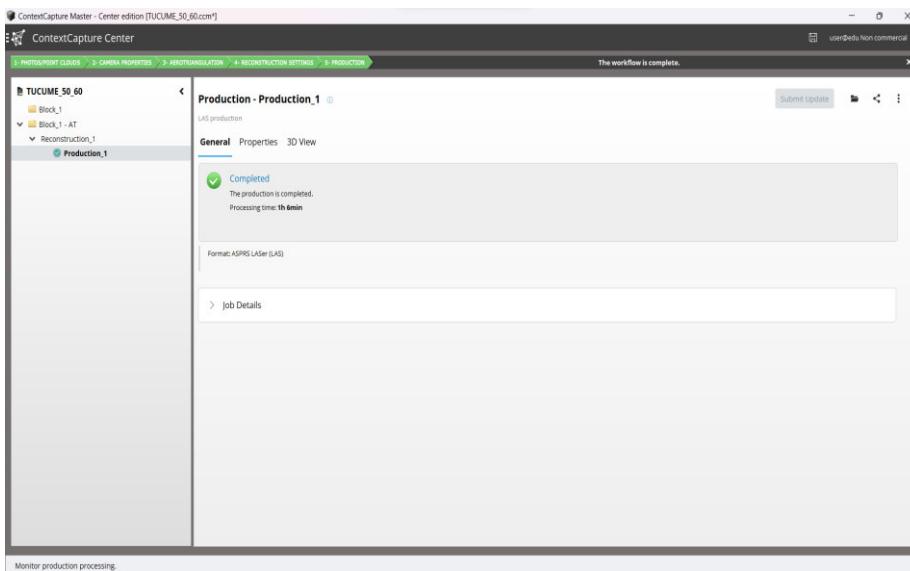
Inicio de ejecución de la primera producción – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 46

Producción completada – Software contextcapture center master

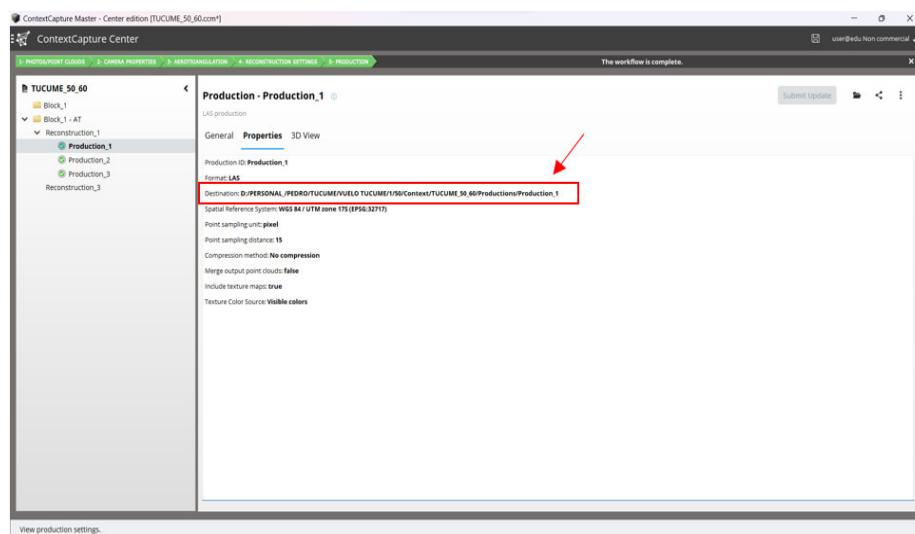


Nota. Elaboración propia.

El resultado de la primera producción se encuentra en la ruta de salida que encontramos en la pestaña de “Propiedades”. Aquí encontraremos los archivos de la nube de puntos generada en formato *.las.

Figura 47

Propiedades y ruta de salida de la primera producción terminada – Software contexcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 48

*Archivos de la primera producción: Nube de puntos, en formato *.las – Software contexcapture center master*

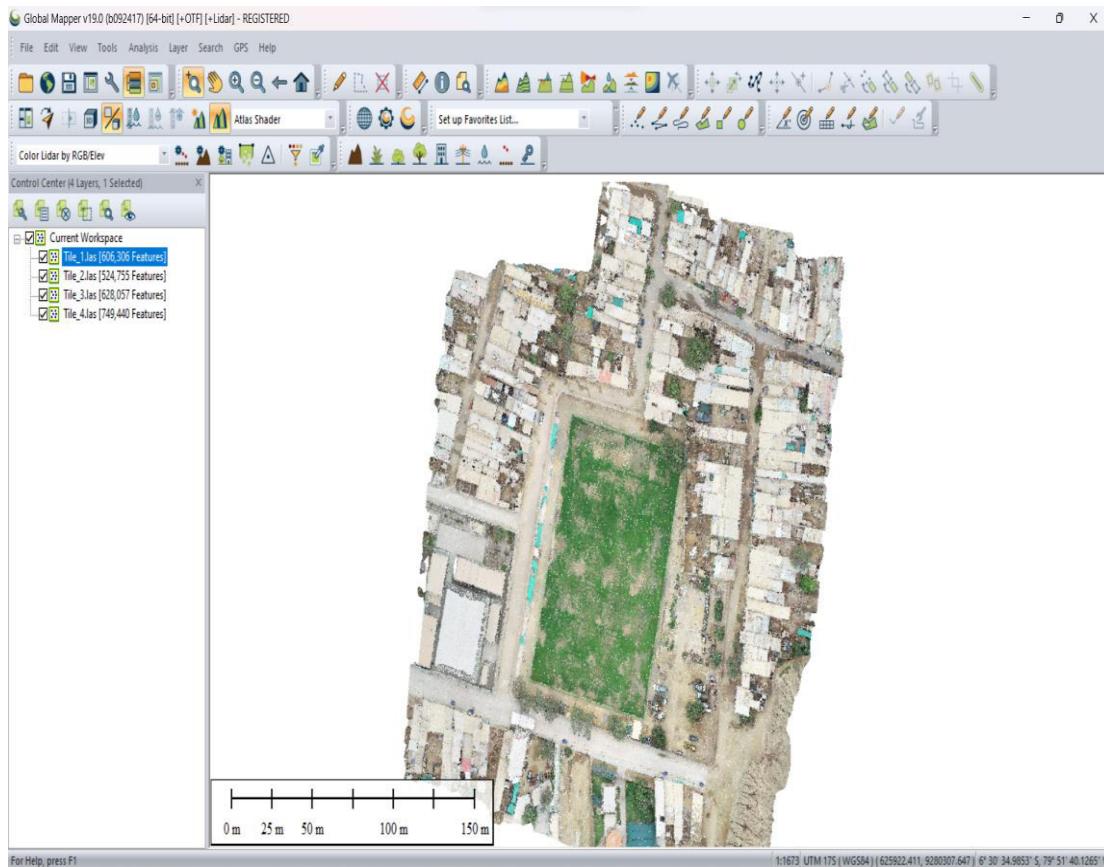
Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
Tile_1.las	21/08/2023 22:48	AutoCADLayerState	15 396 KB
Tile_2.las	22/08/2023 21:51	AutoCADLayerState	13 325 KB
Tile_3.las	21/08/2023 23:14	AutoCADLayerState	15 948 KB
Tile_4.las	22/08/2023 22:12	AutoCADLayerState	19 030 KB

Nota. Elaboración propia.

Para poder visualizarlo se utilizó el software Global Mapper, donde se cargaron estos archivos, pudiéndose visualizar la nube de puntos de todo el vuelo realizado.

Figura 49

Visualización de nube de puntos en el software global mapper

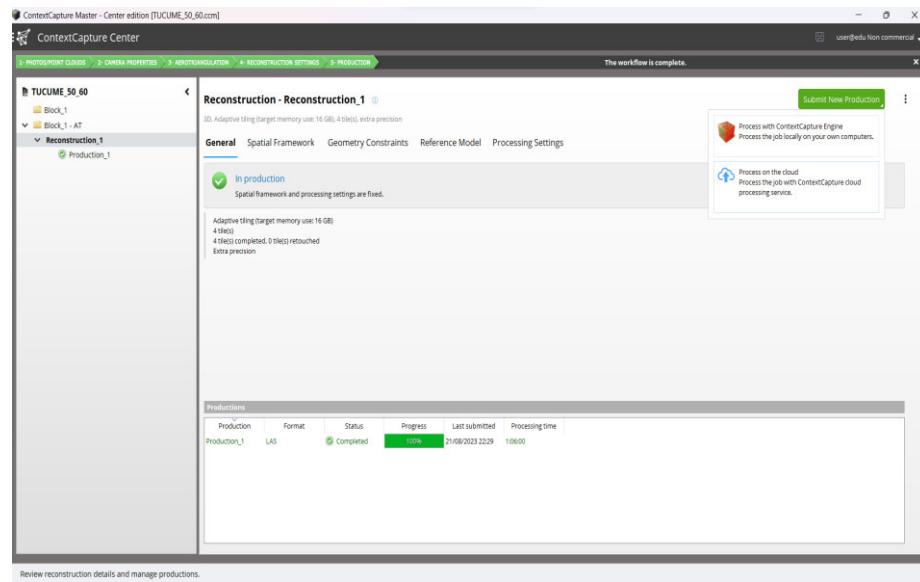


Nota. Elaboración propia.

F. Ortofoto.- Es posible enviar la siguiente producción (ortofoto) mientras la producción previa (nube de puntos) aún se encuentra en curso. El software procederá a ejecutarla una vez que la producción anterior haya concluido, permitiendo así un proceso en serie.

Figura 50

Inicio de una segunda producción – Software contextcapture center master

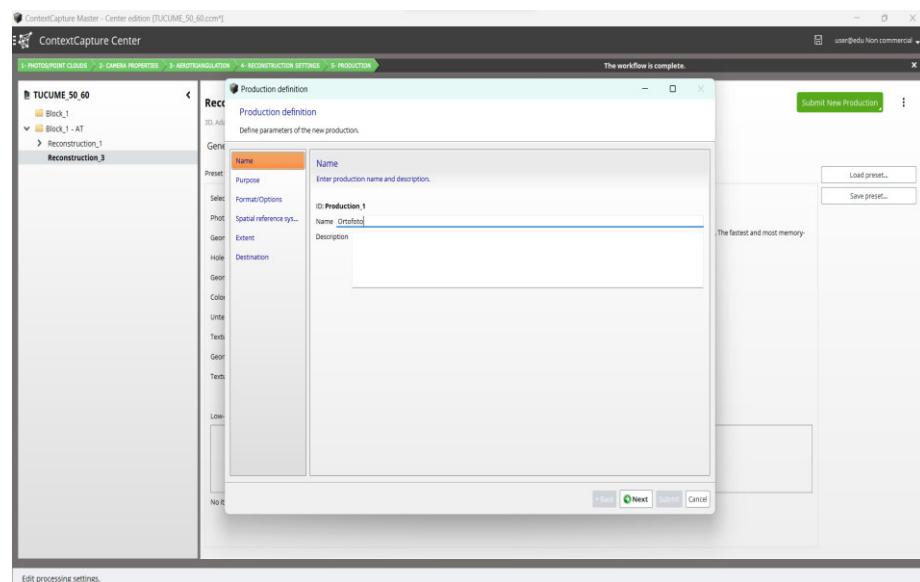


Nota. Elaboración propia.

Al igual que la primera producción, asignamos un nombre y elegimos el objetivo “Orthophoto/DSM”.

Figura 51

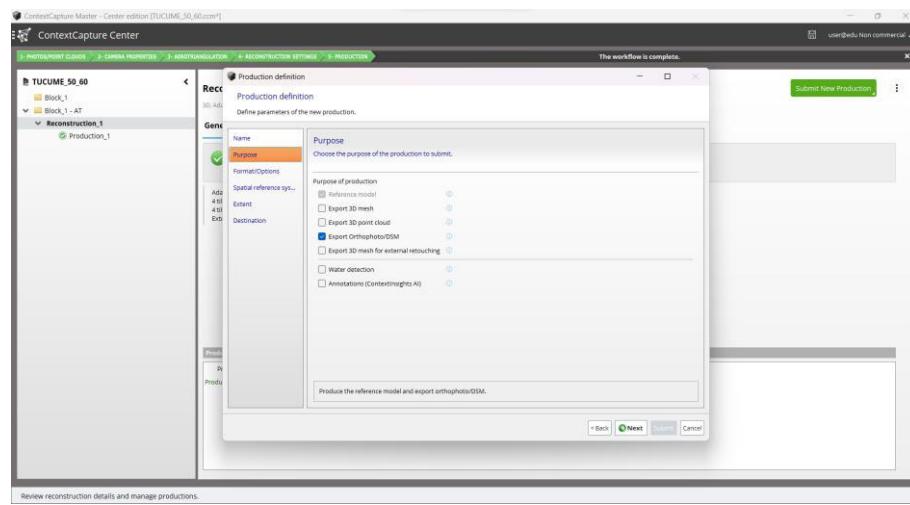
Nombre de la segunda producción – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 52

Objetivo de la producción, “Orthophoto/DSM” – Software contextcapture center master

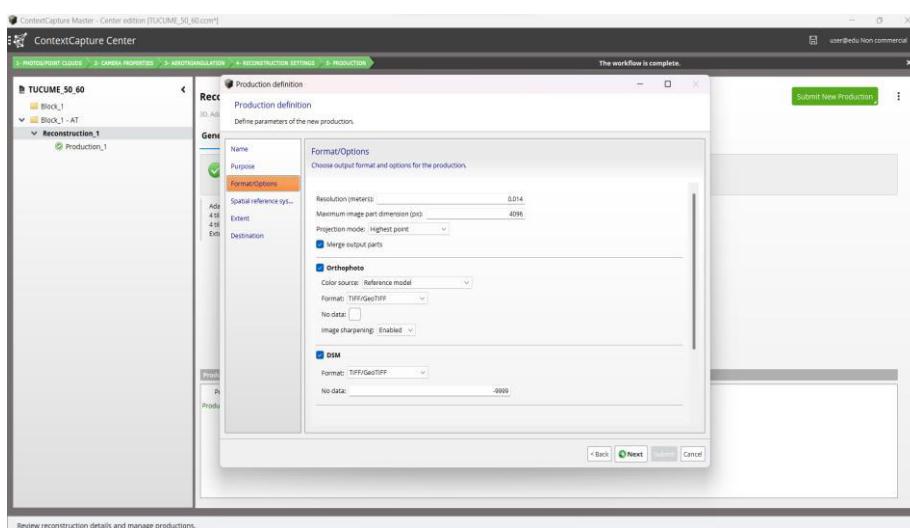


Nota. Elaboración propia.

Las opciones de producción se mantendrán en su configuración predeterminada, a excepción de “No data”, que se le cambiará a un color blanco, para que los píxeles de la ortofoto que no contengan información se representen en este color. Elegimos formato de salida TIFF/GEOTIFF, ya que este formato permite mantener detalles precisos, de alta calidad y georreferenciados de una ortofoto.

Figura 53

Opciones de salida de la orthophoto/DSM – Software contextcapture center master

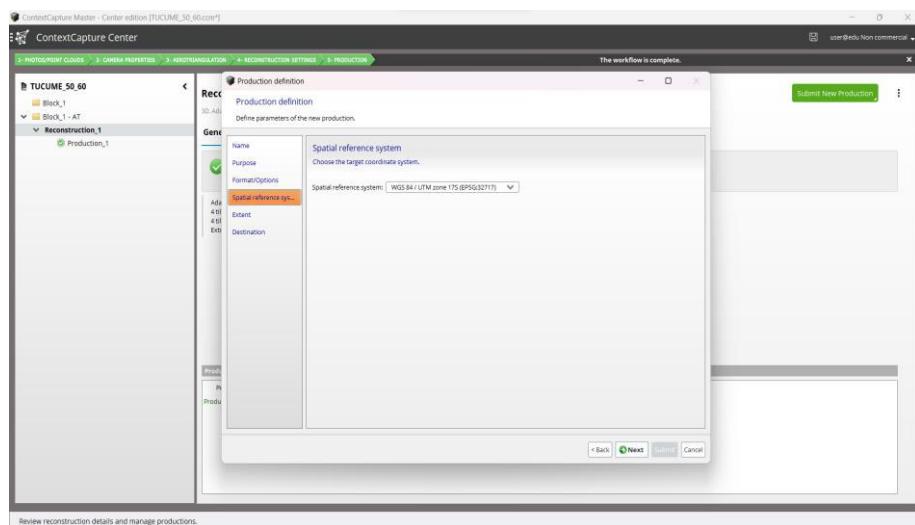


Nota. Elaboración propia.

De manera similar, se configura el sistema de coordenadas, la extensión y la ruta de salida del proyecto.

Figura 55

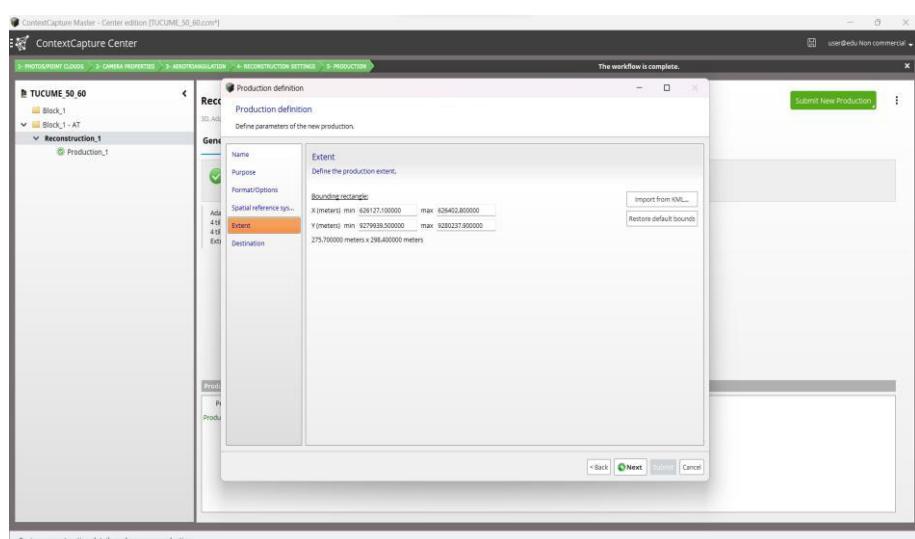
Configuración del sistema de coordenadas para la ortofoto – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 56

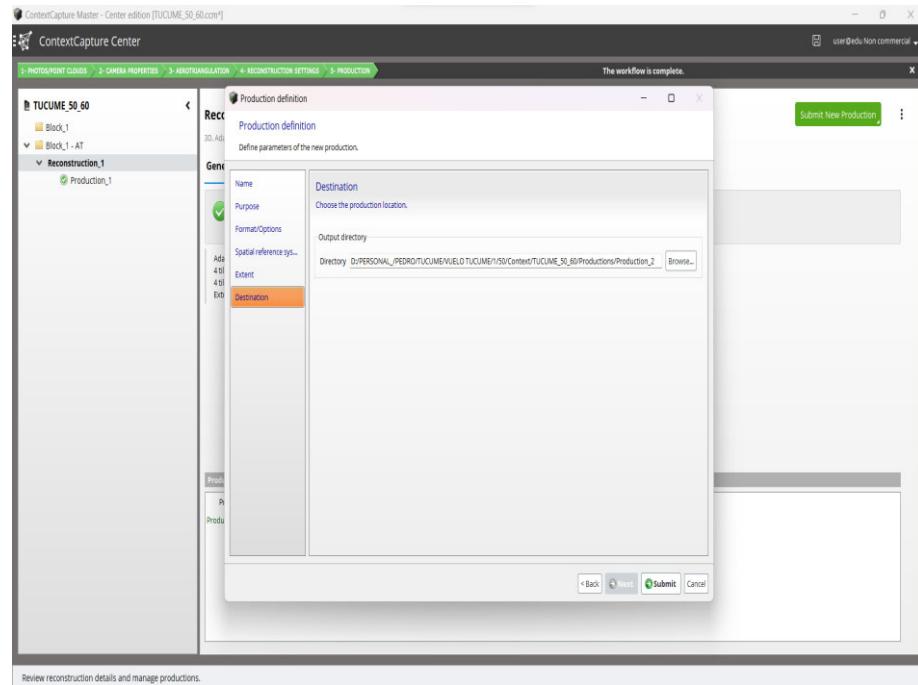
Configuración de la extensión del proyecto para la ortofoto – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 54

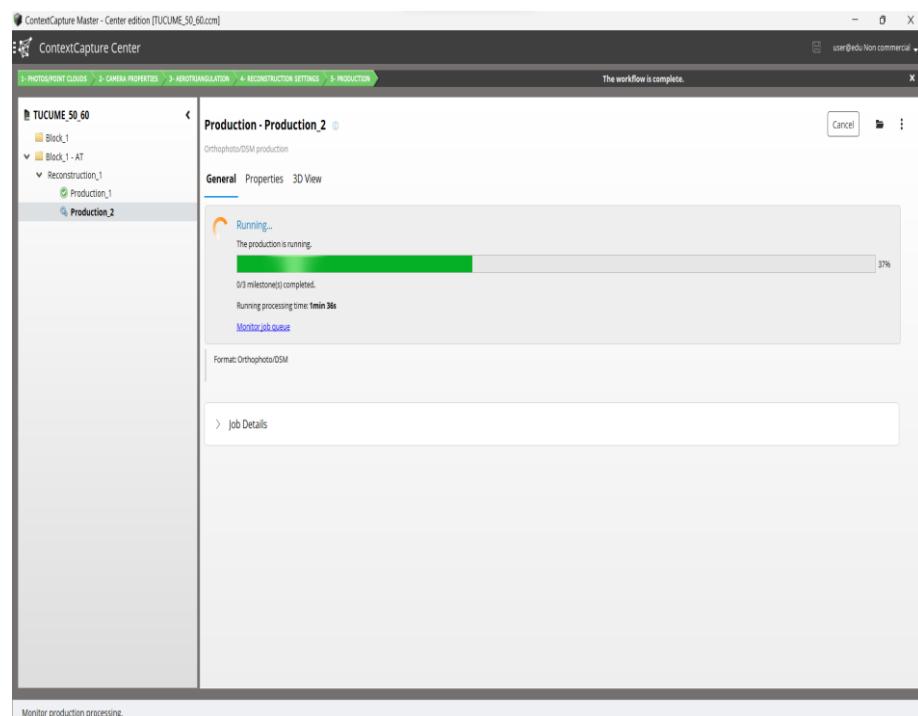
Ruta de salida de la ortofoto – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 55

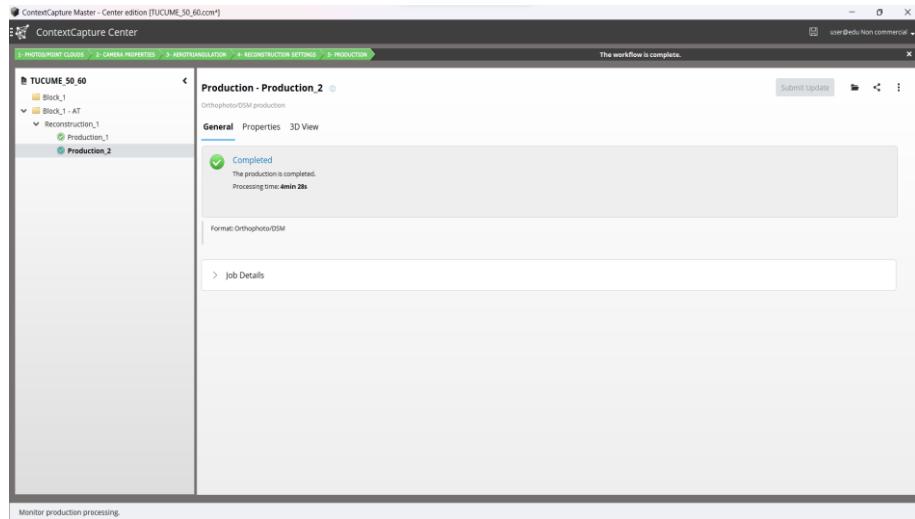
Ejecución de la ortofoto – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 56

Segunda producción terminada – Software contextcapture center master

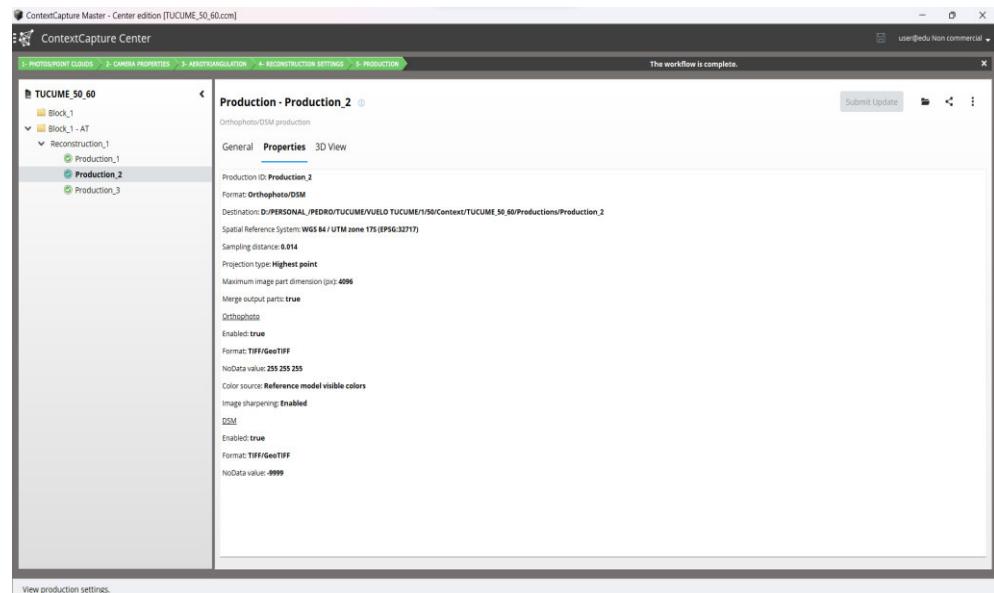


Nota. Elaboración propia.

