



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
QUE CONTRIBUYA CON EL CATASTRO URBANO EN EL DISTRITO DE LA PERLA,
CALLAO

Línea de investigación: Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y
geotecnia.

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

Autora:

Seminario Carbajal, Priscila

Asesora:

Ventura Barrera, Carmen Luz

Jurado:

Mendoza García, José

Valdivia Orihuela, Braulio

Gonzales Alarcón, Angelino

Lima - Perú

2023

DEDICATORIA

A todas aquellas personas importantes en mi vida que, de alguna u otra manera, me han mostrado su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por llenarme de constancia y determinación para realizar este proyecto, porque gracias a Él puedo concluir con esta etapa de mi vida profesional.

A mis padres, por su apoyo y seguimiento.

A mi alma mater, la Universidad Nacional Federico Villarreal que me acogió y me formó profesionalmente.

A los funcionarios públicos de la Municipalidad Distrital de La Perla, por su apoyo para la elaboración de este proyecto.

INDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	14
1.1	Descripción y formulación del problema	15
1.1.1	Descripción del problema.....	15
1.1.2	Formulación del problema	16
1.2	Antecedentes	16
1.2.1	Antecedentes Internacionales.....	16
1.2.2	Antecedentes Nacionales.....	18
1.3	Objetivos.....	21
1.3.1	Objetivo General.....	21
1.3.2	Objetivos Específicos	21
1.4	Justificación	21
1.4.1	Justificación técnica legal.....	22
1.4.2	Justificación práctica	22
1.4.3	Justificación metodológica	22
1.4.4	Justificación social.....	23
1.5	Hipótesis	23
1.5.1	Hipótesis Específicas.....	23
II.	MARCO TEÓRICO	24
2.1	Bases teóricas	24
2.1.1	Catastro Urbano	24

2.1.2	Componentes Catastrales Prediales del Catastro Urbano	24
2.1.3	Catastro Multifinalitario o Multipropósito	24
2.1.4	Levantamiento Catastral.....	25
2.1.5	Metodología de Levantamiento Catastral	26
2.1.6	Sistemas de Información Geográfica (SIG)	29
2.2	Definición de términos	33
2.3	Marco Legal	39
2.4	Marco Institucional	43
III.	METODO	45
3.1	Tipología de Investigación	45
3.1.1	Método.....	45
3.1.2	Orientación.....	45
3.1.3	Enfoque	45
3.1.4	Tipo y Nivel	45
3.1.5	Diseño.....	46
3.2	Ámbito temporal y espacial.....	46
3.2.1	Ámbito temporal.....	46
3.2.2	Ámbito espacial	46
3.3	Variables.....	48
3.4	Población y muestra	48
3.4.1	Población.....	48
3.4.2	Muestra	49
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	49
3.5.1	Obtención de cartografía base mediante metodología indirecta	49

3.5.2	Implementación de Base de datos (geodatabase)	50
3.5.3	Diseño del Visor web geográfico	51
3.6	Procedimientos	51
3.6.1	Obtención de cartografía base mediante metodología indirecta	51
3.6.2	Diseño del Visor web geográfico	52
3.6.3	Fase previa	53
3.6.4	Fase de campo.....	53
3.6.5	Fase de gabinete.....	55
3.6.6	Implementación de Base de datos (geodatabase)	55
3.6.7	Diseño del Visor web geográfico	56
IV.	RESULTADOS.....	57
4.1	Descripción del distrito de La Perla.....	57
4.2	Descripción de la zona de estudio.....	58
4.3	Recopilación de la información	58
4.3.1	Información Gráfica	58
4.3.2	Información Alfanumérica	60
4.4	Trabajos de campo	60
4.4.1	Obtención de cartografía base mediante metodología indirecta.	61
4.4.2	Implementación de una base de datos (geodatabase).	84
4.4.3	Diseño de un visor web geográfico en la plataforma de ArcGIS Online.....	89
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	96
VI.	CONCLUSIONES	98
VII.	RECOMENDACIONES	99