Verificamos la ruta de salida de esta producción en la pestaña de propiedades y la importamos en el software Global Mapper para su visualización.

Figura 60

Propiedades y ruta de salida de la 2da producción terminada – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 57

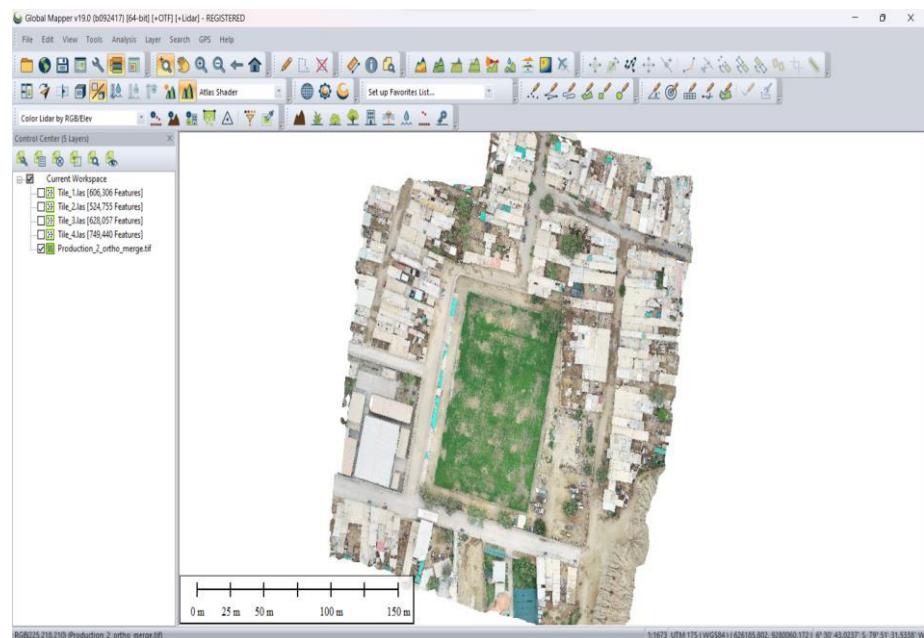
*Archivos de la segunda producción: Orthophoto/DSM, en formato *.tif*

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
orthoPhoto	22/08/2023 22:42	Carpeta de archivos	
Production_2_DSM_merge.tfw	22/08/2023 22:41	Archivo TFW	1 KB
Production_2_DSM_merge.tif	22/08/2023 22:41	Archivo TIF	1 639 840 ...
Production_2_ortho_merge.tfw	22/08/2023 22:41	Archivo TFW	1 KB
Production_2_ortho_merge.tif	22/08/2023 22:42	Archivo TIF	1 229 922 ...

Nota. Elaboración propia.

Figura 58

Visualización de ortofoto en el software global mapper

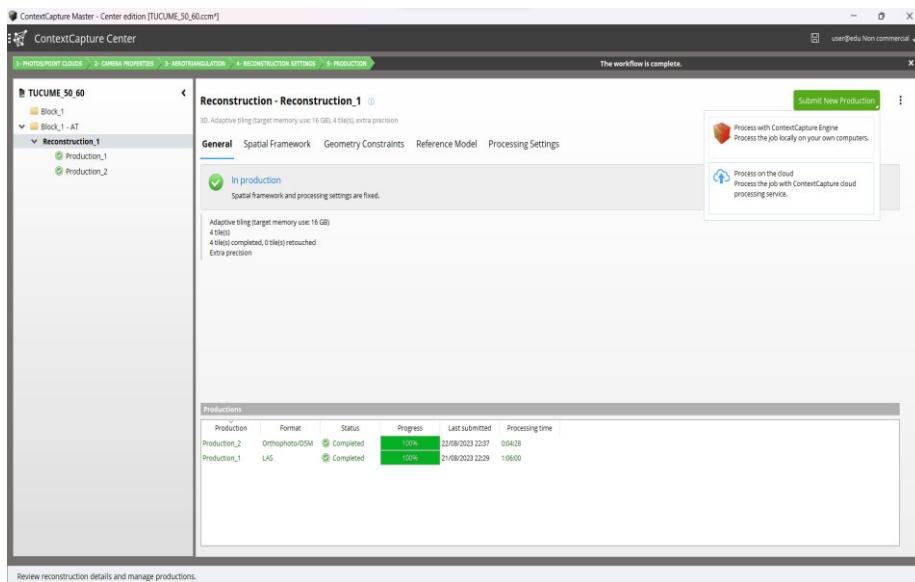


Nota. Elaboración propia.

G. Malla 3D.- Se envía la última producción (Malla 3D). Se le asigna un nombre y elegimos el objetivo “3D mesh”.

Figura 59

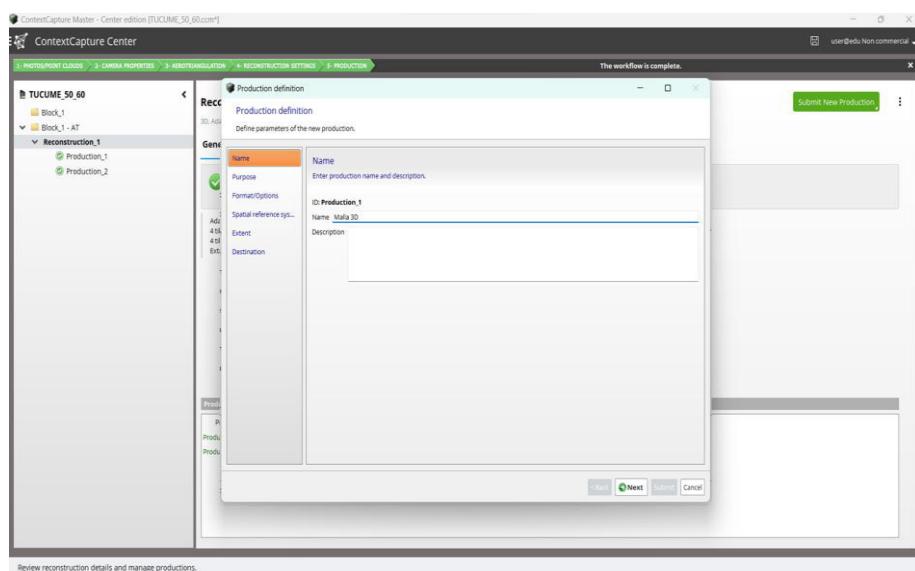
Inicio de la tercera producción – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 60

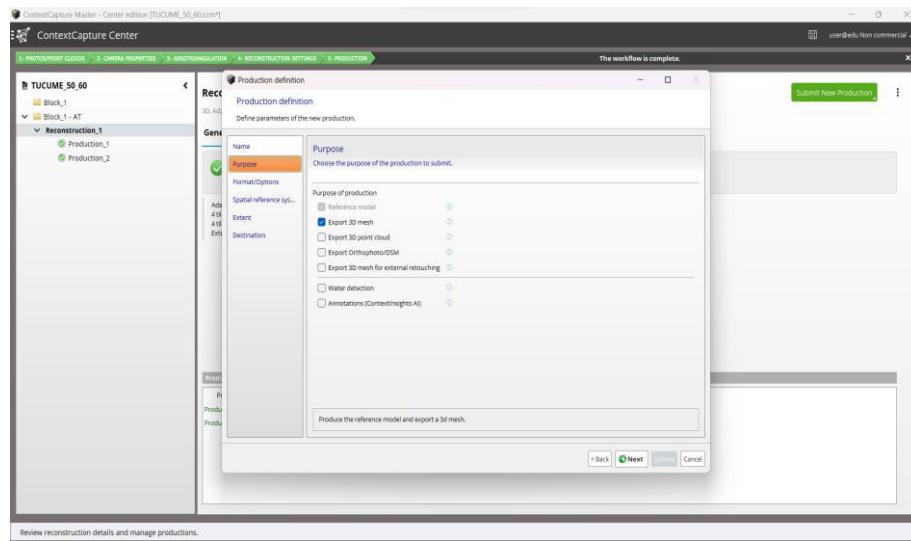
Nombre de la tercera producción – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 61

Objetivo 3D mesh – Software contextcapture center master



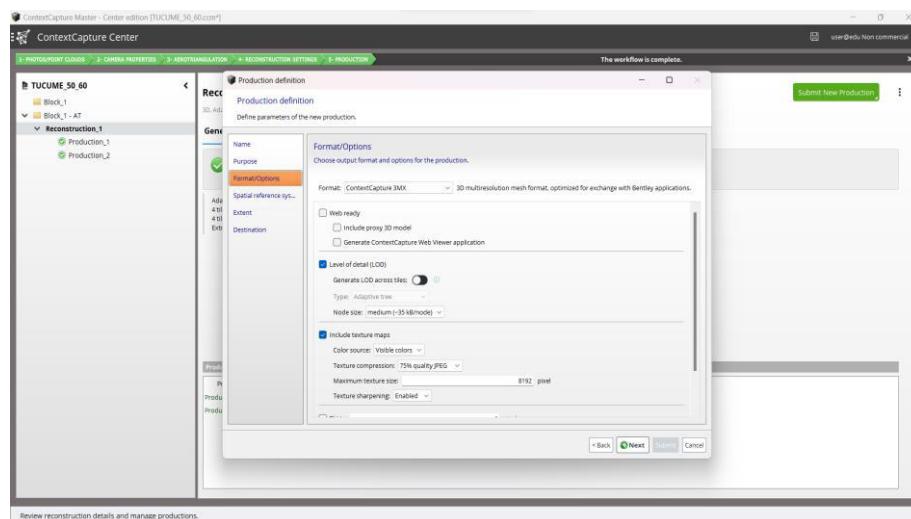
Nota. Elaboración propia.

Las opciones y directorio de salida y quedarán por defecto; el formato a utilizar para esta malla 3D es de ContextCapture 3MX, mismo que se visualizará en ContextCapture Viewer, el módulo de visualización del mismo software.

También se configura el sistema de coordenadas.

Figura 62

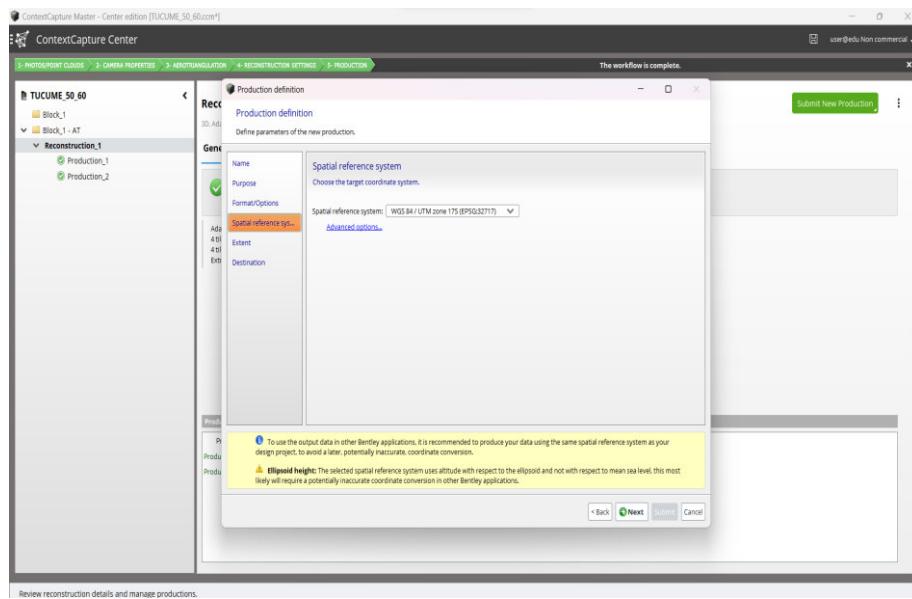
Opciones de salida de la malla 3D – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 67

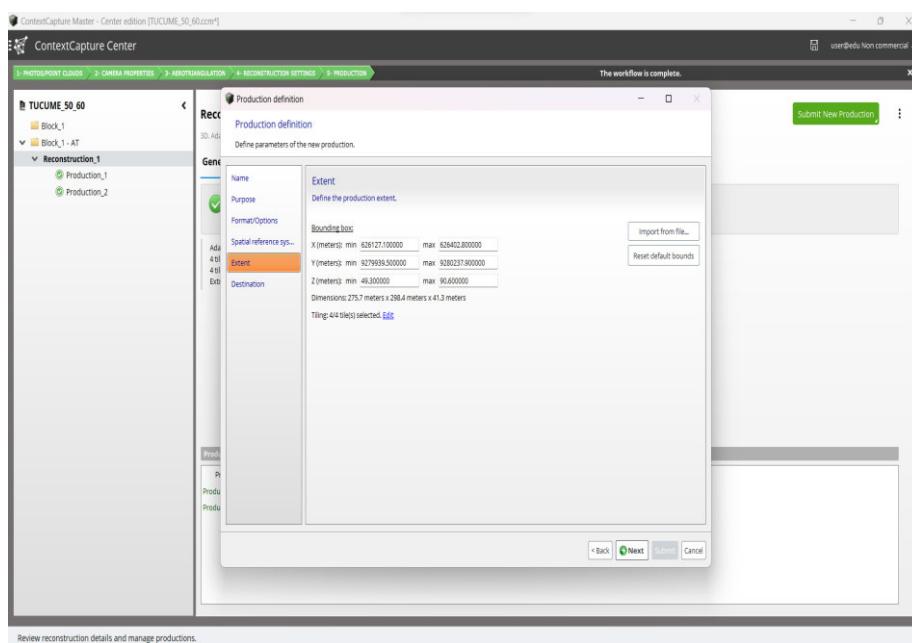
Configuración del sistema de coordenadas de la malla 3D – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 63

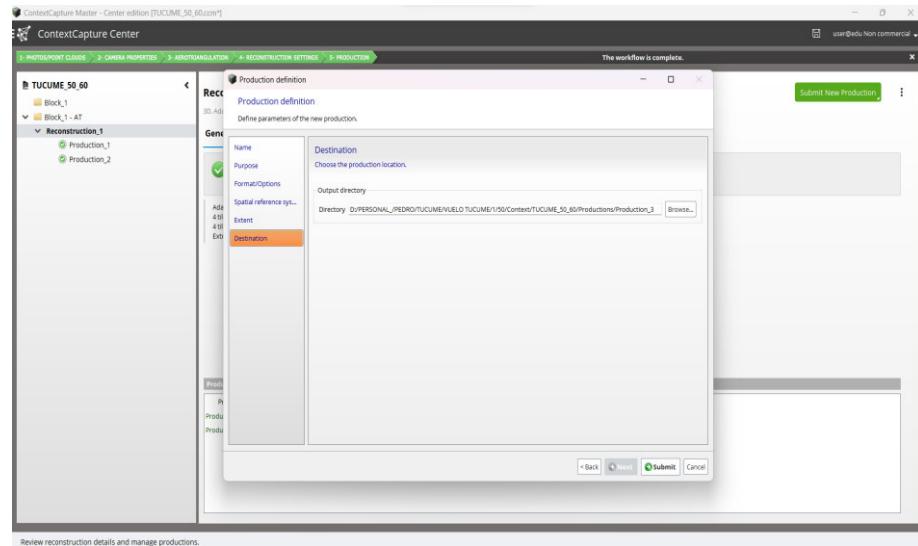
Extensión del proyecto para la malla 3D – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 64

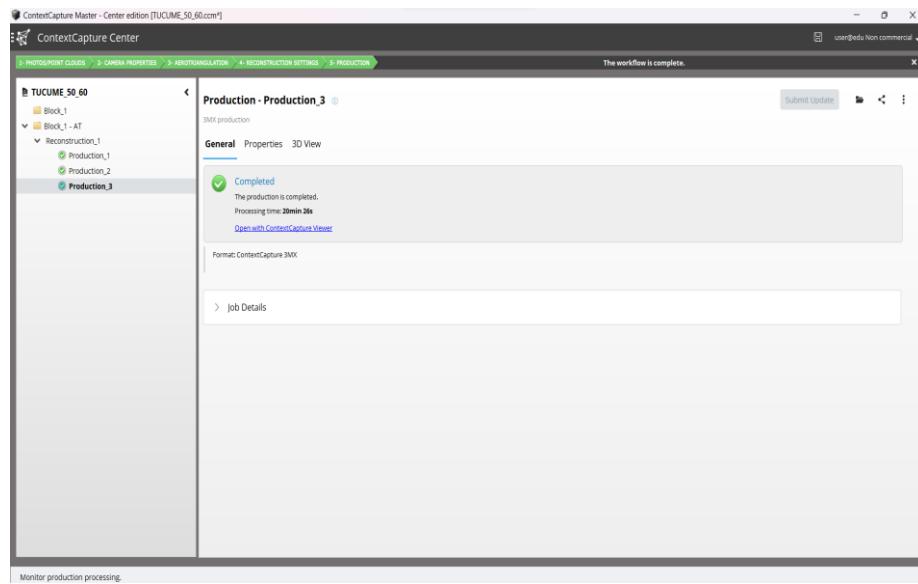
Ruta de salida para la malla 3D – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 65

Tercera producción terminada – Software contextcapture center master

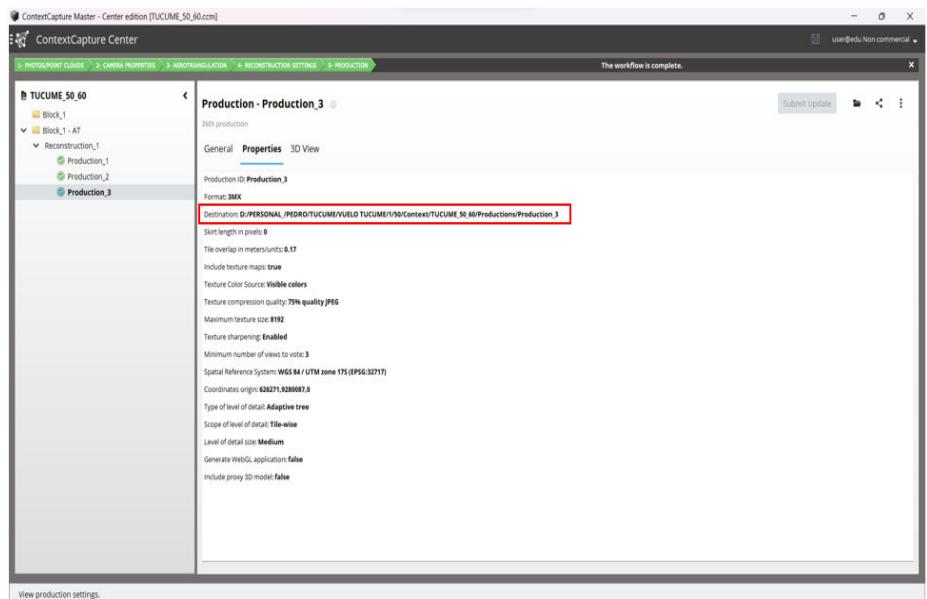


Nota. Elaboración propia.

Verificamos la ruta de salida de esta producción en la pestaña de propiedades.

Figura 71

Propiedades y ruta de salida de la 3era producción terminada – Software contextcapture center master



Nota. Elaboración propia.

Figura 66

Archivos de la tercera producción: Malla 3D, en formato 3mx

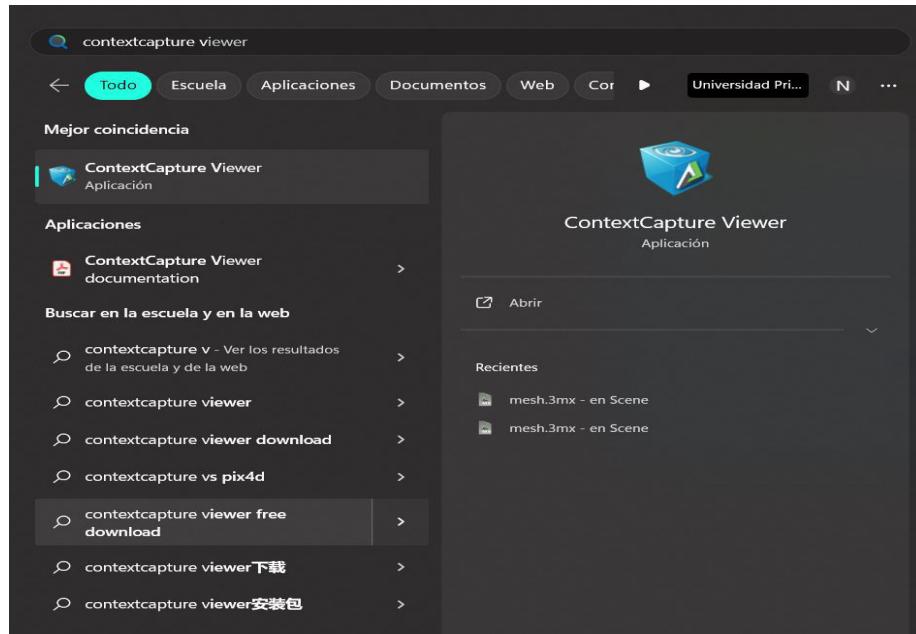
1 > 50 > Context > TUCUME_50_60 > Productions > Production_3 > Scene >			
Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
Data	22/08/2023 23:08	Carpeta de archivos	
metadata.xml	22/08/2023 22:48	Archivo XML	1 KB
Production_3.3mx	22/08/2023 22:48	ContextCapture 3...	2 KB

Nota. Elaboración propia.

Para su visualización abrimos el módulo de visualización del Context Capture Viewer e importamos este archivo.

Figura 67

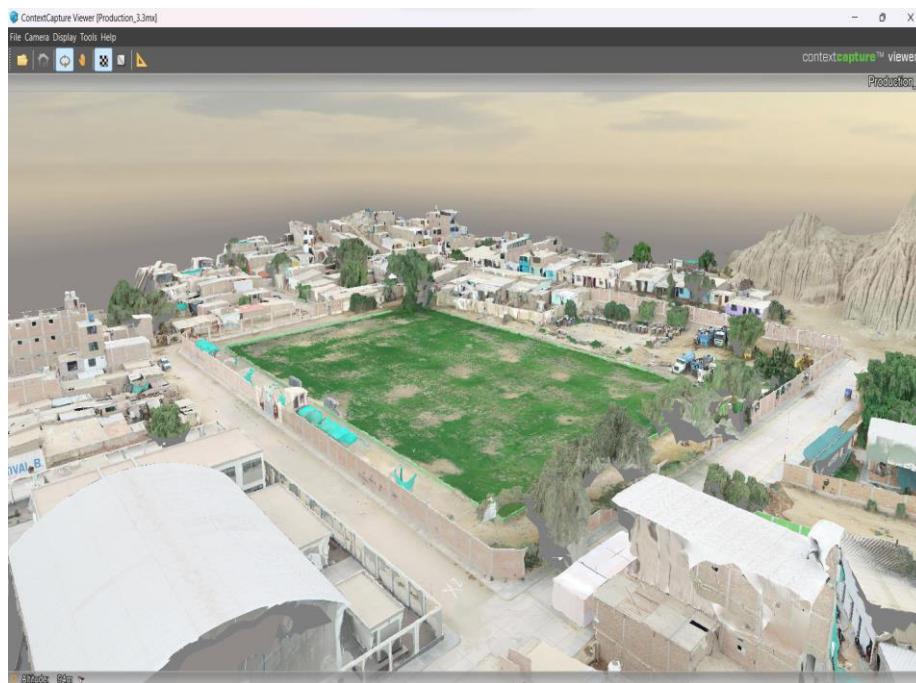
Abriendo el módulo contextcapture viewer



Nota. Elaboración propia.

Figura 68

Visualización de malla 3D en el módulo contextcapture viewer



Nota. Elaboración propia.

3.5.4. Generación de reporte de calidad

El software fotogramétrico nos arroja un reporte de calidad en donde nos muestra las estadísticas del proceso de aerotriangulación, proporcionándonos información sobre la calidad de ajustes de la cámara, precisión del modelo 3D generado y otras características importantes que pueden afectar la fiabilidad y utilidad del modelo 3D.

Cada una de estas características las podemos ver a detalle en el reporte de calidad del proyecto que se muestra a continuación:

Figura 69

Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume

The screenshot shows a 'QUALITY REPORT' interface from Bentley's Acute3D software. At the top, there's a 'Contents' sidebar with links to 'Project Summary', 'Camera Calibration', 'Photo Positions', 'Photo Matching', and 'Surveys'. A note at the bottom of the sidebar says: 'For more information, please see our online manual: <https://www.acute3d.com/QualityReportManual/en/v2.0/index.html>'.

Project Summary

Project:	TUCUME_50_60
Number of photos:	167
Ground coverage:	82268.88 square meters
Average ground resolution:	14.4655 mm/pixel
Scale:	1 : 43
Camera model(s):	DJI FC6310S
Processing date:	21/08/2023 22:09
Processing time:	8min 31s

Quality Overview

Dataset:	167 of 167 photos calibrated (100%)
Keypoints:	Median of 28740 keypoints per image
Tie points:	72479 points, with a median of 1954 points per photo.
Reprojection error (RMS):	0.48 pixels
Positioning / scaling:	Georeferenced using photo positioning metadata, not using control point

Camera Calibration

DJI FC6310S 8.8mm 4864x3648

Name:	DJI FC6310S
Model type:	Perspective
Image dimensions:	4864x3648 pixels
Sensor size:	11.8 mm
Number of photos:	167

Calibration Results

	Focal	Focal	Principal	Principal	K1	K2	K3	P1	P2
--	-------	-------	-----------	-----------	----	----	----	----	----

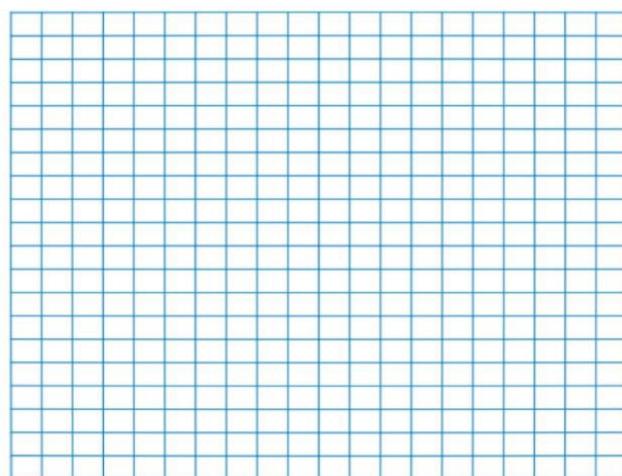
Nota. Elaboración propia.

Figura 70

Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume

	Length [mm]	Length Equivalent 35 mm [mm]	Point X [pixels]	Point Y [pixels]					
Previous Values	8.8	26.8475							
Optimized Values	8.81736	26.9004	2439.96	1828.37	-0.00380689	-0.0105053	0.0125018	9.22694e-05	-0.000408772
Difference Previous / Optimized	0.01736	0.0529							

Distortion Grid



Camera Lens Distortion: Gray lines represent the zero distortion grid, and blue lines represent the real camera values.

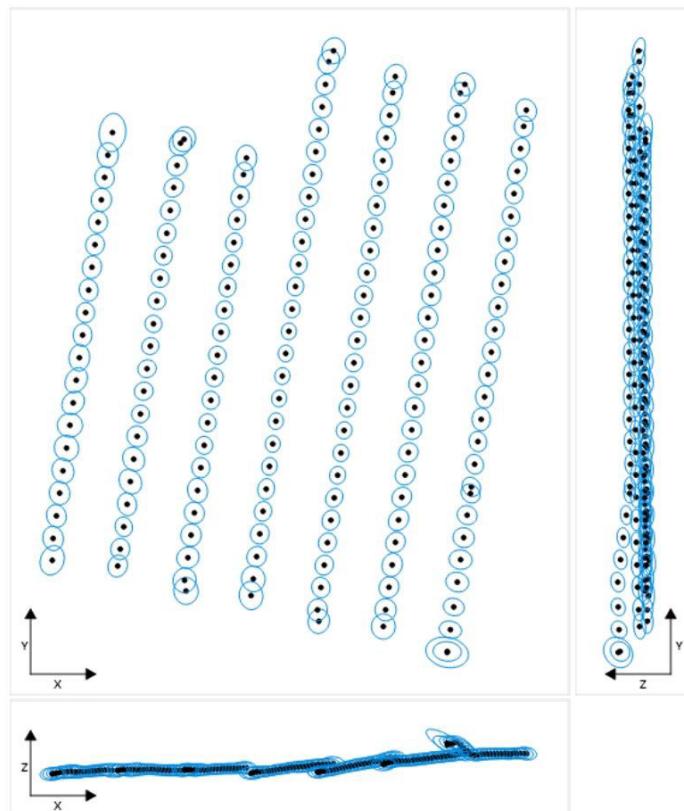
Photo Positions

Photo Position Uncertainties

Nota. Elaboración propia.

Figura 71

Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume



Position Uncertainties: Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane) of computed photo positions (black dots). Blue ellipses indicate the position uncertainty, scaled for readability. The minimum and maximum values, as well as the average value, can be found in the table below.

Position Uncertainties			
	X [meters]	Y [meters]	Z [meters]
Minimum	0.0015	0.0018	0.0005
Mean	0.0024	0.0027	0.0008
Maximum	0.0069	0.006	0.0042

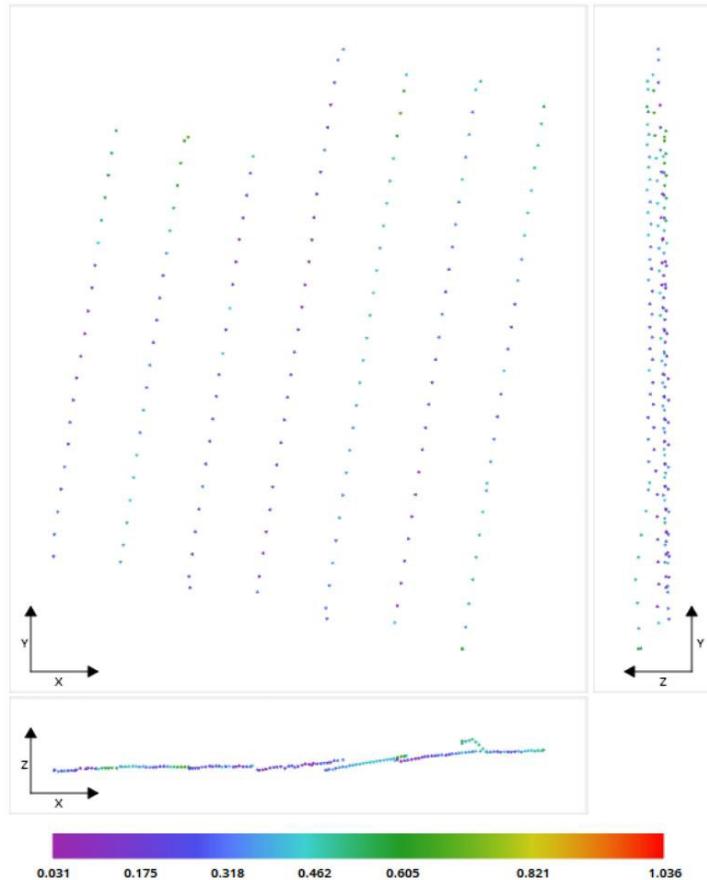
For more information on individual photos, please refer to the [Photos Report](#).

Distance to Input Positions

Nota. Elaboración propia.

Figura 72

Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume



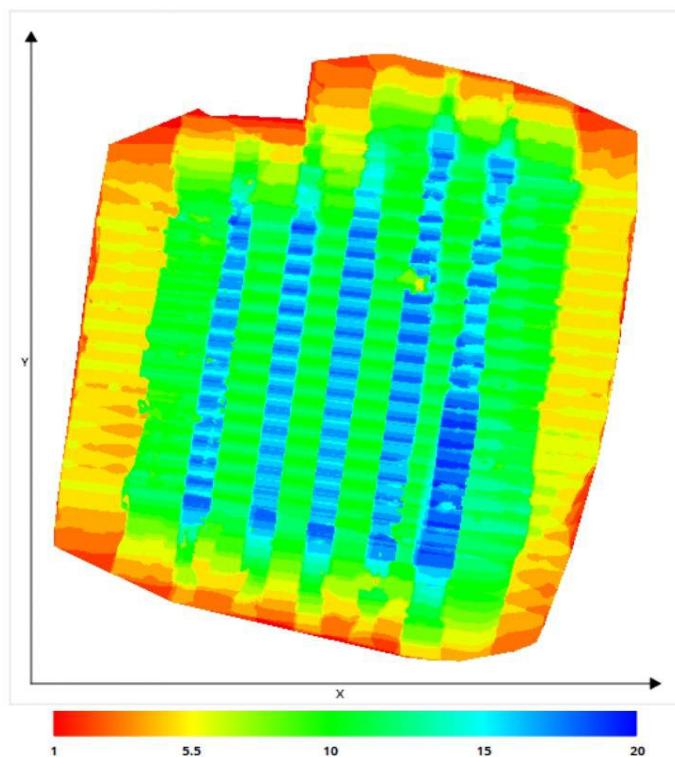
Position Distance to Metadata: Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane), with arrows indicating the offset between the metadata positions and the computed photo positions; all arrows start from the metadata positions and point toward the computed positions. Gray points • indicate uncalibrated photos that have metadata. Pink points • indicate calibrated photos that have no metadata.
The values are in meters, with a minimum distance of 0.0771 meters and a maximum of 0.6876 meters. The median position distance equals 0.3182 meters.

Scene Coverage

Nota. Elaboración propia.

Figura 73

Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume



Number of photos seeing the scene: Top view (XY plane) display of the scene, with colors indicating the **number of photos that potentially see each area**.

Photo Matching

Quality Measures on Tie Points

Generated Tie Points					
Number of Points	Median Number of Photos per Point	Median Number of Points per Photo	Median Reprojection Error [pixels]	RMS of Reprojection Error [pixels]	RMS of Distances to Rays [meters]
72479	4	1954	0.32	0.48	0.0119

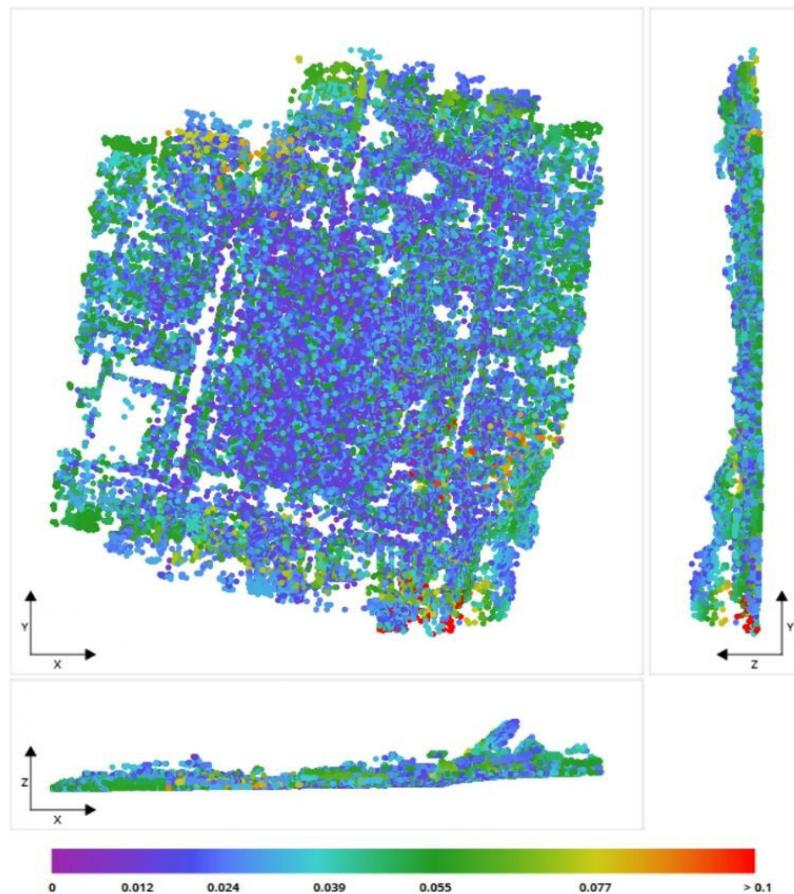
For more information on individual photos, please refer to the [Photos Report](#).

Tie Point Position Uncertainties

Nota. Elaboración propia.

Figura 74

Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume



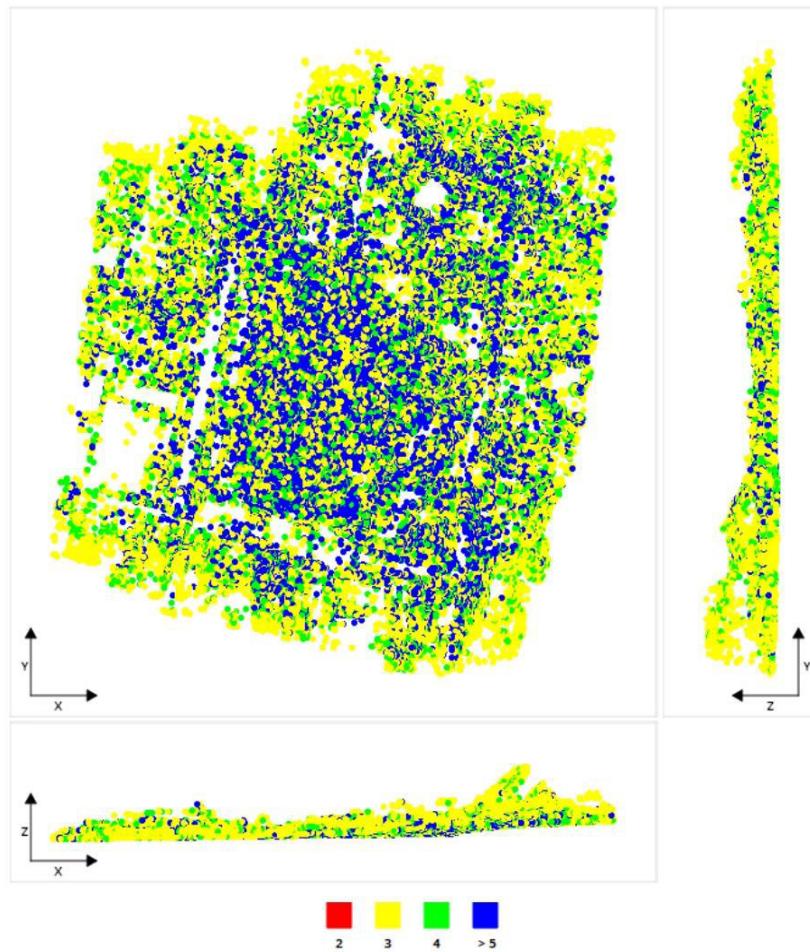
Position Uncertainties: Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane) displays of all tie points, with colors representing uncertainty in the individual point position. The values are in meters, with a minimum uncertainty of 0.006 meters and a maximum of 0.1426 meters. The median position uncertainty equals 0.0243 meters.

Number of Photos Observing the Tie Points

Nota. Elaboración propia.

Figura 75

Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume



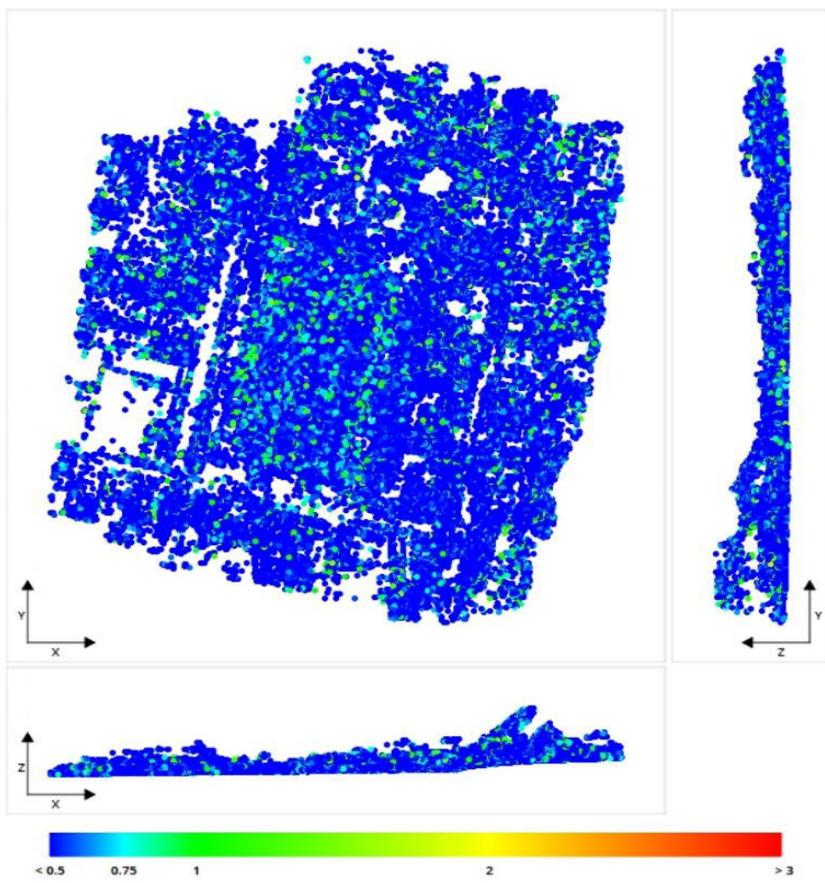
Number of Observations per Tie Point: Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane) displays of all tie points, with colors representing the number of photos that have been used to define each point. The minimum number of photos per tie point is 3 and the maximum is 19. The average number of photos observing a tie point is 5.

[Reprojection Error](#)

Nota. Elaboración propia.