VIII. REFERENCIAS.....	100
IX. ANEXOS.....	104

Certificación Punto Geodésico de Orden “C” del Instituto Geográfico Nacional

Plano Básico de Sectorización de la Municipalidad Distrital de La Perla

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 ¿Por qué un catastro multipropósito?	25
Tabla 2 Operaciones del Servicio de Mapas Web (WMS)	38
Tabla 3 Entidades generadoras de cartografía catastral en el Perú con servicios de mapas web	43
Tabla 4 Operacionalización de variables	48
Tabla 5 Campas de información que contiene la base gráfica del distrito	59
Tabla 6 Resumen de proceso	70
Tabla 7 Punto de Control Geodésico LI06	71
Tabla 8 Coordenadas de puntos de fotocontrol	71
Tabla 9 Datos de Levantamiento de vuelo fotogramétrico.....	80
Tabla 10 ECM de puntos de apoyo.	81
Tabla 11 Puntos de apoyo.....	81
Tabla 12 Información del MDE	82
Tabla 13 Nube de puntos	83
Tabla 14 Nube de puntos densa.....	83
Tabla 15 Modelo Digital de Elevación	84
Tabla 16 Ortomosaico.....	84
Tabla 17 Modelo Catastral urbano – Información Gráfica.....	85
Tabla 18 Coordenadas y Escala de Mapa	93
Tabla 19 Herramientas de Navegación	93
Tabla 20 Panel de Herramientas de Visualización.....	93
Tabla 21 Herramientas Avanzadas.....	94

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Vuelo fotogramétrico	27
Figura 2 Puntos de apoyo terrestre.....	28
Figura 3 Software de generación de Ortofoto	29
Figura 4 Componentes de un SIG	31
Figura 5 Formato vectorial	32
Figura 6 Formato ráster	32
Figura 7 GPS.	34
Figura 8 Base de Datos Catastral	36
Figura 9 Sector Catastral 03	47
Figura 10 Área de estudio.....	47
Figura 11 Imagen frontal y posterior del receptor	49
Figura 12 Drone Phantom 4 Pro v.2	50
Figura 13 Diagrama de metodología de trabajo empleada para la obtención de cartografía base y posterior implementación del visor web geográfico	52
Figura 14 Placa de bronce circular.....	54
Figura 15 Sectores Catastrales del distrito de La Perla	58
Figura 16 Base Gráfica del distrito de La Perla	59
Figura 17 Ubicación del Punto Geodésico de Orden "C"	61
Figura 18 Preparación del pilar de concreto.....	62
Figura 19 Profundidad del terreno	62
Figura 20 Incrustación de la placa de bronce	63
Figura 21 Punto monumentado	63
Figura 22 Receptor GPS en modo RTK	64
Figura 23 Ubicación de Puntos de Fotocontrol	65

Figura 24 Identificación de los puntos de fotocontrol	65
Figura 25 Formulario de información de la Estación GNSS de Rastreo Permanente (Hoja 1)	66
Figura 26 Formulario de información de la Estación GNSS de Rastreo Permanente (Hoja 2)	67
Figura 27 Formulario de información de la Estación GNSS de Rastreo Permanente (Hoja 3)	68
Figura 28 Formulario de información de la Estación GNSS de Rastreo Permanente (Hoja 4)	69
Figura 29 Esquema de línea base y/o ajuste de red generado por software de procesamiento.....	70
Figura 30 Aplicativo Pix4D Capture	72
Figura 31 Planificación de vuelo.....	72
Figura 32 Fotografías capturadas por el drone.....	73
Figura 33 Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes	80
Figura 34 Posiciones de puntos de apoyo y estimaciones de errores.	81
Figura 35 Modelo Digital de Elevaciones (MDE)	82
Figura 36 Geodatabase	85
Figura 37 Manzanas vectorizadas	86
Figura 38 Lotes vectorizados	87
Figura 39 Área de Parques vectorizada	87
Figura 40 Áreas construidas vectorizadas	88
Figura 41 Áreas construidas vectorizadas	89
Figura 42 Publicación de Servicios Web.....	90
Figura 43 Servicios de información web.....	91

Figura 44 Mapa web	91
Figura 45 Interfaz Geo Visor La Perla.....	92
Figura 46 Tabla de Atributos.....	94
Figura 47 Dashboard Geo Visor La Perla	95
Figura 48 Actualización de cartografía base del distrito	96