Figura 76

Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume



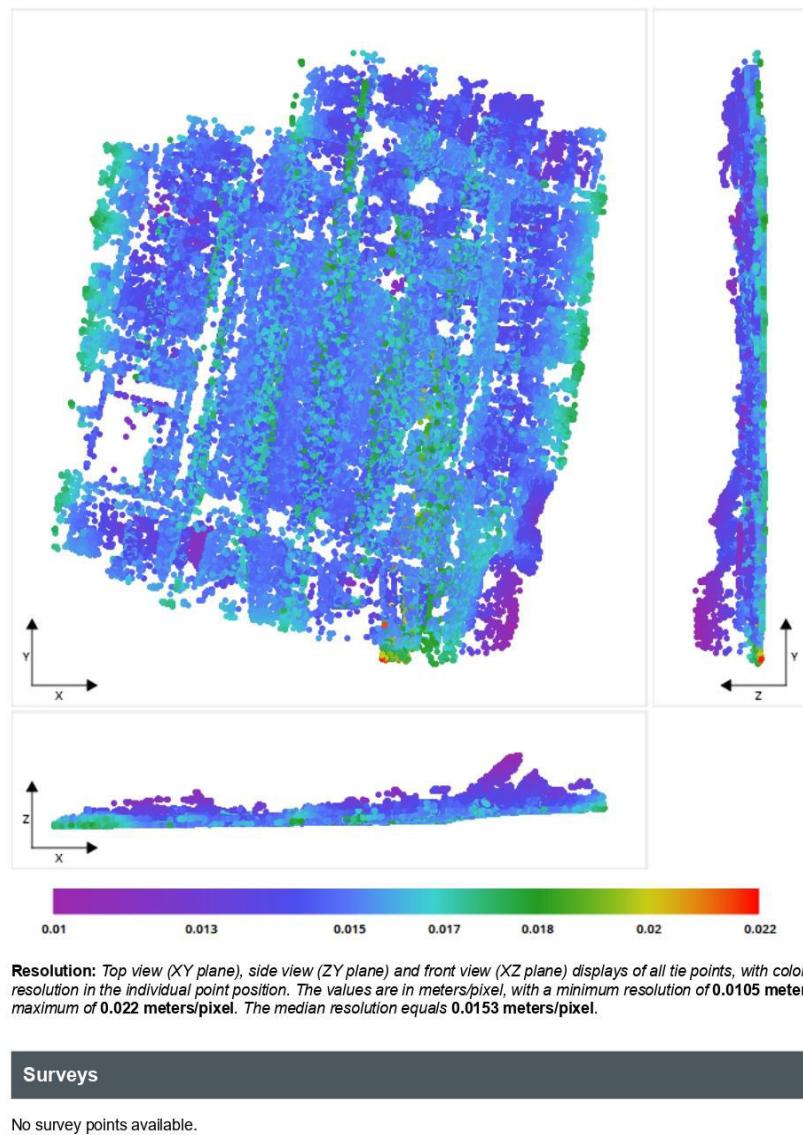
Reprojection Errors per Tie Point: Top view (XY plane), side view (ZY plane) and front view (XZ plane) displays of all tie points, with colors representing the reprojection error in pixels. The minimum reprojection error is 0.01 pixels and the maximum is 1.80 pixels. The average reprojection error is 0.42 pixels.

Tie Point Resolution

Nota. Elaboración propia.

Figura 77

Reporte de calidad proyecto vuelo Túcume



Nota. Elaboración propia.

3.5.5. Diseño estadístico

Se trabajará la muestra estadística representativa ya determinada, realizándose el planeamiento de vuelo, donde se tendrá en consideración los aspectos normativos y técnicos, colocarán puntos de control geodésico para ubicar espacialmente el área de estudio y las imágenes tomadas, realizando por cada pueblo cuatro vuelos con diferentes parámetros de altitud (50 y 100 m) y traslape (60 y 80%), como se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla 8

Parámetros de vuelo

Altura (m)	100	50
Traslape %		
60%	X	X
80%	X	X

Nota. Elaboración propia.

Con la cual se generará la información que, de una confiabilidad y mínima dispersión posible, para después aplicar las correcciones estadísticas correspondientes con la confiabilidad necesaria, para ello se utilizará software estadístico SPSS versión 29.

3.6. Análisis de datos

Las técnicas de análisis e interpretación de la información serían las herramientas estadísticas, que darán confiabilidad a los resultados obtenidos, y la información recopilada para realizar el análisis de la información que busque corroborar las hipótesis planteadas, se hará uso del software SPSS. V29.

3.6.1. Tamaño de la muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra se seleccionó una muestra piloto de 20 predios donde se haya aplicado ambos métodos de medición. Los resultados para ambos métodos se presentan en la tabla 11.

Tabla 9

Estadísticos descriptivos de una muestra piloto de 20 predios

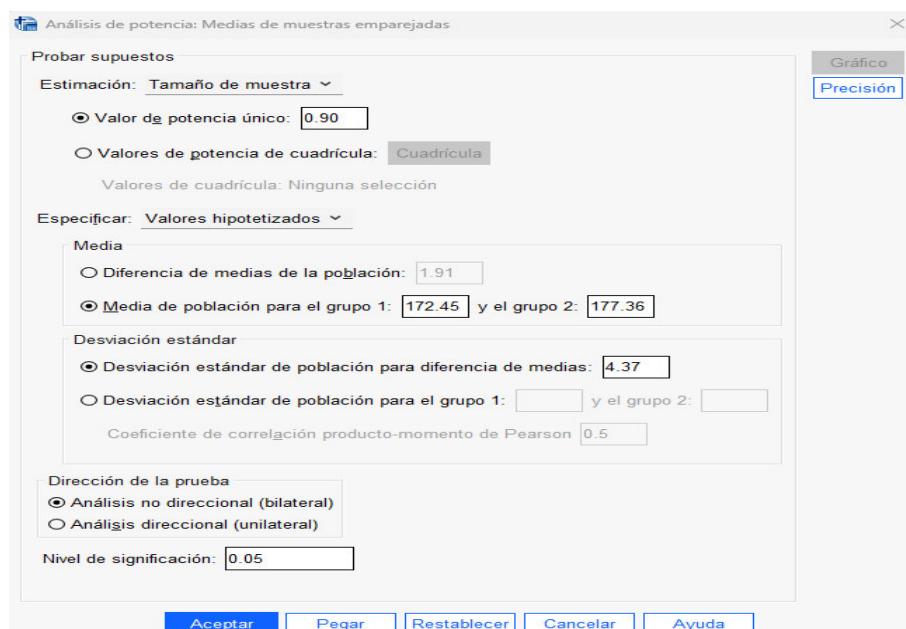
Método	Media	Desviación estandar
Tradicional	172.45	58.93
Fotogrametría y dron	177.36	63.23

Nota. Elaboración propia.

Posteriormente, haciendo uso del software estadístico SPSS V29, se calculó el tamaño de la muestra a un nivel de significancia de 0.05 y una potencia de 0.90, tal como se muestra en la figura 82.

Figura 84

Cálculo del tamaño de la muestra para la comparación de dos medias de muestra emparejadas



Nota. Elaboración propia.

La tabla 12, presenta los resultados obtenidos para el cálculo del tamaño de la muestra. Aquí se observa que a un nivel de significancia de 0.05 y una potencia de 0.9 se requiere de 11 predios que se hayan medido con ambos métodos (muestra relacionada)

Tabla 10

Cálculo del tamaño de la muestra para una prueba t pareada

N ^b	Poder Estadístico Teórico	Supuestos de la Prueba				Sig.
		Poder Estimado	Desv. Est. ^d	Tamaño del Efecto		
		4.37	1.124	0.05		
Test para la diferencia de Medias ^a	11	0.918	0.9			

- a. Prueba bilateral.
- b. Número de pares.
- c. Basada en la distribución t no central.
- d. Desviación estándar de la diferencia de medias.

Nota. Elaboración propia.

Sin embargo, con la finalidad de aumentar la potencia de la prueba se seleccionaron un total de 13 predios de manera aleatoria, logrando una potencia de 0.96, tal como se verifica en la

Tabla 13

Potencia de la prueba calculada para una muestra de 13 predios

Poder Estadístico	Test Assumptions				
	N ^c	Desv. Est. ^d	Tamaño del Efecto	Sig.	
Test para la diferencia de Medias ^a	0.960	13	4.37	1.124	0.05

- a. Prueba bilateral.
- b. Basada en la distribución t no central.
- c. Número de pares.
- d. Desviación estándar de la diferencia de medias.

Nota. Elaboración propia.

3.6.2. Estrategia

Para poder establecer los procedimientos que permitan obtener los datos y verificar la hipótesis planteada y solucionar el problema, se propone el uso de la tecnología de fotogrametría digital y drones para el levantamiento de información gráfica en 3D, que permita elaborar los planos y memorias descriptivas muy rápidamente, aumentando la cantidad de planos elaborados en el menor tiempo posible, lo cual impacta directamente en los costos del proceso.

3.6.2.1. Indicadores:

A. Indicadores de la hipótesis principal.

- Viabilidad de elaborar fábricas masivas con el método planteado.

B. Indicadores de la hipótesis secundaria.

- Predios levantados por día.
- Traslape entre fotografías.
- Altura de vuelo.
- Planos elaborados por día.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de los resultados

En el piloto realizado el año 2004, se realizaron trabajos de levantamiento de los predios

seleccionados, con el método directo, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 11

Trabajos de levantamiento de los predios

POSESIÓN INFORMAL	PREDIO	MANZANA	LOTE	DISTRITO	PROVINCIA	TERRENO						CONSTRUCCIÓN				TOTAL AREA CONSTRUIDA		
						FRENTE	DERECHA	IZQUIERDA	FONDO	AREA	1°	2°	3°	4°	ALEROS			
ASENTAMIENTO HUMANO CLORINDA MALAGA	P01177518	E	3	COMAS	LIMA	10	25.15	25	10.2	253.2	122.71	129.18	0.00	0.00	2.82	254.71		
	P01177523	E	8	COMAS	LIMA	10	17.6	26.95	13.15	215.4	137.47	211.62	0.00	0.00	14.89	423.98		
	P01177527	E	12	COMAS	LIMA	10.05	24.95	24.9	10.2	252.3	176.79	176.79	0.00	0.00	2.43	356.01		
	P01177540	G	3	COMAS	LIMA	9.95	25	25.15	10.05	250.7	105.93	52.48	0.00	0.00	0.00	158.41		
	P01177548	H	1	COMAS	LIMA	9.85	11.1	19.75	18.75	201.1	192.78	185.57	47.72	0.00	2.70	428.77		
	P01177563	H	16	COMAS	LIMA	9.65	24.9	24.3	9.05	229.4	64.67	128.06	96.16	0.00	6.76	295.65		
	P01281669	H	19A	COMAS	LIMA	3.95	24.75	19.8	6.45	100.41	30.69	49.89	47.06	0.00	0.70	128.34		
	P01177578	J	10	COMAS	LIMA	9.85	24.8	25	10	247.1	157.20	0.00	0.00	0.00	0.00	157.20		
	P01310496	J	6A	COMAS	LIMA	5.9	10.05	10.1	6	59.9	59.90	62.62	0.00	0.00	4.13	126.65		
	P01310497	J	6B	COMAS	LIMA	6	10.1	10.1	5.9	60.1	56.54	60.74	0.00	0.00	4.20	121.48		
	P01177580	K	2	COMAS	LIMA	9.85	25	24.95	10	249	211.28	219.21	138.15	4.70	21.49	594.83		
	P01177585	K	7	COMAS	LIMA	10.03	23.9	23.5	10.15	239.1	121.42	46.47	0.00	0.00	9.75	177.64		
	P01177586	K	8	COMAS	LIMA	5.125	12.18	12.18	4.95	60.4	80.34	42.10	0.00	0.00	5.30	127.74		
	P01177588	K	10	COMAS	LIMA	4.8	23.5	23.45	4.9	113.8	106.05	109.65	109.65	0.00	4.80	330.15		
	P01310498	K	6A	COMAS	LIMA	5.8	10.05	10.1	6.1	59.9	59.17	54.83	0.00	0.00	4.34	118.34		
	P01310499	K	6B	COMAS	LIMA	9.15	10.1	10.5	8.9	91.3	59.63	63.39	0.00	0.00	3.76	126.78		
	P01177735	U	3	COMAS	LIMA	11.8	25	25	11.7	293.7	188.71	261.85	146.73	0.00	0.00	597.29		
	P01177736	U	4	COMAS	LIMA	12	25	25	11.9	298.7	199.92	0.00	0.00	0.00	4.13	204.05		
	P01177737	U	5	COMAS	LIMA	11.95	25	25	11.85	297.3	195.38	8.06	0.00	0.00	8.44	211.88		
	P01177740	U	8	COMAS	LIMA	12.1	25	25	12.7	310.0	274.68	270.70	0.00	0.00	0.00	545.38		
	P01177741	U	9	COMAS	LIMA	12.4	25	25	12.85	315.5	163.66	143.33	27.51	0.00	0.00	334.50		
	P02512824	W	22A	COMAS	LIMA	5.15	21.7	8.75	13.15	35.1	95.7	58.12	84.42	0.00	0.00	3.12	145.66	
	P01177842	B1	6	COMAS	LIMA	9.8	27.55	25.95	9.95	261.7	125.92	0.00	0.00	0.00	0.00	125.92		
	P01177843	U1	1	COMAS	LIMA	11.75	20.05	20.15	11.9	237.7	215.31	114.42	0.00	0.00	37.28	367.01		
	P01177844	U1	4	COMAS	LIMA	12.25	20.1	20.05	11.9	242.1	200.30	137.74	0.00	0.00	8.92	346.96		
	P01177847	U1	5	COMAS	LIMA	11.9	20.05	19.95	12.15	240.2	177.53	145.79	0.00	0.00	8.92	332.24		
	P01177849	U1	7	COMAS	LIMA	14.6	19.2	17.9	14.45	269.2	229.89	176.78	0.00	0.00	21.19	427.86		
	P01177850	U1	3A	COMAS	LIMA	5.9	20.1	20.1	6	119.5	194.34	201.51	0.00	0.00	7.17	403.02		
	P01177873	Z1	6	COMAS	LIMA	10.05	23	23.25	25.45	10.2	238	86.13	99.63	0.00	0.00	10.46	196.22	
PUEBLO TRADICIONAL DE TUCUME	P10053057	7	16	TUCUME	LAMBAYEQUE	6.3	23.5	23.24	6.15	145.4	136.9	78.8	0	0	3.15	218.84		
	P10053059	7	18	TUCUME	LAMBAYEQUE	10.5	22.97	26.57	5.41.4	252.9	180.2	0	0	0	0	180.23		
	P10053062	7	21	TUCUME	LAMBAYEQUE	5.63	25.88	25.59	4.9	135.4	114	0	0	0	0	114.04		
	P10053083	8	7	TUCUME	LAMBAYEQUE	5.8	39.6	39.65	7.15	256.4	153.3	102.21	0	0	4.14	259.49		
	P10053086	8	11	TUCUME	LAMBAYEQUE	5.6	5.75	23.45	4.85	246.6	5.2	207.6	159.2	116.65	0	0.4.43	280.23	
	P10053093	8	24	TUCUME	LAMBAYEQUE	5.55	34.45	34.65	6.5	208	119.9	0	0	0	0	119.88		
	P10053103	8	26	TUCUME	LAMBAYEQUE	4.1	34.7	34.75	4.35	146.7	76.11	67.38	0	0	0	0	143.49	
	P10053186	14	11	TUCUME	LAMBAYEQUE	7.75	4.8.75	7.75	22.2	22.2	5.78.5	258.7	157.3	80.14	0	0	0	237.43
	P10053187	14	12	TUCUME	LAMBAYEQUE	5.9	22.2	21.95	5.7	128	111.6	28.07	0	0	3.96	143.60		
	P10053192	14	18	TUCUME	LAMBAYEQUE	5.25	39.6	39.45	5.5	214.3	97.81	0	0	0	2.71	99.91		
CENTRO POBLANDO COMITÉ VECINAL BARRIO MIRAFLORES	P10053200	15	3	TUCUME	LAMBAYEQUE	6.7	37.05	38.9	17.28	22.3	150.5	58.6	0	0	3.34	212.43		
	P10053755	46	2	TUCUME	LAMBAYEQUE	5.35	29.51	29.55	5.1	154.2	70.03	0	0	0	0	70.03		
	P19016412	168	9	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	36.3	47.7	47.35	36.6	173.2	328.98	0.00	0.00	0.00	0.00	328.98		
	P19016413	168	1A	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	10	31.5	31.5	10	314.9	90.86	0.00	0.00	0.00	0.00	90.86		
	P19016414	168	1B	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	10	31.5	31.5	10	314.9	66.99	0.00	0.00	0.00	0.00	66.99		
	P19016463	173	1A	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	10	31.5	31.5	10	315	110.43	0.00	0.00	0.00	0.00	110.43		
	P19016463	173	1B	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	2	31.5	31.5	3	63	94	0.00	0.00	0.00	0.00	63.94		
	P19016470	173	1C	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	10	31.5	31.5	10	315	74.58	0.00	0.00	0.00	0.00	74.58		
	P19016471	173	1D	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	31	40	30.2	10	1260	185.10	0.00	0.00	0.00	0.00	185.10		
	P19016513	178	6	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	8.9	22.5	22.5	8.9	200.2	58.58	0.00	0.00	0.00	0.00	58.58		
PUEBLO JUVENIL VILLA EL SALVADOR SECTOR PRIMERO GRUPO RESIDENCIAL 12	P19016524	179	7	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	8.9	22.5	22.5	8.9	200.2	88.00	0.00	0.00	0.00	0.00	88.00		
	P19016531	179	9	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	8.9	22.5	22.5	8.9	200.2	61.04	53.24	0.00	0.00	0.00	0.00	114.28	
	P19016532	179	10	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	8.9	22.5	22.5	8.9	200.2	61.04	53.24	0.00	0.00	0.00	0.00	114.28	
	P30080117	A	10	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	312.55	52.48	0.00	0.00	0.00	0.00	165.03	
	P30080144	C	2	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	301.54	99.80	0.00	0.00	0.00	0.00	201.34	
	P30044040	C	18	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	317.29	117.29	28.98	0.00	0.00	0.00	0.00	263.56
	P30080159	D	5	VILLA EL SALVADOR	LIMA	9.75	20	20	9.5	190	352.66	156.53	59.43	0.00	0.00	0.00	0.00	368.62
	P30044411	D	17	VILLA EL SALVADOR	LIMA	9.5	20	20	9.5	190	362.02	0.00	0.00	0.00	0.00	162.02		
	P30044412	E	1	VILLA EL SALVADOR	LIMA	9.5	20	20	9.5	190	347.65	147.65	86.91	34.06	0.00	0.00	416.27	
	P30044723	E	5	VILLA EL SALVADOR	LIMA	9.5	20	20	9.5	190	352.68	149.12	0.00	0.00	0.00	0.00	301.80	
	P30080183	E	16	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	99.83	95.32	0.00	0.00	0.00	0.00	195.15	
	P30080184	E	17	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	143.52	137.66	0.00	0.00	0.00	0.00	281.18	
	P30080194	F	6	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	90.64	0.00	0.00	0.00	0.00	90.64		
	P30044416	F	7	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	91.22	72.20	0.00	0.00	0.00	0.00	163.42	
	P30080198	F	12	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	101.10	70.53	0.00	0.00	0.			

4.1.1. Resultados con fotogrametría y dron

Entre enero y febrero del año 2024, se realizaron los vuelos de los pueblos ubicados en las ciudades de Túcume, Lima y Pucallpa, obteniéndose imágenes que fueron procesadas con el software contex capture, para determinar las áreas construidas de los predios al presente año. Obteniéndose la data siguiente:

Tabla 12

Imágenes que fueron procesadas con el software contex capture

POSESIÓN INFORMAL	PREDIO	ANZA NALOTE	DISTRITO	PROVINCIA	TERRENO					CONSTRUCCIÓN					TOTAL AREA CONSTR.		
					FRENTE	ERECH	ZQUIERD	OND	AREA	1°	2°	3°	4°	5°	ALER		
ASENTAMIENTO HUMANO CLORINDA MALAGA	P01177517	E 2	COMAS	LIMA	10	24.9	25.15	10	250.2	-	-	-	-	-	-		
	P01177518	E 3	COMAS	LIMA	10	25.15	25	10.2	253.2	138	124.96	38.44	-	-	2.89		
	P01177523	E 8	COMAS	LIMA	10	17.6	26.95	13.15	215.4	197.32	197.32	79.67	-	-	28.18	502.49	
	P01177527	E 12	COMAS	LIMA	10.05	24.95	24.9	10.2	252.3	194.90	189.59	189.59	-	-	4.86	578.94	
	P01177546	G 3	COMAS	LIMA	9.95	25	25	10.05	250	202.00	-	-	-	-	-	202.00	
	P01177547	H 1	COMAS	LIMA	9.35	14.1	19.55	10.75	201.1	174.74	198.36	85.70	85.70	-	29.45	505.95	
	P01177563	H 16	COMAS	LIMA	9.65	24.9	24.3	9.05	239.4	67.03	125.89	166.44	216.78	160.76	20.27	757.7	
	P01281666	H 19A	COMAS	LIMA	3.95	24.75	19.8	6.45	100.41	31.19	63.23	60.71	-	-	0.70	155.83	
	P01177578	J 10	COMAS	LIMA	9.85	24.8	25	10	247.1	208.79	-	-	-	-	-	208.79	
	P01310496	J 6A	COMAS	LIMA	5.9	10.05	10.1	6	59.9	59.95	59.95	-	-	-	4.13	124.03	
	P01310497	J 6B	COMAS	LIMA	6	10.1	10.1	5.9	60.1	56.53	56.53	-	-	-	8.40	172.99	
	P01177580	K 2	COMAS	LIMA	9.85	25.25	24.95	10	249	244.43	247.19	222.88	146.52	-	66.67	927.69	
	P01177583	K 7	COMAS	LIMA	10.03	23.9	23.5	10.15	239.1	134.97	42.58	-	-	-	10.78	188.33	
	P01177586	K 8	COMAS	LIMA	5.125	12.18	12.18	4.95	60.4	65.31	65.31	-	-	-	7.96	203.89	
	P01177588	K 10	COMAS	LIMA	4.8	23.5	23.45	4.9	113.8	106.93	106.93	106.93	106.93	106.93	14.39	459.79	
	P01310498	K 6A	COMAS	LIMA	5.8	10.05	10.1	6.1	59.9	58.93	59.88	59.88	22.94	-	8.68	210.31	
	P01310499	K 6B	COMAS	LIMA	9.15	10.1	10.15	8.9	91.3	91.30	60.29	60.29	25.35	9.98	307.50		
	P01251284	L 5	COMAS	LIMA	10	25	24.8	9.9	247.7	216.65	173.08	84.11	3.61	-	4.90	482.35	
	P01177735	U 3	COMAS	LIMA	11.8	25	25	11.7	293.7	212.87	293.70	175.59	-	-	-	682.16	
	P01177736	U 4	COMAS	LIMA	12	25	25	11.9	298.7	248.65	108.64	108.64	-	-	-	465.93	
	P01177737	U 5	COMAS	LIMA	11.95	25	25	11.85	297.3	211.38	211.38	-	-	-	8.43	431.19	
	P01177740	U 8	COMAS	LIMA	12.1	25	25	12.7	310.0	274.41	274.41	-	-	-	-	548.82	
	P01177743	U 9	COMAS	LIMA	12.4	25	25	12.85	315.5	182.08	231.92	29.66	-	-	-	443.66	
	P01251284	W 22A	COMAS	LIMA	5.15	21.7	8.75	13.35	19.5	54.93	76.33	-	-	-	6.23	213.82	
	P01177842	BL 6	COMAS	LIMA	9.8	27.55	25.95	9.95	261.1	123.31	-	-	-	-	-	123.31	
	P01177843	U 1	COMAS	LIMA	11.65	20.15	20.15	1.05	237.7	122.34	222.34	-	-	-	74.77	170.54	
	P01177845	U 4	COMAS	LIMA	11.25	20.1	20.05	11.9	242.1	220.36	158.43	-	-	-	9.15	387.4	
	P01177847	U 5	COMAS	LIMA	11.0	20.05	19.95	13.15	240.3	176.13	176.13	-	-	-	8.01	361.17	
	P01177848	U 7	COMAS	LIMA	14.6	19.2	17.9	14.45	269.2	238.88	162.18	-	-	-	19.27	420.33	
	P01177850	U 1-3A	COMAS	LIMA	5.9	20.1	20.1	6	238.5	187.66	187.66	-	-	-	7.17	382.49	
	P01177873	Z1 6	COMAS	LIMA	10.05	23.25	25	10.2	238	88.01	91.97	-	-	-	10.47	190.45	
	P10053057	7 16	TUCUME	LAMBAYEQUE	6.3	23.5	23.24	6.15	145.4	154.40	99.86	-	-	-	3.15	257.41	
	P10053055	7 18	TUCUME	LAMBAYEQUE	10.5	22.97	26.57	5.41.4	252.9	238.47	-	-	-	-	-	238.47	
	P10053062	7 21	TUCUME	LAMBAYEQUE	5.63	25.88	25.59	4.9	135.4	124.70	-	-	-	-	-	124.70	
	P10053083	8 7	TUCUME	LAMBAYEQUE	5.8	39.6	39.65	7.15	256.4	196.08	100.98	-	-	-	4.14	301.20	
	P10053086	8 11	TUCUME	LAMBAYEQUE	5.6	5.75	23.45	4.85	24.6	5.2	207.6	156.74	114.29	-	-	4.39	275.42
	P10053099	8 24	TUCUME	LAMBAYEQUE	5.55	34.55	34.65	6.5	208	131.65	-	-	-	-	-	263.30	
	P10053103	8 26	TUCUME	LAMBAYEQUE	4.1	34.7	34.75	4.35	146.7	132.78	75.60	-	-	-	2.05	210.43	
	P10053186	14 11	TUCUME	LAMBAYEQUE	7.75	4.8	8.75	7	22.8	15.85	15.85	-	-	-	-	302.42	
	P10053187	14 12	TUCUME	LAMBAYEQUE	5.9	22.2	21.95	5.7	128	128.00	128.00	-	-	-	3.95	259.95	
	P10053193	14 18	TUCUME	LAMBAYEQUE	5.35	39.5	39.45	5.5	214.1	92.45	-	-	-	-	-	92.45	
	P10053206	15 3	TUCUME	LAMBAYEQUE	6.7	37.05	8.9	1.7	222.3	189.88	62.18	-	-	-	3.34	255.40	
	P10053755	46 2	TUCUME	LAMBAYEQUE	5.35	29.51	29.55	5.1	154.2	154.20	-	-	-	-	-	154.20	
	P19016412	168 9	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	36.3	47.7	47.35	36.6	173.2	338.28	-	-	-	-	-	338.28	
	P19016413	168 1A	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	30	31.5	31.5	10	314.9	205.34	-	-	-	-	-	205.34	
	P19016414	168 1B	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	31	31.5	31.5	10	314.9	158.12	-	-	-	-	-	158.12	
	P19016449	173 4A	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	31.5	31.5	31.5	10	315	188.89	-	-	-	-	-	262.84	
	P19016465	173 18	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	31	31.5	31.5	10	315	299.49	-	-	-	-	-	299.49	
	P19016476	173 1C	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	31	31.5	31.5	10	315	181.41	-	-	-	-	-	181.41	
	P19016513	176 6	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	31.1	40	30.2	10	33	1260	186.70	-	-	-	-	-	186.70
	P19016525	179 7	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	8.9	22.5	22.5	8.9	200.2	59.16	-	-	-	-	-	59.16	
	P19016531	179 9	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	8.9	22.5	22.5	8.9	200.2	87.97	-	-	-	-	-	87.97	
	P19016532	179 10	YARINACOCHA	CORONEL PORTILLO	8.9	22.5	22.5	8.9	200.2	76.61	52.99	-	-	-	-	-	129.60
	P03008117	A 10	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	126.45	126.45	122.40	36.45	-	-	-	411.75
	P03008184	B 9	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	135.80	135.80	135.80	128.80	-	-	-	536.20
	P03008144	C 2	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	118.65	102.65	102.65	102.65	-	-	-	426.60
	P03004404	C 18	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	137.24	134.40	134.40	134.40	-	-	-	540.44
	P03008157	D 5	VILLA EL SALVADOR	LIMA	9.5	20	20	9.5	190	181.71	172.81	172.81	79.03	-	-	-	606.36
	P03004413	D 17	VILLA EL SALVADOR	LIMA	9.5	20	20	9.5	190	190	190	190	97.12	-	-	-	667.12
	P03004412	E 1	VILLA EL SALVADOR	LIMA	9.5	20	20	9.5	190	170.36	147.65	103.10	85.59	-	-	-	506.70
	P03004723	E 5	VILLA EL SALVADOR	LIMA	9.5	20	20	9.5	140	122.37	95.10	52.79	-	-	-	-	270.26
	P03008184	E 17	VILLA EL SALVADOR	LIMA	9.5	20	20	9.5	190	181.10	181.10	181.10	181.10	106.79	-	-	831.19
	P03008194	F 6	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	90.65	-	-	-	-	-	90.65	
	P03004416	F 7	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	124.53	124.53	58.13	-	-	-	-	307.19
	P03008198	F 12	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	115.81	103.33	103.10	-	-	-	-	246.45
	P03008202	F 14	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	124.05	124.05	134.45	134.05	-	-	-	420.40
	P03008236	G 14	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	140.00	140.00	140.00	139.00	-	-	-	559.00
	P03008236	H 14	VILLA EL SALVADOR	LIMA	7	20	20	7	140	140.00	137.55	113.75	90.80	-			

4.1.2. Data a trabajar

Se analiza la información recabada, ya que desde el año 2004 al año 2024, hubo modificaciones en las áreas de construidas, información relevante para ser una comparación correcta, trabajando con la información siguiente:

Tabla 13

Información recabada, ya que desde el año 2004 al año 2024

POSESIÓN INFORMAL	PREDIO	MANZANA	LOTE	DISTRITO	PROVINCIA	OBSERVACIÓN
ASENTAMIENTO HUMANO CLORINDA MÁLAGA	P01177523	E	8	COMAS	LIMA	Primer y segundo piso construido total del área
	P01177527	E	12	COMAS	LIMA	Primer y segundo piso construido total del área
	P01177548	H	1	COMAS	LIMA	Primer y segundo piso construido total del área
	P01177578	J	10	COMAS	LIMA	Primer piso construido en su totalidad
	P01310496	J	6A	COMAS	LIMA	Primer y segundo piso construido total del área
	P01310497	J	6B	COMAS	LIMA	Primer y segundo piso construido total del área
	P01177580	K	2	COMAS	LIMA	Primer y segundo piso construido total del área
	P01310498	K	6A	COMAS	LIMA	Primer y segundo piso construido total del área
	P01310499	K	6B	COMAS	LIMA	Primer y segundo piso construido total del área
	P01177740	U	8	COMAS	LIMA	Primer y segundo piso construido total del área
	P01177843	U1	1	COMAS	LIMA	Primer piso construido en su totalidad
	P01177846	U1	4	COMAS	LIMA	Primer piso construido en su totalidad
	P01177847	U1	5	COMAS	LIMA	Primer piso construido en su totalidad
	P01177849	U1	7	COMAS	LIMA	Primer piso construido en su totalidad
	P01177850	U1	3A	COMAS	LIMA	Primer y segundo piso construido total del área
PUEBLO TRADICIONAL DE TUCUME	P10053062	7	21	TUCUME	LAMBAYEQUE	Primer piso construido en su totalidad
	P10053086	8	11	TUCUME	LAMBAYEQUE	Primer piso construido en su totalidad
	P10053187	14	12	TUCUME	LAMBAYEQUE	Primer piso construido en su totalidad
	P03008117	A	10	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer y Segundo piso construido en su totalidad
PUEBLO JOVEN VILLA EL SALVADOR SECTOR PRIMERO GRUPO RESIDENCIAL 12	P03004404	C	18	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer y Segundo piso construido en su totalidad
	P03008157	D	5	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer y Segundo piso construido en su totalidad
	P03004411	D	17	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer piso construido en su totalidad
	P03004412	E	1	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer y Segundo piso construido en su totalidad
	P03004723	E	5	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer y Segundo piso construido en su totalidad
	P03008184	E	17	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer y Segundo piso construido en su totalidad
	P03004416	F	7	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer piso construido en su totalidad
	P03008202	F	18	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer y Segundo piso construido en su totalidad
	P03008264	I	21	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer y Segundo piso construido en su totalidad
	P03008282	J	17	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer y Segundo piso construido en su totalidad
	P03004434	K	22	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer y Segundo piso construido en su totalidad
	P03004435	K	23	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer, Segundo y Tercer piso construido en su totalidad
	P03008308	L	4	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer piso construido en su totalidad
	P03008316	L	15	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer piso construido en su totalidad
	P03001928	L	16	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer piso construido en su totalidad
	P03004440	M	1	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer y Segundo piso construido en su totalidad
	P03008355	N	20	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Los lotes se acumularon, primer y segundo piso construido en su totalidad
	P03008356	N	21	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer y Segundo piso construido en su totalidad
	P03008369	O	11	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer y Segundo piso construido en su totalidad
	P03004716	O	12	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer piso construido en su totalidad
	P03008393	P	18	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer y Segundo piso construido en su totalidad
	P03008398	P	24	VILLA EL SALVADOR	LIMA	Primer piso construido en su totalidad

Nota. Elaboración propia.

4.2. Resultados estadísticos

Se evaluaron un total de 13 predios tanto con el método tradicional como con el método de Fotogrametría y dron, de los cuales el 69.2% corresponden al Asentamiento Humano (AH) Clorinda Málaga ubicado en el distrito de Comas en Lima Metropolitana; 7.7% de los predios

corresponden al Pueblo Tradicional de Túcume distrito ubicado en la Provincia de Lambayeque; y finalmente, 23.1% corresponden a predios ubicados en el Pueblo Joven (PPJJ) sector primero grupo residencial 12 en el distrito de Villa el Salvador. Tabla 14.

Tabla 14

Distribución de predios según localidad

Localidad	Frecuencia	Porcentaje
AH Clorinda Málaga	9	69.2
Pueblo Tradicional Túcume	1	7.7
PPJJ VES Sector Primero Grupo	3	23.1
Residencial 12		
Total	13	100.0

Nota. Elaboración propia.

Para identificar diferencias estadísticamente significativas se tomaron mediciones acerca del área construida en el primer y segundo piso.

En primer lugar, se realizó la comparación del área construida en el primer piso; la tabla 15 presenta los estadísticos descriptivos obtenidos aplicando los dos métodos: el tradicional y el de fotogrametría y dron. El promedio obtenido para el área construida medida con el método tradicional fue de 271.13 ± 126.65 , mientras que el promedio obtenido con la fotogrametría y dron fue de 419.90 ± 188.92 .

Tabla 15

Estadísticos descriptivos del área construida en el primer piso obtenida por ambos métodos: el tradicional y el de fotogrametría y Dron

Área Construida Primer Piso	Muestra	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Mediana
Método Tradicional	13	56.54	274.68	151.54	65.49	159.15

Fotogrametría y dron	13	56.53	274.41	153.45	66.59	156.74
----------------------	----	-------	--------	--------	-------	--------

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 18, se presenta el resultado de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk dado que se tienen 13 datos. Como se observa en ella, el área construida para el primer piso presenta distribución normal tanto para los valores obtenidos mediante el método tradicional ($p = 0.484$); así como, con los valores obtenidos mediante la fotogrametría, y dron ($p = 0.434$).

Tabla 16

Prueba de normalidad de Shapiro Wilk aplicada al área construida en el primer piso

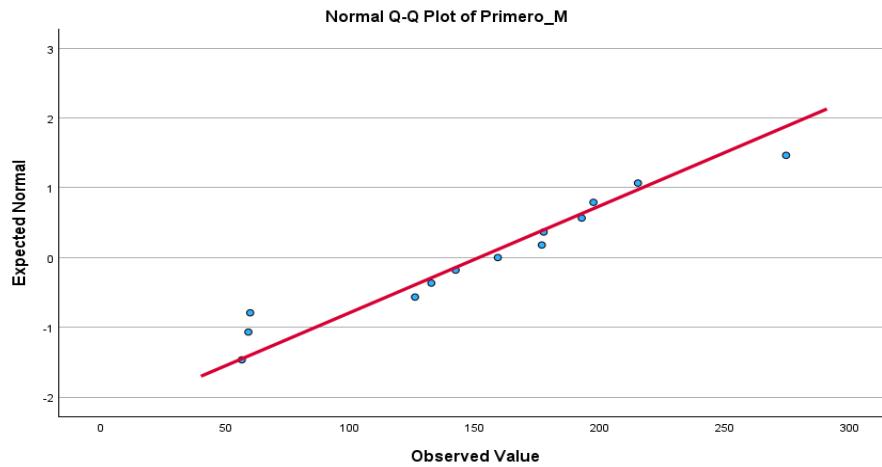
Prueba de Normalidad	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Método Tradicional	0.942	13	0.484
Fotogrametría y dron	0.938	13	0.434

Nota. Elaboración propia.

La figura 85 se presenta el gráfico Cuartil – Cuartil de la distribución normal para el área construida del primer piso obtenida mediante el método tradicional; aquí se observa que la distribución de estos datos es aproximadamente normal.

Figura 78

Gráfico cuartil – Cuartil de la distribución normal para el área construida en el primer piso aplicando el método tradicional

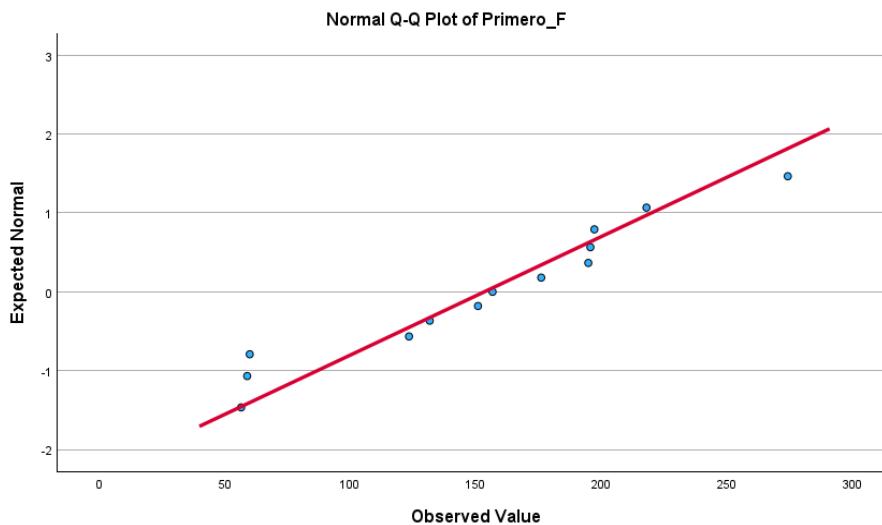


Nota. Elaboración propia.

Del mismo modo, en la figura 86, presenta el gráfico Cuartil – Cuartil de la distribución normal para el área construida del primer piso obtenida mediante la fotogrametría y dron; aquí se observa que la distribución de estos datos es aproximadamente normal.

Figura 79

Gráfico cuartil – Cuartil de la distribución normal para el área construida en el primer



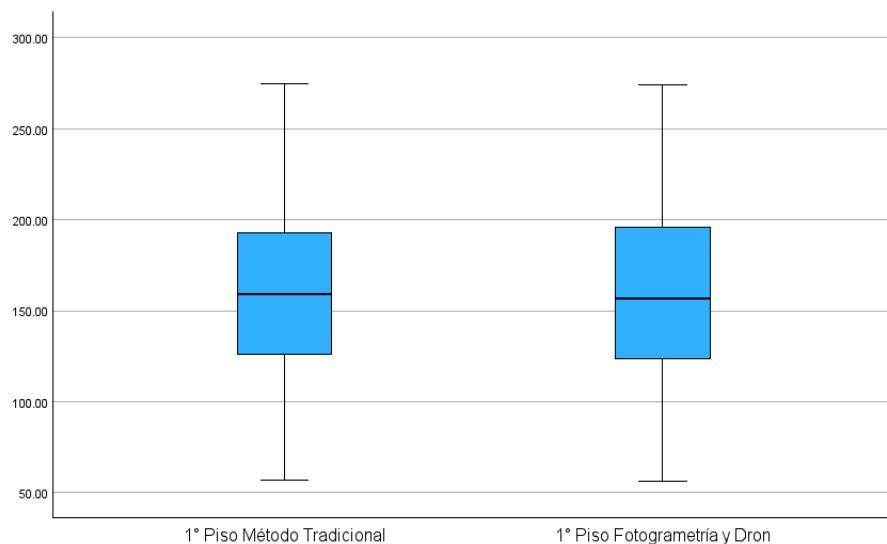
Nota. Elaboración propia.

En la figura 87 se presenta la comparación de la distribución de los valores obtenidos mediante los dos métodos haciendo uso del diagrama de cajas. Aquí observamos que la distribución de los datos con ambos métodos no presenta datos atípicos, además se observa que las medianas obtenidas con ambos métodos de medición son similares.

Figura 80

Gráfico de cajas para el área construida en el primer piso obtenida mediante los dos métodos:

Método tradicional y el método de fotogrametría y Dron



Nota. Elaboración propia.

Con la finalidad de comprobar si la igualdad observada al comparar los dos métodos es estadísticamente significativa se utilizó la prueba t para una muestra pareada, dado que los valores obtenidos con ambos métodos de medición presentan distribución normal.

Al aplicar la prueba t para una muestra pareada se observa, a un nivel de significancia de 0.05, que no existen diferencias entre los valores obtenidos mediante el método tradicional en comparación con los valores obtenidos mediante el método de fotogrametría y dron, siendo mayores los valores obtenidos mediante este segundo método ($p = 0.249$).

Tabla 17

Prueba t para una muestra pareada comparando los valores del área construida en el primer piso obtenidos mediante los dos métodos: método tradicional y el método de fotogrametría y Dron

Método	Diferencias Pareadas				t	gl	p valor			
	Media	Desviación Estándar	IC95% de la diferencia							
			Inferior	Superior						
Tradicional	-1.90846	5.68405	-5.34330	1.52638	-1.211	12	0.249			
—Fotogrametría y dron										

Nota. Elaboración propia.

La tabla 18 presenta los estadísticos descriptivos obtenidos de los valores del segundo piso aplicando los dos métodos: el tradicional y el de fotogrametría y dron. El promedio obtenido para el segundo piso medida con el método tradicional fue de 131.18 ± 68.43 , mientras que el promedio obtenido con la fotogrametría y dron fue de 145.45 ± 70.63 .

Tabla 21

Estadísticos descriptivos de los valores obtenidos en las mediciones del segundo piso con ambos métodos: el tradicional y el de fotogrametría y Dron

Segundo Piso	Muestra	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar	Mediana
Método Tradicional	13	36.37	270.70	131.18	68.43	132.49
Fotogrametría y dron	13	56.53	274.41	145.45	70.63	136.74

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 20, se presenta el resultado de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk dado que se tienen 13 predios. Como se observa en ella, los valores obtenidos para el segundo piso presentan distribución normal mediante el método tradicional ($p = 0.281$); mientras que

con los valores obtenidos mediante la fotogrametría y dron también se observa una distribución normal ($p = 0.220$).

Tabla 22

Prueba de normalidad de Shapiro – Wilk aplicada a los valores obtenidos para el segundo piso

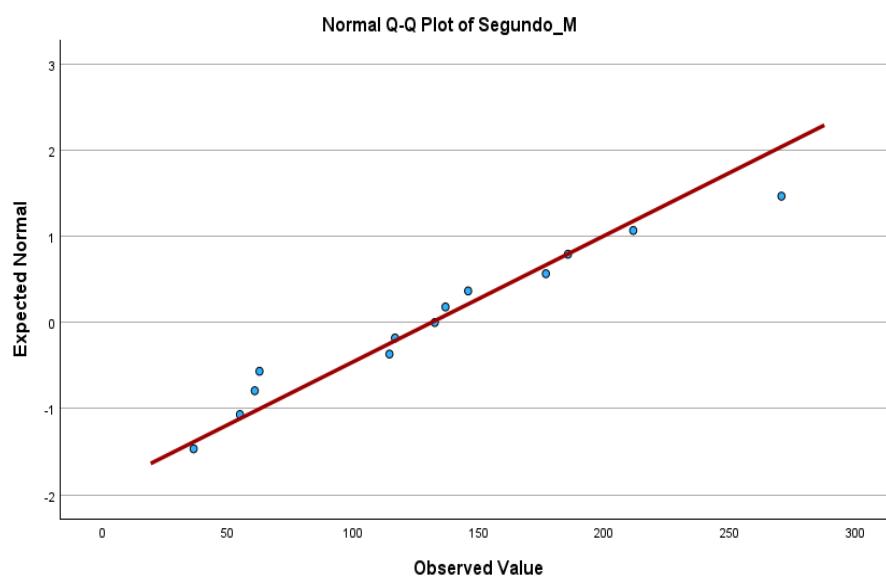
Prueba de Normalidad	Statistic	Shapiro Wilk	
		df	Sig.
Método Tradicional	0.956	13	0.698
Fotogrametría y dron	0.930	13	0.342

Nota. Elaboración propia.

La figura 88 se presenta el gráfico Cuartil – Cuartil de la distribución normal para el área construida del segundo piso obtenida mediante el método tradicional; aquí se observa que la distribución de estos datos es aproximadamente normal.

Figura 88

Gráfico cuartil – Cuartil de la distribución normal para el área construida en el segundo piso aplicando el método tradicional

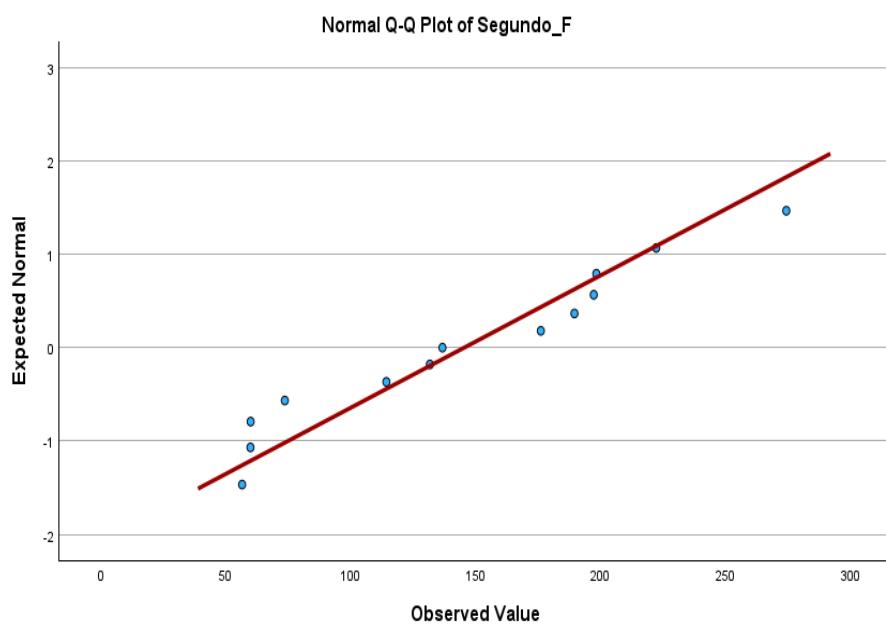


Nota. Elaboración propia.

Del mismo modo, en la figura 89 se presenta el gráfico Cuartil – Cuartil de la distribución normal para el área construida del segundo piso obtenida mediante la fotogrametría y dron; aquí se observa que la distribución de estos datos es aproximadamente normal.

Figura 89

Gráfico cuartil – Cuartil de la distribución normal para el área construida en el segundo piso aplicando la fotogrametría y Dron

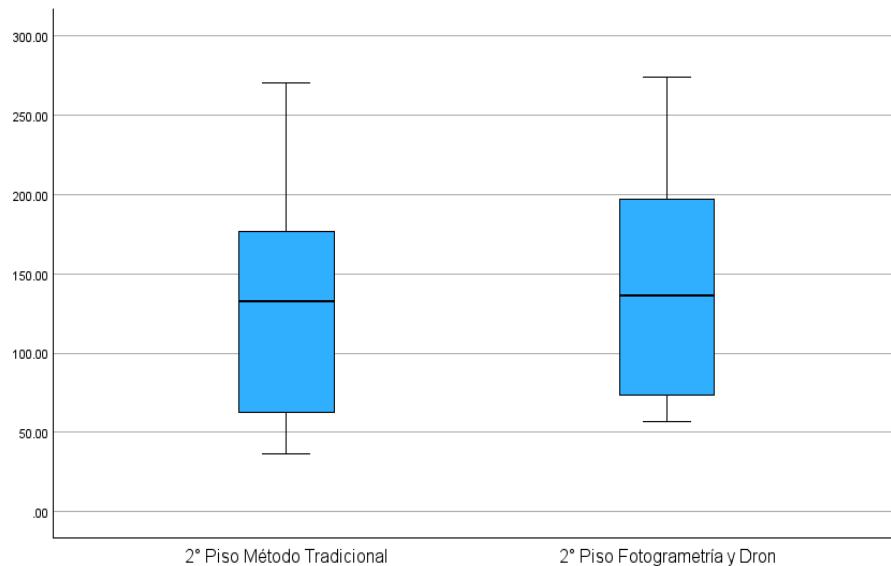


Nota. Elaboración propia.

En la figura 90 se presenta la comparación de la distribución de los valores obtenidos mediante los dos métodos haciendo uso del diagrama de cajas para los valores del segundo piso. Aquí observamos que con ambos métodos los valores no presentan datos atípicos, además se observa que el promedio obtenido mediante el método de fotogrametría es ligeramente mayor en comparación con los valores obtenidos mediante el método tradicional.

Figura 90

Gráfico de cajas para el área construida en el segundo piso obtenidos mediante los dos métodos: Método tradicional y el método de fotogrametría y Dron



Nota. Elaboración propia.

Con la finalidad de identificar si la diferencia observada al comparar los dos métodos es estadísticamente significativa se utilizó la prueba paramétrica t para una muestra pareada, dado que los valores presentan distribución normal.

Al aplicar la prueba paramétrica se observa, a un nivel de significancia de 0.05, que no existen diferencias entre los valores obtenidos mediante el método tradicional en comparación con los valores obtenidos mediante el método de fotogrametría y dron, siendo mayores los valores obtenidos mediante este segundo método ($p = 0.128$).

Tabla 23

Prueba t para una muestra pareada comparando los valores del área construida en el segundo piso obtenidos mediante los dos métodos: método tradicional y el método de fotogrametría y Dron

Método	Diferencias Pareadas					t	gl	p valor Bilateral			
	Media	Desviación Estándar	IC95% de la diferencia								
			Inferior	Superior							
Tradicional	--14.27077	31.50432	-33.3086	4.76710	-1.633	12	0.128				
- Fotogrametría y dron											

Nota. Elaboración propia.

4.3. Resultados operativos

4.3.1. Indicadores de producción obtenidos en el piloto de fábrica el año 2004

Con el método directo me medición directa, utilizado en el proyecto piloto de catastro con fines de declaratoria de fábrica realizado el año 2004, se obtuvieron indicadores de producción que se indican a continuación.

Tabla 18

Indicadores de producción para la información gráfica de declaratoria de fábrica

PUEBLOS	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	LOTES TRABAJADOS	PERSONAL	EDITORES DE PLANOS	Levantamiento de Construcción (H-H/Lote)	Edición de Planos de Arquitectura (H-H/Plano)	Edición de Planos de Ubicación / Localización (H-H/ Plano)	TOTAL (H-H/ Lote)	TOTAL (Días / Lote)	PROMEDIO (Días / Lote)
A.H. Clorinda Málaga de Prado	Comas	Lima	Lima	31			2.66	10.8	3.02	16.48	2.06	
P.J. Villa El Salvador Sector Primero Grupo Residencial 12	Villa El Salvador	Lima	Lima	35	10	6	2.57	6.88	0.53	9.98	1.25	
Pueblo Tradicional de Túcume	Túcume	Lambayeque	Lambayeque	12			1.25	3.07	0.75	5.07	0.63	
Centro Poblado Comité Vecinal Barrio Miraflores	Yarinacocha	Coronel Portillo	Ucayali	10	6	6	1.50	3.36	0.65	5.51	0.69	1.16

Nota. Elaboración propia.

Se obtuvieron los costos vinculados a los procesos de producción desarrollados en el proyecto piloto el año 2004, como se indica a continuación.

Tabla 19

Costo total para la producción de información gráfica de declaratoria de fábrica en el proyecto piloto desarrollado el año 2004

Nº	PROCESOS CATASTRO	MONTO (S.)	%
1	DIAGNÓSTICO PRELIMINAR	505.00	0.66
2	DIFUSIÓN	3,030.00	3.98
3	DESARROLLO DE DECLARATORIA DE FABRICA	34,353.00	45.02
4	ELABORACIÓN DE MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y NORMA LEGAL	4,180.00	5.49
5	CONTROL DEL PROYECTO	30,499.00	40.08
COSTO ACTIVIDADES		72,467.00	95.00
GASTOS GENERALES (5%)		3,623.00	5.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		76,091.00	100.00
T. C, \$ 3,487		US \$	21,821.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 20

Costo por lote construido en el proyecto piloto desarrollado el año 2004

	MONTO (S.)
COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD DE FABRICA	72,467.00
GASTOS GENERALES (5%)	3,623.00
COSTO TOTAL	76,091.00
LOTES	88.00
COSTO / LOTE	864.67 SOLES / LOTE
T. C, \$ 3,487	\$ 247.97 DOLARES / LOTE

Nota. Elaboración propia.

4.3.2. Indicadores de producción obtenidos con fotogrametría digital 3D y dron

Con el uso de la tecnología de fotografía digital 3D y vuelos de Drones, se obtuvieron indicadores de producción que se muestran a continuación.

Tabla 21

Indicadores de producción para la información gráfica de declaratoria de fábrica obtenido con fotogrametría digital 3D y Drones

PUEBLOS	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	LOTES TRABAJADOS	PERSONAL	EDITORES DE PLANOS	Levantamiento de Construcción (H-H/Lote)	Edición de Planos de Arquitectura (H-H/Plano)	Edición de Planos de Ubicación / Localización (H-H / Plano)	TOTAL (H-H/Lote)	TOTAL (Días / Lote)	PROMEDIO (Días / Lote)
A.H. Clorinda Málaga de Prado	Comas	Lima	Lima	468	3	1	0.017	2	0.5	2.517	0.315	0.25
P.J. Villa El Salvador Sector Primera Grupo Residencial 12	Villa El Salvador	Lima	Lima	387	3	1	0.020	2	0.5	2.52	0.315	
Pueblo Tradicional de Túcume	Túcume	Lambayeque	Lambayeque	130	3	1	0.031	1	0.5	1.531	0.191	
Centro Poblado Comité Vecinal Barrio Miraflores	Varinacocha	Coronel Portillo	Ucayali	124	3	1	0.032	1	0.5	1.532	0.192	

Nota. Elaboración propia.

Se obtuvieron los costos vinculados a los procesos de producción desarrollados con el uso de la tecnología de fotogrametría digital 3D y Drones, como se indica a continuación.

Tabla 22

Costo total para la producción de información gráfica de declaratoria de fábrica con fotogrametría digital 3D y Drones

Nº	PROCESOS CATASTRO	MONTO (S.)	%
1	VUELO DEL DRON	13,200.00	60.58
2	PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	4,500.00	20.65
3	EDICIÓN	3,000.00	13.77
COSTO ACTIVIDADES		20,700.00	95.00
GASTOS GENERALES (5%)		1,089.47	5.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		21,789.47	100.00
T. C, \$ 3,76		US \$	5,795.07

Nota. Elaboración propia.

Tabla 23

Costo por lote construido con fotogrametría digital 3D y Dron

	MONTO (S.)
COSTO TOTAL DE ACTIVIDAD DE FABRICA	20,700.00
GASTOS GENERALES (5%)	1,089.47
COSTO TOTAL	21,789.47
LOTES	88.00
COSTO / LOTE	247.61 SOLES / LOTE
T. C, \$ 3,76	\$ 65.85 DOLARES / LOTE

Nota. Elaboración propia.

4.3.3. Alturas de vuelo y traslapes

Se establecieron parámetros para los vuelos con dron, tanto en alturas como en traslape, generando imágenes que se muestran a continuación:

4.3.3.1. Altura de 100 metros y traslape de 60%. Con estos parámetros, se consiguieron las siguientes imágenes:

Figura 91

Imagen 3D del área de trabajo del A.H. Villa El Salvador sector primero. grupo residencial 12



Nota. Elaboración propia.

Figura 92

Imagen 3D del área de trabajo del A.H. Villa El Salvador sector primero grupo residencial 12, mostrando distorsión en la imagen



Nota. Elaboración propia.

4.3.3.2. Altura de 100 metros y traslape de 80%. Con estos parámetros, se consiguieron las siguientes imágenes:

Figura 81

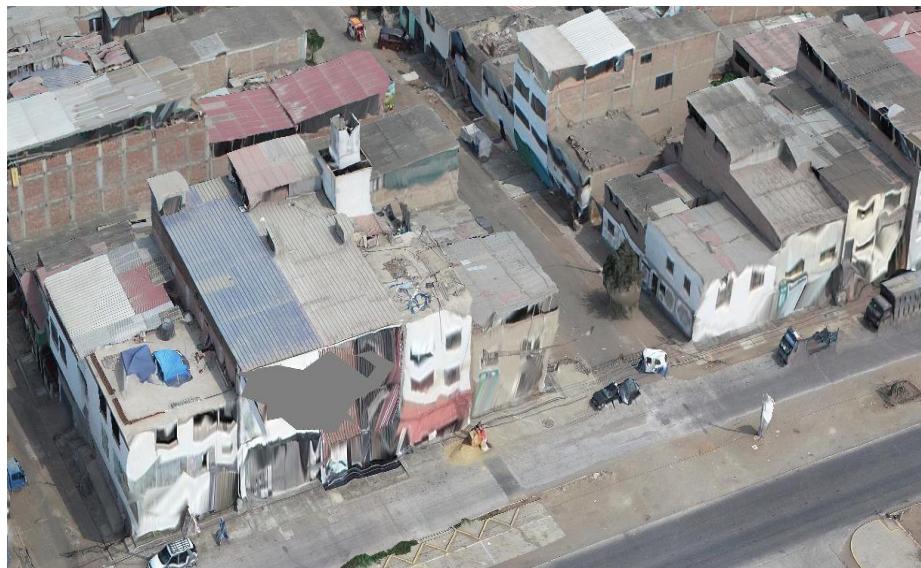
Imagen 3D del área de trabajo del A.H. Villa El Salvador sector primero grupo residencial 12



Nota. Elaboración propia.

Figura 82

Imagen 3D del área de trabajo del A.H. Villa El Salvador sector primero grupo residencial 12, mostrando distorsión en la imagen



Nota. Elaboración propia.

4.3.3.3. Altura de 50 metros y traslape de 60%. Con estos parámetros, se consiguieron las siguientes imágenes:

Figura 83

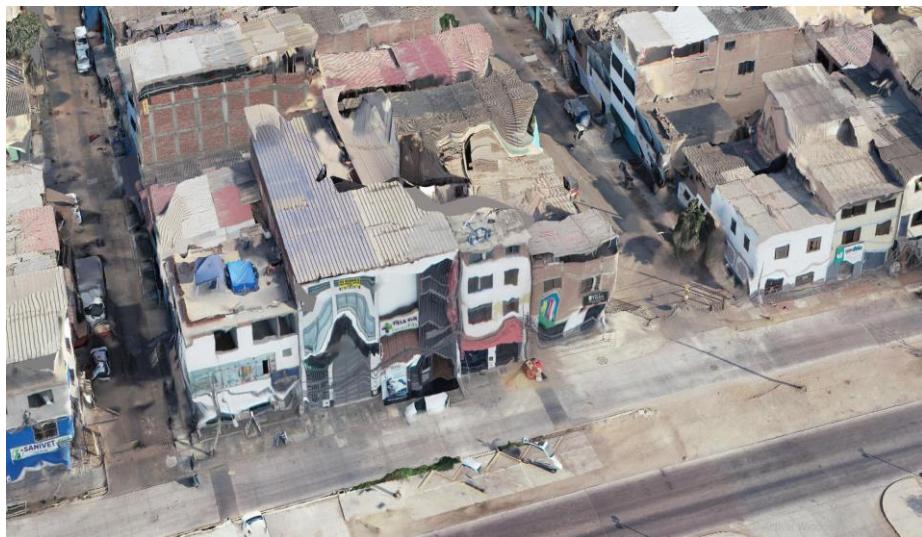
Imagen 3D del área de trabajo del A.H. Villa El Salvador sector primero grupo residencial 12



Nota. Elaboración propia.

Figura 84

Imagen 3D del área de trabajo del A.H. Villa El Salvador sector primero grupo residencial 12, mostrando distorsión en la imagen

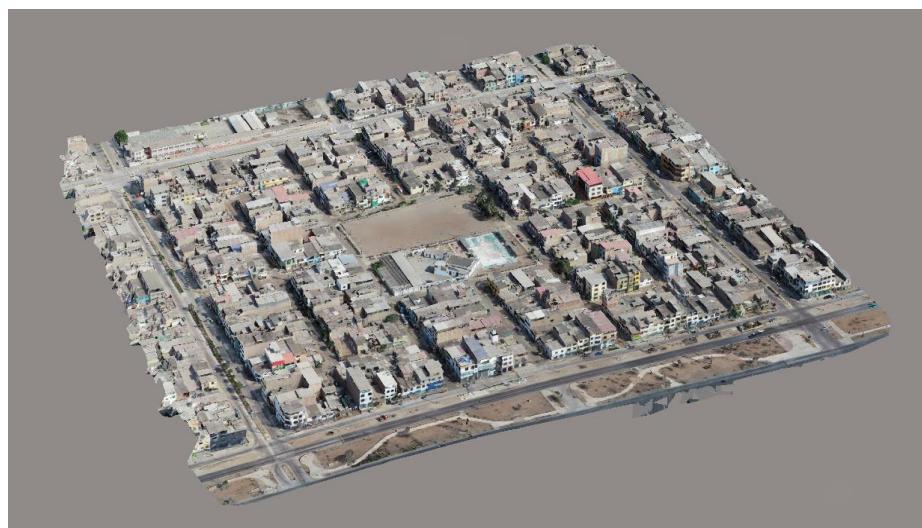


Nota. Elaboración propia.

4.3.3.4. Altura de 50 metros y traslape de 80%. Con estos parámetros, se consiguieron las siguientes imágenes:

Figura 85

Imagen 3D del área de trabajo del A.H. Villa El Salvador sector primero grupo residencial 12



Nota. Elaboración propia.

Figura 86

Imagen 3D del área de trabajo del A.H. Villa El Salvador sector primero grupo residencial

12, mostrando distorsión en la imagen



Nota. Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El trabajo de investigación realizado ha dado como resultado lo siguiente:

La configuración del terreno donde se asientan las viviendas, es de gran importancia para establecer los métodos de toma de información, en este caso, con la propuesta del uso de la fotogrametría y dron, se debe tener en cuenta si las viviendas se encuentran en laderas de cerro o terreno agreste, lo cual es un factor que podría generar distorsión en la toma de información.

Otro factor a tener en cuenta esta las áreas donde no es posible realizar los vuelos de dron, como por ejemplo las zonas cercanas a aeropuertos y edificios de seguridad nacional, así como sobre plantas generadoras de energía o subestaciones eléctricas, ya que generan distorsión en la toma de información.

A diferencia del método director de medición (wincha), el registro de información con la técnica de fotogrametría y uso de dron, no requiere el ingreso a las viviendas, para determinar las áreas construidas, siendo la propuesta de que en el proceso de regularización de las fábricas, solo se registre dichas áreas, no siendo necesario plasmar la distribución de la vivienda, ya que la finalidad de la regularización de la declaratoria de fábrica es determinar el área construida, con lo cual se determina el impuesto predial a pagar por parte del propietario a la administración municipal.

Como se ha podido apreciar, en los resultados obtenidos, la propuesta genera información volumétrica de las áreas en estudio, lo cual nos lleva a proponer el cambio de manejo de la información municipal y registral, es decir el cambio de información bidimensional a tridimensional.

Los rendimientos obtenidos con la metodología propuesta en el levantamiento de información, que nos llevará a determinar las áreas construidas, es mucho mayor al obtenido con el método directo aplicado en el proyecto piloto, el año 2004.

La precisión obtenida con el procedimiento propuesto, está por debajo de las tolerancias catastrales aprobadas por resolución del Sistema Nacional Integrado de Información Catastral de Predial, lo cual valida su uso para este fin; la precisión se corrobora en base a la data obtenida con el método directo, comparada con la data obtenida con la tecnología de fotogrametría digital 3D y dron, esto se demuestra con métodos estadísticos.

Se ha determinado que; de no haber ninguna limitación respecto a la altura de vuelo del dron, los parámetros de vuelo más eficiente para la toma de información son a una altura de 50 metros y un traslape del 80%.

Se analizaron las imágenes registradas en los vuelos hechos, con el software Pi4D y con ContextCapture de Blentley, dando mejor resultados, por la resolución que genera el referido software.

Esta metodología puede ser usada en cualquier región del país, con las limitaciones indicadas en el párrafo dos del presente numeral V.

Los costos por lote generados con la técnica de fotogrametría digital 3D y drones, están muy por debajo de los costos aplicando el método directo utilizados en el proyecto piloto ejecutado el año 2004.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. La metodología planteada, permite el levantamiento de información de las edificaciones, sin necesidad de ingresar al interior de las edificaciones, situación que ha sido un problema recurrente en el piloto de fábrica que se ejecutó en el año 2004.
- 6.2. Los tiempos y costos para el registro de información y en el gráfico de los mismos con la metodología planteada, son mucho más cortos y de menor costo, en comparación a los tiempos y costos que se registraron en el proyecto piloto desarrollado el año 2004, como ha quedado establecido en las tablas 22, 23, 24, 25, 26, y 27 de la presente investigación.
- 6.3. La precisión que se tiene con el método de fotogrametría digital 3D drones frente al método tradicional directo de levantamiento de información para elaborar los planos, es decir, con el uso wincha, ha quedado establecido en el numeral 4.4 Resultados Estadísticos, lo que viabiliza la metodología propuesta.
- 6.4. Con los parámetros establecidos óptimos para la toma de información, se tienen dificultad en para este registro en zonas consideradas estratégicas, como aeropuertos, destacamentos militares y/o policiales, sobre líneas o instalaciones de alta tensión, debiendo de plantear alguna estrategia especial para estos lugares.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Se recomienda que, la propuesta técnica planteada en el presente trabajo de investigación, sea complementada con normativa que permita su aplicación, en el ámbito público como en el privado.
- 7.2. Cambio de visión de los registros públicos respecto al uso de la información espacial, lo cual permitirá cambiar la base gráfica de 2D a 3D, registrando en lugar que planos, registrar volúmenes, apreciándose las construcciones en su real dimensión, lo que constituiría en un gran avance respecto a registros de realidades a representaciones gráficas.
- 7.3. Queda abierta la posibilidad de complementar los procesos de levantamiento de información para elaborar los planos de expedientes para la inscripción de las declaratorias de fábrica, con actividades que identifiquen las viviendas vulnerables y/o precarias, para el desarrollo de programas que reforzamiento y de mejora de infraestructura.