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo principal el diseñar e implementar un Sistema de Información Geográfica que contribuya con el catastro urbano en el distrito de La Perla, Callao, de tal forma que se facilite las consultas sobre los lotes catastrales mostrando de manera interactiva información alfanumérica asociada a una ubicación mediante un identificador, además de otras herramientas de análisis y gestión. Para su elaboración se utilizó la información brindada por la municipalidad de La Perla, la que fue obtenida en el proceso de caracterización urbana realizada en los meses comprendidos de julio a noviembre del año 2021. Se procedió con el levantamiento de información gráfica ya que el distrito no cuenta con cartografía georreferenciada actualizada. Este levantamiento se realizó con el uso de un vehículo aéreo no tripulado (drone) que permitió realizar el procesamiento geoespacial de forma rápida, obteniendo así una base de datos (geodatabase) con información gráfica y alfanumérica. Finalmente compartió la información en un visor web geográfico en la plataforma de ArcGIS Online, con fines de gestión y planificación territorial. La metodología aplicada se basó en el Manual de Levantamiento Catastral Urbano utilizando un Drone Phantom 4 Pro v2 para la generación de la ortofoto y se complementó el levantamiento de campo con el uso de GPS Diferencial (monumentación del punto geodésico de orden “C”); se generó una Base de Datos Catastral, en la que se vectorizaron y delimitaron las manzanas, lotes y área construida, asimismo, se realizó el control de calidad mediante reglas topológicas en el software ArcGIS Pro, el que a su vez se complementa con una plataforma web que permite publicar y compartir los datos de forma dinámica, en esta plataforma denominada ArcGIS Online se diseñó y creó el visor web geográfico.

Palabras clave: sistema de información geográfica, catastro urbano, vehículos aéreos no tripulados (drone), base de datos catastral, visor web.

ABSTRACT

The main objective of this research work is to design and implement a Geographic Information System that contributes to the urban cadastre in the district of La Perla, Callao, in such a way that consultations on cadastral lots are facilitated, interactively showing information alphanumeric associated with a location by means of an identifier, in addition to other analysis and management tools. For its elaboration, the information provided by the municipality of La Perla was used, which was obtained in the urban characterization process carried out in the months from July to November of last year. It proceeded with the of graphic information survey because the district doesn't have updated georeferenced cartography. It was carried out with the use of a not tripulated aerial vehicle (drone) that allowed the geospatial processing to be carried out quickly, thus obtaining a database (geodatabase) with graphic and alphanumeric information. Finally, it shared the information in a geographic web viewer on the ArcGIS Online platform, for land management and planning purposes. The applied methodology was based on the Urban Cadastral Survey Manual using a Phantom 4 Pro v2 Drone for the generation of the orthophoto and the of graphic information survey was complemented with the use of Differential GPS (monumentation of the geodetic point of order "C"); A Cadastral Database was generated, in which the blocks, lots and built area were vectorized and delimited, likewise, quality control was carried out using topological rules in the ArcGIS Pro software, which in turn is complemented with a platform web that allows publishing and sharing data dynamically, in this platform called ArcGIS Online the geographic web viewer was designed and created.

Keywords: Geographic information system, urban cadastre, a not tripulated aerial vehicles (drone), cadastral database, web viewer.

I. INTRODUCCIÓN

El catastro urbano es una herramienta de la planificación territorial que consiste en un inventario físico de los predios orientado a un uso multipropósito y se encuentra constituido por la suma de predios continuos que conforman el territorio nacional, incluyendo sus características físicas, económicas, uso, infraestructura, equipamiento y derechos inscritos que sobre ellos recaen.

Con la promulgación de la Ley de Catastro y su posterior reglamento, se establecen estándares y especificaciones técnicas para la formulación, actualización y mantenimiento de la información catastral y así mismo el uso de un sistema informático destinado a integrar la base de datos catastral, la que será gestionada por un Sistema de Información Geográfica (SIG). Los SIG integran información espacial con información alfanumérica de un elemento del mundo real; permiten crear, editar y administrar información de manera eficiente y de forma interactiva tales como características topográficas, uso del suelo, redes de servicios públicos, demografía, entre otras. Estas herramientas son de gran importancia debido a que permiten contar información catastral precisa y actualizada para conocer con exactitud el patrimonio mobiliario e inmobiliario con el que cuenta el distrito, lo que contribuye en, no solo al recaudo de impuestos sino también en una buena planificación de los recursos asignados por el gobierno central.

Esta propuesta de implementación se fundamenta en la importancia que tiene el catastro como base del ordenamiento y planificación territorial; así como en la toma de decisiones para desarrollar proyectos que conlleven al desarrollo sostenible del país.