VIII. REFERENCIAS

- Arago, F. (1839). *Le daguerréotype. Rapport fait a l'Académie des Sciences de Paris*. Tusson, L'Echoppe.
- Arévalo, B., Bayona, E. y Rincón, I. (2015). Metodología para documentación 3D utilizando fotogrametría digital. *Tecnura*, 19(45), 113 - 120.
http://www.scielo.org.co/scielo/pid=S0123-921X2015000500010&script=sci_abstract&ting=es...
- Asamblea General de las Naciones Unidas [AGNU]. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.
<https://www.unfpa.org/resources/transformar-nuestro-mundo-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible-0>
- Boneval, H. (1972). *Photogrammetrie Generale*. Edition Eyrolles.
- Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. [CEPLAN]. (2019). Marco de referencia estratégico.
https://geo.ceplan.gob.pe/uploads/2019_Marco_de_referencia_estrat%3a9gico_ceplan.pdf
- Colomo, C. (2015). “Metodología y aplicación práctica para la orientación y fusión de imágenes pléiades con datos lidar y fotogramétricos”. [trabajo de fin de Máster]. Universidad de Jaén. <http://hdl.handle.net/10953.1/2744>
- Costa, A. y Hernández, A. (2010). Análisis de la situación actual de la regularización urbana en América Latina. *Revista INVI*, 25(68), 121-152.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-83582010000100005&script=sci_abstract
- De Soto, H. (2000). El misterio del capital. *El Comercio*.

Decreto Supremo No. 005-2006-JUS. Que modifica el Reglamento de la Ley N° 28294 que crea el Sistema Nacional Integrado de Catastro y su vinculación con el registro de Predios. (12 de febrero de 2006).

<https://es.scribd.com/document/817441881/DS-005-2006-JUS>

Decreto Supremo No. 005-2018-JUS. Modificación de los artículos 2, 3, 4, 7, 30, 32, 37, 40 y 43 del Reglamento de la Ley que crea el Sistema Nacional Integrado de Catastro y su vinculación con el registro de Predios. (30 de marzo de 2018).

<https://www.gob.pe/minjus/normas/legales/107931-005-2018-jus>

Escalante, J., Cáceres, J. y Porras, H. (2016). Ortomosaicos y modelos digitales de elevación generados a partir de imágenes tomadas con sistemas UAV. *Revista Tecnura*, 20(50), 119-140. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257049511010>

Instituto Nacional de Estadística e informática [INEI]. (2017). Censos Nacionales 2017.

<https://www.gob.pe/inei/>

Ley N° 27157 – Ley de Regulación de Edificaciones, del procedimiento para la declaratoria de fábrica y del régimen de unidades inmobiliarias de propiedad exclusiva y de propiedad común. (19 de julio de 1999). Congreso de la República del Perú.

<https://diariooficial.elperuano.pe/Normas/obtenerDocumento?idNorma=54>

Ley N° 27972 – Ley Orgánica de Municipalidades. (27 de mayo de 2003). Congreso de la República del Perú.

<https://www.gob.pe/institucion/munivillaelsalvador/normas-legales/4886882-27972-ley-organica-de-municipalidades>

Ley N° 30740 – Ley que Regula el uso y las operaciones de los sistemas de aeronaves pilotadas a distancia. (RPAS). (22 de marzo de 2018). Congreso de la República del Perú.

https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016_2021/ADLP/Normas_Legales/30740-LEY.pdf

Ley N° 30830 – Ley que modifica a la Ley 27157. Ley de Regulación de Edificaciones, del procedimiento para la declaratoria de fábrica y del régimen de unidades inmobiliarias de propiedad exclusiva y de propiedad común. (05 de julio de 2018). Congreso de la República del Perú.

https://cdn.gacetajuridica.com.pe/laley/LEY%20N%20ba30830_la%20ley.pdf

Ley N° 29090 – Ley de Regulación de Habitaciones urbanas y de edificaciones. (25 de setiembre de 2007). Congreso de la República del Perú.

<https://www.leyes.congreso.gob.pe/Leyes/29090.pdf>

Ley N° 28294 – Ley que crea el Sistema Nacional Integrado y su Vinculación con el Registro de Predios. (21 de julio de 2004). Congreso de la República del Perú.

Ley que crea el Sistema Nacional Integrado y su Vinculación con el Registro de Predios

Ley N° 28687 – Ley de Desarrollo y complementaria informal, acceso al suelo y dotación de servicios básicos. (17 de marzo de 2006). Congreso de la República del Perú.

<https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/28687.pdf>

Laussedat, A. (1850). *Carte des Pyrénées occidentales*. Publication TERRASAT.

Melo, C., Evangelista, F., Santos, L. y Nepomuceno, A. (2018). Geraçao de mapas de danos de fachadas de edificios por processamento digital de imagens capturadas por Vant e uso de fotogrametria digital. *Ambiente Construído*, 18(3), 211-226.

<http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000300277>

Meydenbauer, A. (1859). *Pioneer of Photogrammetric Documentation of the Cultural Heritage*. Ferris State University

Morris, F. (2004). *La formalización de la propiedad en el Perú develando el misterio*. (1^a ed.). COFOPRI.

Muro, J. (2002). La fotogrametría terrestre en España (1914-1958). *Investigaciones Geográficas*, (27), 151 - 172.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/206370.pdf>

Nex, F. y Remondino, F. (2014). UAV para aplicaciones de mapeo 3D: una revisión,

Geomática Aplicada, 6 (1), 1-11.

<https://research.utwente.nl/en/publications/uav-for-3d-mapping-applications-a-review/>

Neitzel, F. y Klonowsk, J. (2011). Mapeo 3D móvil con un sistema UAV de bajo costo.

International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 38(1), 39 - 44.

[https://www.alwelaie.com/website/researchesFiles/MOBILE 3D MAPPING WITH A LOW-COST UAV SYSTEM.pdf](https://www.alwelaie.com/website/researchesFiles/MOBILE%203D%20MAPPING%20WITH%20A%20LOW-COST%20UAV%20SYSTEM.pdf)

Niepce, J. y Daguerre, L. (1839). *Procedimiento fotográfico*. Biblioteca Arata.

Organismo de Formalización de la Propiedad Informal. [COFOPRI]. (2018). Plan institucional.

<https://www.gob.pe/organismo-de-formalizacion-de-la-propiedad-informal>

Proyecto Derechos de Propiedad Urbana. [PDPU]. (2005). En G. Yamada, y P. Pérez (Eds.),

Evaluación de impacto de proyectos de desarrollo en el Perú (107-116). Fondo Editorial, Universidad del Pacífico.

Pulfrich, C. (1901). *Die Stereoskopie im Dienste der isochromen und heterochromen Photometrie*. Publication Naturwissenschaften

Quirós, E. (2014). *Introducción a la fotogrametría y cartografía aplicadas a la ingeniería civil*. Universidad de Extremadura.

Resolución N° 023-2001-SUNARP/SN. Aprueban Reglamento de Inscripciones del Registro de Predios de la SUNARP. (24 de enero de 2001). Superintendencia Nacional de los Registros Públicos.

<https://www.gob.pe/constitucion/sunarp/normas-legales/3996823-023-2001-sunarp-sn>

Resolución N° 097-2013-SUNARP/SN. Aprueban Reglamento de Inscripciones del Registro de Predios de la SUNARP. (06 de mayo de 2013). Superintendencia Nacional de los Registros Públicos.

<https://www.gob.pe/institucion/sunarp/normas-legales/1648765-097-2013-sunarp-sn>

Rodríguez, A. (2013). La aplicación de la fotogrametría digital en la conservación de inmuebles patrimoniales. *Revista Arte y diseño*, 11(1), 5-11.

<https://doi.org/10.15665/ad.v11i1.256>

Roque, F. (2013). La fotogrametría digital: una herramienta para la recuperación de arquitecturas perdidas. Torre del homenaje del castillo de Constantina. *Virtual Archaeology Review*, 4(8), 140-144. <https://doi.org/10.4995/var.2013.4355>

Sánchez, J. (2006). *Introducción a la fotogrametría*. Cátedra de Topografía E. T. S. I. Caminos, canales y puertos.

Santa Cruz, J. (2003). La Fotogrametría digital en el levantamiento de planos de edificios. *Informes de la Construcción*, 55(488), 31 - 401.

<https://doi.org/10.3989/ic.2003.v55.i488.539>

Santamaría, J. y Sanz, T. (2011). *Fundamentos de fotogrametría*. Servicio de Publicaciones Universidad de la Rioja.

Sobrino, J. (2006). Teología de la liberación como “intellectus amoris”. *Revista latinoamericana de teología*, 5(15), 243-266.

<https://revistas.uca.edu.sv/index.php/rlt/article/view/6018>

Sociedad Americana de Fotogrametría y Teledetección [ASPRS]. (1934). Asociación científica que presta servicios a miles de miembros en todo el mundo.

<https://www.prometric.com/es/exams/asprs>

Soto, H. (2019). *El misterio del capital*. Editorial Planeta.

Superintendencia Nacional de Registros Públicos del Perú [SUNARP]. (2020). Memoria Institucional SUNARP 2020.

<https://biblioteca.sunarp.gob.pe/libro/memoria-institucional-sunarp-2020/>

Helava, U. (1957). *Fotogrametria analítica*. Editorial Hespérides.

Von-Gruber, O. (1924). *Métodos de aerotriangulación*. Von-Gruber.

Von-Orel, E. (1907). La evolución de los equipos de restitución fotogramétrica. Von-Orel.

Zuñiga, Y. (2016). Análisis comparativo en el mapeo de terreno usando Vehículos Aéreos No Tripulados con relación al método convencional en la localidad de Piruruyoc - Ancash.

Aporte Santiaguino, 9(2), 227-236.

https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/user/setLocale/en_US?source=%2Findex.php%2FAporte_Santiaguino%2Farticle%2Fview%2F197

IX. ANEXOS

Anexo A: Matriz de consistencia

“MÉTODO APlicativo DE FOTOGRAmETRÍA DIGITAL 3D PARA DECLARATORIAS DE FÁBRICAS MASIVAS”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	MÉTODO
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo la tecnología de fotogrametría digital 3D y drones incrementará la base de datos para la elaboración de expedientes de declaración de fábrica de predios, para inscripción en los registros públicos?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>a) ¿Con la utilización de la tecnología de fotogrametría digital 3D y drones se logrará obtener información gráfica con precisión?</p> <p>b) ¿Con el uso de las herramientas informáticas para el procesamiento de imágenes recopiladas con la tecnología de fotogrametría digital 3D, se logrará precisión para elaborar la información gráfica de los expedientes de las declaratorias de fábrica?</p> <p>c) ¿Con la metodología de fotogrametría digital 3D y drones, reducirá los tiempos para el registro de información y generación de información gráfica?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Generar una metodología que permita el registro de información para elaborar expedientes de declaración de fábrica, utilizando la fotogrametría digital 3D y drones (VANT).</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a) Mejorar la calidad de información gráfica, utilizando la tecnología de fotogrametría digital 3D y drones (VANT) para el registro de la Declaratoria de fábrica masiva.</p> <p>b) Contar con herramientas que permitan procesar con precisión las imágenes registradas.</p> <p>c) Reducir los tiempos en la obtención de la información y generación de planos que servirá para elaborar las declaratorias de fábricas.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Con el uso de la tecnología de fotogrametría digital 3D y drones (VANT), se desarrollaría método aplicativo que permitirá la elaboración de planos para las declaratorias de fábrica masivas.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>a) Con el uso del método aplicativo de fotogrametría digital 3D y drones, se levantarían mayor cantidad de predios por día.</p> <p>b) Con la metodología propuesta se lograrían precisiones dentro de las tolerancias catastrales.</p> <p>c) Con la metodología propuesta, se reducirían los tiempos para elaborar los planos de los expedientes de las declaratorias de fábrica.</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: Predictiva II.</p> <p>Diseño de investigación: No experimental-transversal</p> <p>La población: 2'576,583 de predios</p> <p>La muestra 272 predios.</p> <p>Instrumento: Técnicas de procesamiento de datos Técnicas de análisis e interpretación de la información</p> <p>Validación de instrumentos</p> <p>Análisis de datos: programa SPSS V 29, figuras y tablas.</p>

Anexo B: Carta de validación de instrumentos

Lima, 20 de noviembre de 2020.

Señor Doctora:
MÓNICA ROMERO VALENCIA
Universidad Nacional Federico Villarreal
Prolongación Camaná N°1014

Lima 1.-

Asunto: Validación de instrumentos a través de juicio de experto.

De mi mayor consideración:

Me es grato dirigirme a Usted, para expresarle mi saludo y hacer de su conocimiento que el suscrito, estudiante del Doctorado en Ingeniería Civil en la Escuela Universitaria de Pos- grado de la Universidad Nacional Federico Villareal, con código de matrícula N° 2018042486 y requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi trabajo de investigación para optar el Grado Académico de Doctor.

El título de mi trabajo de investigación: “Uso de drones y fotogrametría digital 3D para el registro de declaratorias de fábricas”, por lo que solicito la APROBACIÓN de los instrumentos que adjunto a la presente, para lo cual acompaña los siguientes documentos:

- Matriz de consistencia.
- Definiciones conceptuales de las variables.
- Instrumentos de recolección de datos.

Es propicia la ocasión para expresarle mis consideraciones más distinguidas.

Atentamente,

.....
Pedro Ismael de la Cruz Salcedo Chambergo
D.N.I. N° 16502714
CIP 58101

Anexo C: Tolerancias catastrales

<p>378842</p> <p>Que, en el Plan Anual de Adquisiciones y Contrataciones de OSINERGMIN, se consigna la Actualización de la Licencia del Software DigSilent Power Factory, con número de PAAC 246 y un valor referencial de S/. 61,388.80 (Sesenta y Un Mil Trecientos Ochenta y Ocho con 80/100 Nuevos Soles);</p> <p>Que, por lo expuesto, de acuerdo con lo señalado por la Gerencia de Fiscalización Eléctrica y la Oficina de Sistemas en sus Informes Técnicos N° UGSEIN-074-2008 y N° I-OS-022-2008, respectivamente, se habría configurado la causal de exoneración por servicio que no admite sustituto y existe proveedor único, de conformidad con el literal e) del artículo 1º del Texto Único Ordenado de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, aprobado por Decreto Supremo N° 083-2004-PCM;</p> <p>De conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, aprobado por Decreto Supremo N° 083-2004-PCM y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 084-2004-PCM;</p> <p>Con la opinión favorable de la Gerencia Legal y de la Oficina de Administración y Finanzas;</p> <p>SE RESUELVE:</p> <p>Artículo 1º.- Aprobar la exoneración del Proceso de Selección para la contratación de la "Actualización de la Licencia del Software DigSilent Power Factory" con la empresa Megawatt S.A.C., por ser un servicio que no admite sustituto y existe proveedor único.</p> <p>Artículo 2º.- El monto total de la adquisición será de S/. 61,388.80 (Sesenta y Un Mil Trecientos Ochenta y Ocho con 80/100 Nuevos Soles), incluidos los impuestos de ley.</p> <p>Artículo 3º.- La fuente de financiamiento se realizará con cargo a los recursos ordinarios del OSINERGMIN y la contratación estará a cargo de la Oficina de Administración y Finanzas del OSINERGMIN.</p> <p>Artículo 4º.- Remitir copia de la presente Resolución y de los informes Técnicos y Legal sustentatorios a la Contraloría General de la República y al Consejo Superior de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, así como proceder a la publicación de la presente Resolución en el Diario Oficial El Peruano dentro del plazo de ley y a través del SEACE.</p> <p>ALFREDO DAMMERT LIRA Presidenta del Consejo Directivo</p> <p>244653-1</p> <p style="text-align: center;">ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN PRIVADA EN TELECOMUNICACIONES</p> <p style="text-align: center;">FE DE ERRATAS</p> <p>RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO Nº 016-2008-CD/OSIPTEL</p> <p>Mediante Carta N° C. 470 CC/2008 el Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones solicita se publique Fe de Erratas de la Resolución de Consejo Directivo N° 008-2008-CD/OSIPTEL, publicada en la edición del 21 de agosto de 2008.</p> <p>En el noveno considerando:</p> <p>DICE:</p> <p>"Resolución de Consejo Directivo N° 008-2008-PD/OSIPTEL"</p> <p>DEBE DECIR:</p> <p>"Resolución de Consejo Directivo N° 008-2008-CD/OSIPTEL"</p> <p>244348-1</p>	<p>NORMAS LEGALES</p> <p>El Peruano Lima, viernes 29 de agosto de 2008</p> <p>SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE LOS REGISTROS PÚBLICOS</p> <p>Aprueban la Directiva N° 01-2008-SNCP/CNC "Tolerancias Catastrales - Registrales"</p> <p>SISTEMA NACIONAL INTEGRADO DE INFORMACIÓN CATASTAL PREDIAL - SNCP</p> <p>RESOLUCIÓN N° 03-2008-SNCP/CNC</p> <p>San Isidro, 28 de agosto de 2008</p> <p>VISTO, el Oficio N° 029-2008-SNCP/ST, de fecha 26 de agosto de 2008, de la Secretaría Técnica del Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial - SNCP, por el cual propone a la Presidencia del Consejo Nacional de Catastro, la aprobación de la Directiva N° 01-2008-SNCP/CNC denominada "Tolerancias Catastrales - Registrales", elaborada por el equipo técnico-legal de la Secretaría Técnica del SNCP y aprobada por los miembros del Consejo Nacional de Catastro del Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial - SNCP en la cuarta sesión realizada el 27 de agosto de 2008; y</p> <p>CONSIDERANDO:</p> <p>Que, mediante Ley N° 28294, se creó el Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial - SNCP, con la finalidad de regular la integración y unificación de los estándares, nomenclaturas y procesos técnicos de las diferentes entidades generadoras de catastro en el país;</p> <p>Que, de conformidad con lo dispuesto en el literal d) del artículo 1º de la Ley N° 28294, es función de la Secretaría Técnica del Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial - SNCP, proponer al Consejo Nacional de Catastro los estándares y especificaciones técnicas para la formulación, actualización y mantenimiento de la información catastral de predios o derechos sobre éstos;</p> <p>Que, en el artículo 6º de la Ley N° 28294, señala las funciones del Consejo Nacional de Catastro del SNCP, entre las cuales se encuentra la de aprobar las Directivas para el cumplimiento obligatorio de la ejecución de las actividades de catastro de predios o derechos sobre éstos, incluyendo delegación de facultades, la de aprobar las normas técnicas requeridas para la integración catastral y su vinculación con el Registro de Predios; y la de establecer los estándares y especificaciones técnicas para la formulación, actualización y mantenimiento de la información catastral de predios o derechos sobre éstos; de conformidad a los literales b), d) y f), del referido artículo, respectivamente;</p> <p>Que, la presente directiva constituye una herramienta técnica indispensable para las Entidades Generadoras de Catastro y el Registro de Predios, que servirá para establecer y ordenar los rangos de tolerancias en las mediciones de áreas de los predios urbanos y rurales, a fin de tener un catastro preciso y ordenado para la inscripción de diferentes actos en el Registro de Predios;</p> <p>Que, siendo el Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial - SNCP, el ente rector de la gestión catastral a nivel nacional, y en cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 1º, 6º y 8º de la Ley N° 28294, emite la Directiva N° 01-2008-SNCP/CNC denominada "Tolerancias Catastrales - Registrales" aprobadas en la cuarta sesión del Consejo Nacional de Catastro del SNCP de fecha 27 de agosto de 2008;</p> <p>Que, estando a lo acordado y de conformidad con lo dispuesto,</p> <p>SE RESUELVE:</p> <p>Artículo 1º.- Aprobar la Directiva N° 01-2008-SNCP/CNC denominada "Tolerancias Catastrales - Registrales", que como Anexo forma parte de la presente Resolución.</p> <p>Artículo 2º.- La presente Directiva es de aplicación obligatoria para todas las Entidades Generadoras de Catastro y toda persona natural o jurídica a la que se le encargue dicha función, conforme al literal r) y s) del artículo 3º del Reglamento de la Ley N° 28294, aprobado</p>
---	---

por Decreto Supremo N°005-2006-JUS, así como para los Registradores Públicos y las Áreas de Catastro del Registro de Predios de la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos - SUNARP.

Artículo 3º. - La presente Resolución y Directiva, serán publicadas en la página Web de las entidades miembros del Consejo Nacional de Catastro del Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial - SNCP.

Artículo 4º. - La presente Resolución entra en vigencia a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Registrese, publíquese y cúmplase.

MARIA DELIA CAMBURSANO GARAGORRI
Superintendente Nacional de los
Registros Públicos - SUNARP
Presidenta del Consejo Nacional de
Catastro del SNCP

DIRECTIVA N° 01-2008-SNCP/CNC

"TOLERANCIAS CATASTRALES - REGISTRALES"

1. FINALIDAD:

Establecer los rangos de tolerancias en las mediciones de áreas de los predios urbanos y rurales, efectuadas por los diferentes métodos que ofrece la Geomática, a fin de tener un catastro preciso y ordenado para la inscripción de actos de transferencia y gravamen en el Registro de Predios.

2. BASE LEGAL:

- Ley N° 28294: Ley del Sistema Nacional Integrado de Catastro y su Vinculación con el Registro de Predios.
- D.S. N° 005-2006-JUS: Reglamento de la Ley N° 28294.

3. DEFINICIONES:

a. Geomática. - Ciencia y tecnología de obtención, análisis, interpretación, distribución y uso de información geográfica. Integra varias disciplinas como la Geodesia, Topografía, Fotogrametría, Cartografía, Percepción Remota, el Catastro, Sistemas de Información Geográfica; entre otras, las cuales permiten estudiar y conocer el espacio geográfico, lograr una visión detallada y comprensible del mundo real.

b. Mediciones de áreas. - Determina el área de un predio, mediante diferentes técnicas de medición y cálculo.

c. Actos de Gravamen. - Son los actos jurídicos por los cuales se afecta un predio, tales como Hipoteca, Embargo entre otros.

d. Actos de Transferencia. - Son los actos jurídicos por los cuales se transfiere la propiedad como: Compraventa, Donación, Anticipo de Legítima, entre otros.

e. Asiento de Rectificación. - Es el asiento de inscripción donde conste la rectificación.

f. Inmatriculación. - Es el acto por el cual se incorpora un predio al Registro de Predios, y se realiza con la primera inscripción de dominio, salvo disposición distinta.

g. Partida registral. - Es la unidad de registro donde se encuentra inscrito el predio.

h. Tolerancia Catastral - Registral. - Rango aceptable en la diferencia de áreas de un mismo predio.

4. ALCANCE:

La presente Directiva es de aplicación obligatoria para todas las Entidades Generadoras de Catastro y toda persona natural o jurídica que se le encargue dicha facultad conforme lo estipula los literales r) y s) del artículo 3º del Reglamento de la Ley N° 28294, aprobado por Decreto Supremo N°005-2006-JUS, así como para los Registradores Públicos y de las Áreas de Catastro del Registro de Predios de la SUNARP.

5. CONTENIDO:

La presente Directiva se aplica en todos los procesos de levantamiento catastral efectuados por las Entidades Generadoras de Catastro, y por el Registro de Predios en los siguientes casos:

Caso 1: Cuando el resultado del levantamiento catastral no coincida con su correspondiente habilitación urbana.

Caso 2: Cuando la información gráfica catastral no coincide con la información gráfica registral y/o título de predio.

Caso 3: Cuando en el título de transferencia de dominio o gravamen describe al predio de manera diferente a la partida registral.

6. RESPONSABILIDAD:

Las entidades que conforman el Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial - SNCP y las Entidades Generadoras de Catastro, son los responsables de la correcta aplicación y cumplimiento de la presente Directiva.

7. DISPOSICIONES:

- a. Los rangos de tolerancias Catastrales - Registrales**, son los siguientes:

NATURALEZA URBANA	
Rango de área (m ²)	Tolerancia (%)
Menores de 200	2.5
de 200 a 1000	2.0
Mayores a 1000	1.0

NATURALEZA RURAL	
Rango de área (Ha)	Tolerancia (%)
Menores de 1	7.5
de 1 a 5	6.3
Mayores a 5	3.0

b. Catastrales

i. Cuando las mediciones catastrales efectuadas estén dentro del rango de tolerancias establecidas en la presente Directiva, las mismas catastrales no se modificarán a fin de no afectar propiedades de terceros.

ii. Cuando las mediciones catastrales excedan las tolerancias establecidas en la presente Directiva, deberán ser rectificadas siguiendo los procedimientos de actualización y mantenimiento catastral vigente.

iii. Para el caso de mantenimiento catastral urbano, se debe considerar una tolerancia del 1%.

c. Registrales

i. Cuando las diferencias de áreas estén dentro del rango de tolerancias establecidas en la presente Directiva, no se mérito para extender el asiento de rectificación en la partida registral.

ii. Cuando las mediciones de áreas de los predios excedan las tolerancias establecidas en la presente Directiva, deberán ser rectificadas conforme a los procedimientos vigentes.

iii. En el caso de las inmatriculaciones donde no coincide los valores del plano con su título de propiedad del expediente que ingresa al Registro de Predios, no se aplicarán estos rangos de tolerancias.

iv. En el caso de las inmatriculaciones que colindan con predios inscritos debe emplearse los rangos establecidos en la presente Directiva, siempre y cuando no afecte propiedades de terceros.

d. Excepción

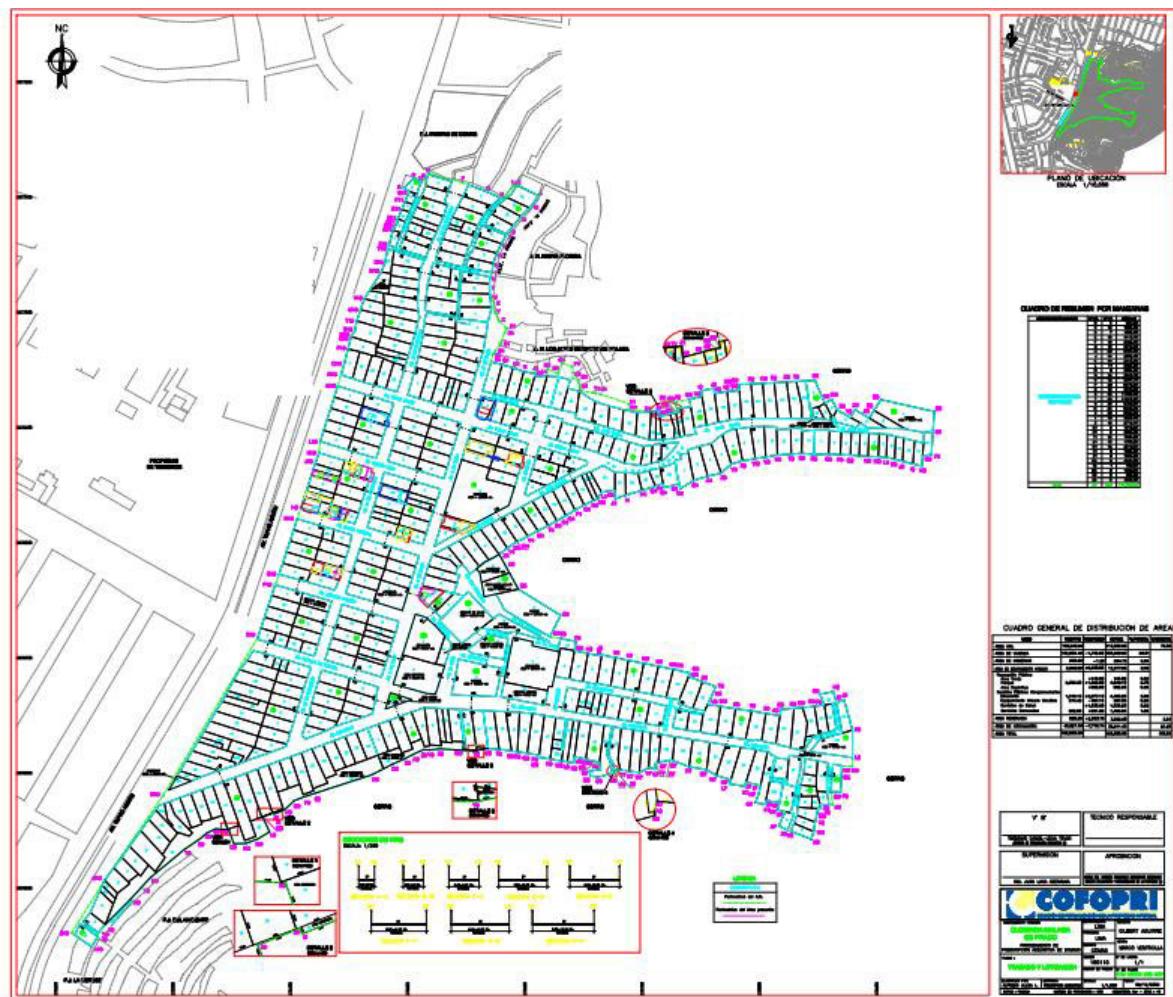
i. Estos rangos de tolerancia no se aplicarán, cuando, a pesar de la discrepancia de valores de áreas entre las consignadas en el título y la que aparece en la partida registral, el Área de Catastro determina que se trate del mismo predio y no se afecta áreas de otros predios.

244740-1

Modifican el Reglamento del Tribunal Registral y el Reglamento General de los Registros Públicos

RESOLUCIÓN DE LA SUPERINTENDENTE NACIONAL DE LOS REGISTROS PÚBLICOS
N° 247-2008-SUNARP/SN

Lima, 28 de agosto de 2008

Anexo D: PTL A.H. Clorinda Malaga de Prado – Comas - Lima

Anexo E: Información del procesamiento con SPSS

Resultados V3.svp [Documento2] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Aplicación de búsqueda

Means

[ConjuntoDatos1] C:\Users\David\Desktop\Escritorio\Escritorio 2023\Consultorías\10 Tesis_Pedro\Archivos 2024\Data_Tesis_Pedro_M_F_SP_Nuevo_V2.sav

Case Processing Summary

	Cases		N	Percent	Excluded	Total
	Included	Excluded				
Primero_M	13	100.0%	0	0.0%	13	100.0%
Primero_F	13	100.0%	0	0.0%	13	100.0%

Report

N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Median
Primero_M	56.54	274.68	151.5392	65.49183	159.1500
Primero_F	56.53	274.41	153.4477	66.59311	156.7400

Explore

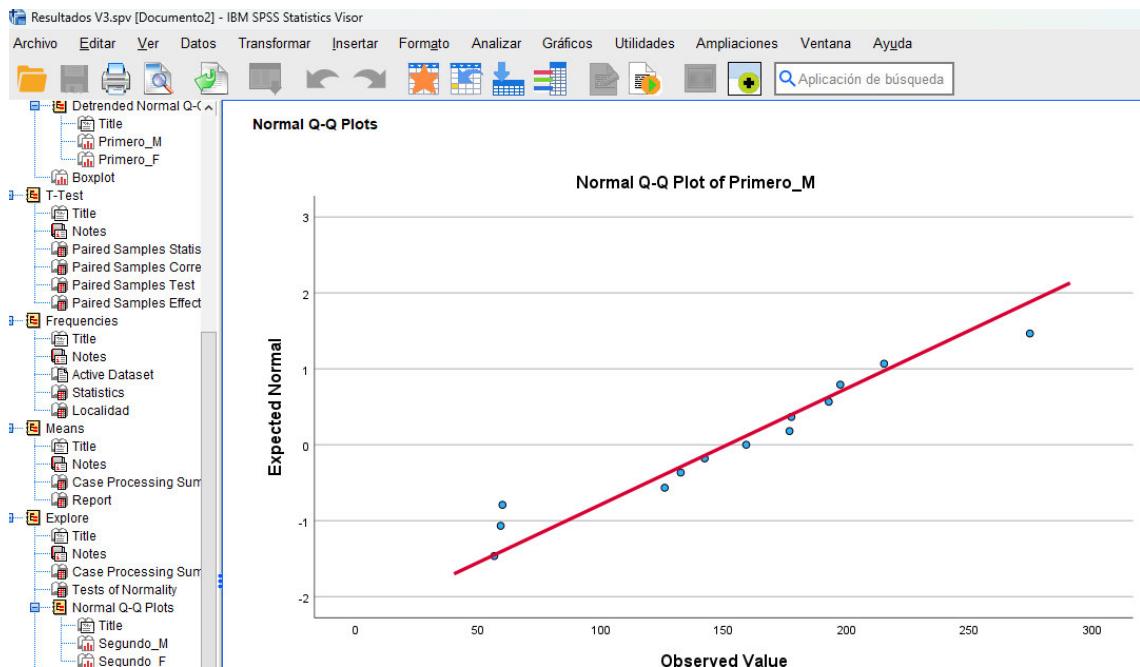
Case Processing Summary

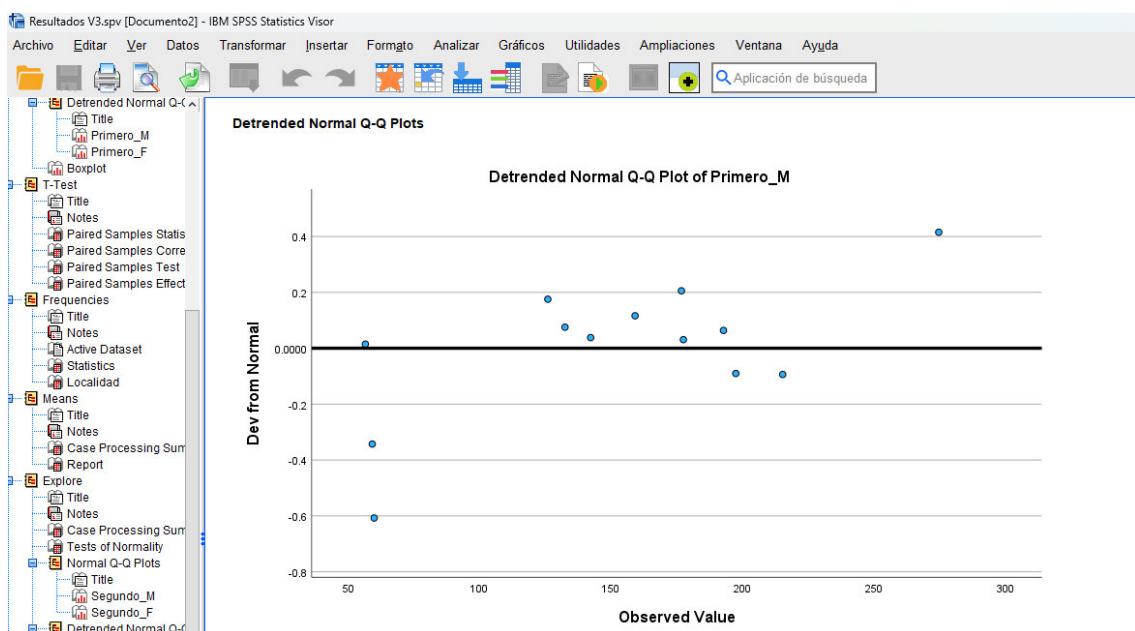
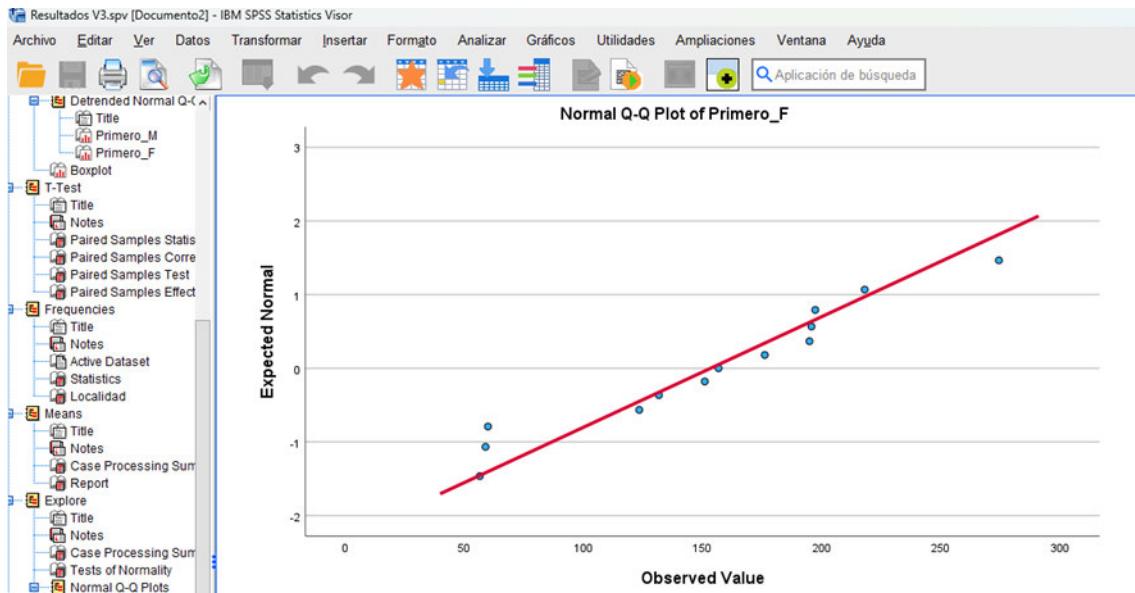
	Cases		N	Percent	Valid	Missing	Total
	Included	Excluded					
Primero_M	13	100.0%	0	0.0%	13	100.0%	
Primero_F	13	100.0%	0	0.0%	13	100.0%	

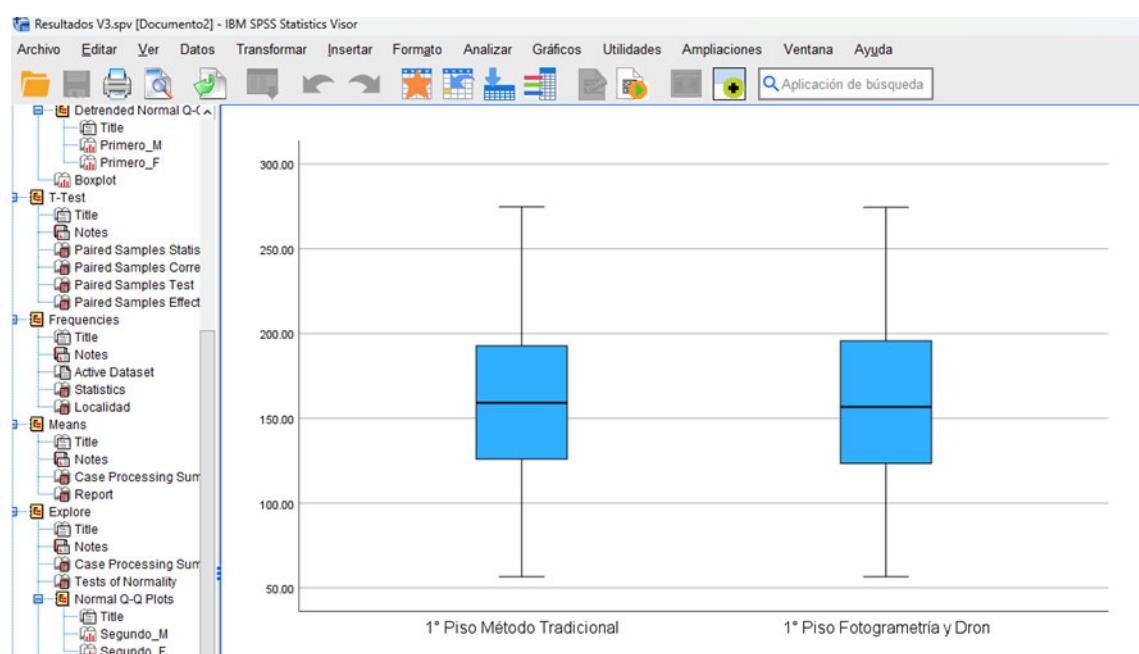
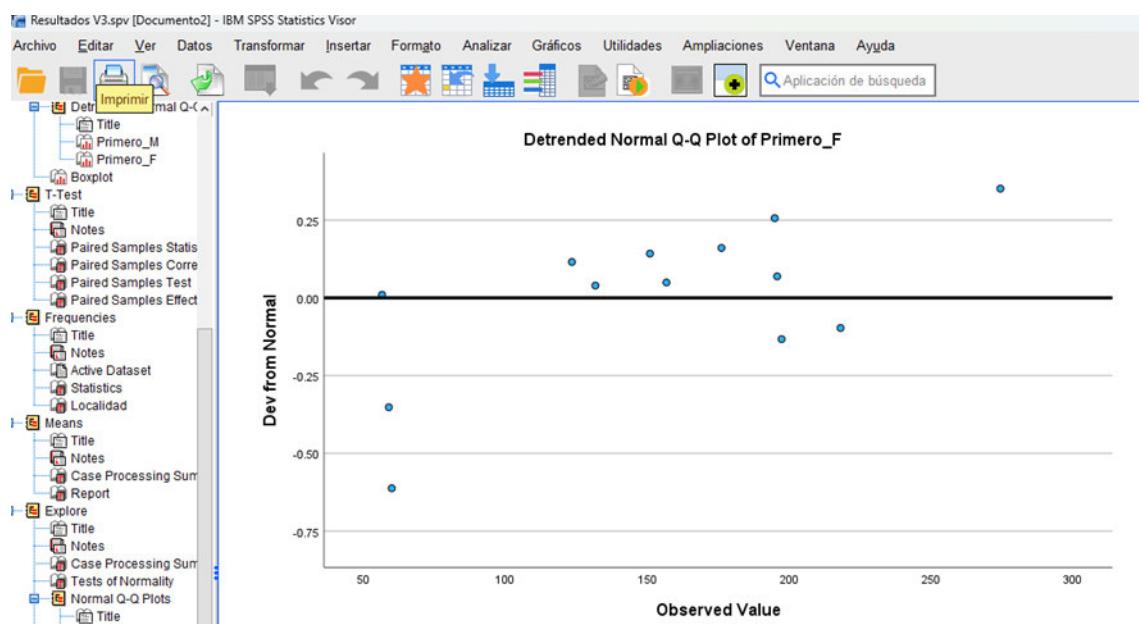
Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Primero_M	.150	13	.200*	.942	13	.484
Primero_F	.151	13	.200*	.938	13	.434

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction







Resulados V3.sav [Documento2] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

T-Test

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Primero_M	13	65.49183	18.16417
	Primero_F	13	66.59311	18.46961

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	One-Sided p	Two-Sided p
Pair 1	Primero_M & Primero_F	13	.996	<.001

Paired Samples Test

	Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference			Significance			
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df	One-Sided p	Two-Sided p	
Pair 1	Primero_M - Primero_F	-1.90846	5.68405	1.57647	-5.34330	1.52638	-1.211	12	.125	.249

Paired Samples Effect Sizes

	Standardizer ^a	Point Estimate	95% Confidence Interval		
Pair 1	Primero_M - Primero_F	Cohen's d: .568405 Hedges' correction: 6.07308	-.336 -.314	-.888 -.832	.230 .216

a. The denominator used in estimating the effect sizes. Cohen's d uses the sample standard deviation of the mean difference. Hedges' correction uses the sample standard deviation of the mean difference, plus a correction factor.

Frequencies

[ConjuntoDatos1] C:\Users\David\Desktop\Escritorio\Escritorio 2023\Consultorías\10.Tesis_Pedro\Datos_V3\Datos_Tesis_Pedro_M_F_SP_Nuevo_V2.sav

Statistics

Localidad

N	Valid	13
Missing	0	

Resulados V3.sav [Documento2] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

T-Test

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Primero_M	13	65.49183	18.16417
	Primero_F	13	66.59311	18.46961

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	One-Sided p	Two-Sided p
Pair 1	Primero_M & Primero_F	13	.996	<.001

Paired Samples Test

	Paired Differences			95% Confidence Interval of the Difference			Significance			
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df	One-Sided p	Two-Sided p	
Pair 1	Primero_M - Primero_F	-1.90846	5.68405	1.57647	-5.34330	1.52638	-1.211	12	.125	.249

Paired Samples Effect Sizes

	Standardizer ^a	Point Estimate	95% Confidence Interval		
Pair 1	Primero_M - Primero_F	Cohen's d: .568405 Hedges' correction: 6.07308	-.336 -.314	-.888 -.832	.230 .216

a. The denominator used in estimating the effect sizes. Cohen's d uses the sample standard deviation of the mean difference. Hedges' correction uses the sample standard deviation of the mean difference, plus a correction factor.

Frequencies

[ConjuntoDatos1] C:\Users\David\Desktop\Escritorio\Escritorio 2023\Consultorías\10.Tesis_Pedro\Datos_V3\Datos_Tesis_Pedro_M_F_SP_Nuevo_V2.sav

Statistics

Localidad

N	Valid	13
Missing	0	

Localidad

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1 AH Clorinda Málaga	9	69.2	69.2
	2 Pueblo Tradicional	1	7.7	7.7
	Túcumé			
	4 PPJJ VES Sector Primero	3	23.1	23.1
	Grupo Residencial 12			
Total		13	100.0	100.0

Means

Case Processing Summary

	Cases				Total	
	Included	Excluded	N	Percent	N	Percent
Segundo_M	13	100.0%	0	0.0%	13	100.0%
Segundo_F	13	100.0%	0	0.0%	13	100.0%

Report

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Median
Segundo_M	13	36.37	270.70	131.1808	68.43112	132.4900
Segundo_F	13	56.53	274.41	145.4515	70.62551	136.7400

Explore

Case Processing Summary

	Cases				Total	
	Valid	Missing	N	Percent	N	Percent
Segundo_M	13	0.0%	0	0.0%	13	100.0%
Segundo_F	13	0.0%	0	0.0%	13	100.0%

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Segundo_M	.149	13	.200*	.956	13	.698
Segundo_F	.153	13	.200*	.930	13	.342

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