1.1 Descripción y formulación del problema

1.1.1 Descripción del problema

Es política del Estado Peruano, el promover, facilitar e incorporar el uso de nuevas Tecnologías de Información y Comunicaciones, con el propósito de brindar a la población facilidades de acceso a la información en menor tiempo, integrando servicios digitales. Uno de estos servicios es el Portal de Información de Datos Espaciales, el cual es sistema interactivo de información a los ciudadanos a través de internet, que proporciona servicios y aplicaciones geoespaciales de la información territorial, tales como datos geográficos y mapas, que producen diversos organismos públicos, entre ellos, los gobiernos locales. Hoy por hoy, no existe información de un gobierno local integrado a este portal, sin embargo, existen municipalidades que cuentan con información territorial de sus catastros en sus plataformas webs, a las que se puede acceder a través de sus páginas institucionales, estos corresponden a los distritos del Cercado de Lima, Santiago de Surco, San Isidro y Miraflores. Para contribuir con el acceso a la información geoespacial relacionada al tema territorial, en este caso de un distrito de La Provincia Constitucional del Callao, distrito de La Perla, se ha propuesto el diseño e implementación de un Sistema de Información Geográfica que contribuya al catastro urbano del distrito. Actualmente, este distrito acaba de culminar con el proceso de caracterización urbana, sin embargo, no cuenta información georreferenciada actualizada de sus predios, razón por la cual se realizará un levantamiento catastral (levantamiento de vuelo fotogramétrico con drone) de acuerdo a la normativa actual y vigente, estandarizada por el Sistema Nacional Integrado de Información Catastral – Predial, sistematizando así la información obtenida en el proceso de caracterización urbana y la cartografía digital obtenida de la vectorización de la ortofoto generada, en una plataforma web.

1.1.2 Formulación del problema

¿Cómo se diseñaría e implementaría un Sistema de Información Geográfica (SIG) que contribuya con el catastro urbano en el Sector La Perla Baja del distrito La Perla, Callao?

1.2 Antecedentes

1.2.1 Antecedentes Internacionales

Ruiz et al. (2017) en su tesis “Visor geográfico de indicadores para el desarrollo territorial del área metropolitana de Barranquilla”, tuvieron como finalidad el implementar un Visor Geográfico que permita consultar la cartografía de los indicadores de población, ambientales, sociales y económicos para la ejecución de iniciativas dentro del área metropolitana de Barranquilla, permitiéndole interactuar al usuario, ayudándolo en la toma de decisiones interdisciplinarias, ya que contribuye a la organización y visualización de la información recopilada, mostrándola de una manera más real identificando su ubicación dentro del área metropolitana de Barranquilla cartográficamente; así como también, la generación de una geodatabase en la que se enlazan los datos espaciales y alfanuméricos que se mostrarán en dicho visor. La implementación del geovisor web se desarrolló en tres fases: El análisis de la situación actual, para determinar el alcance de la implementación del geovisor; Levantamiento y análisis de requerimientos, para determinar las necesidades que deberán solucionarse con la implementación del aplicativo y definir el modo en que se visualizará la información; y finalmente el Diseño e implementación del visor geográfico en sí, consolidando las actividades de cada una de las fases mencionadas previamente. Se desarrolló el Visor geográfico en la plataforma de ArcGIS Online Story Maps permitiendo la integración de la tecnología y facilitando la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelación de la información espacial con la finalidad de resolver problemas de planificación, gestión territorial, entre otros. Este

aplicativo integró información geográfica, usos de suelo, servicios públicos, indicadores poblacionales y sistemas viales.

Arias (2017), en su tesis “Desarrollo de un Geoportal utilizando ArcGIS Online con datos del área de salud en el Ecuador”, tuvo como objetivo general el desarrollar un geoportal que le permita al usuario común acceder de manera fácil a la información del área de salud a través de las aplicaciones SIG que se construyeron en dicha plataforma. La metodología empleada se desarrolló en cinco etapas: Recopilación, análisis y procesamiento de la información; Configuración del sitio (tanto en apariencia como en datos informativos); Carga de información (datos geográficos y alfanuméricos) al geoportal; Análisis y geoprocesamiento con herramientas propias del ArcGIS Online; y Diseño e implementación de aplicaciones webs y móviles con herramientas del ArcGIS Online. Cumpliendo con el objetivo de la implementación del geoportal y sus aplicativos tanto webs como móviles, poniéndolo a disposición de la comunidad, con la cual cualquier usuario sin tener conocimientos previos en Sistemas de Información Geográfica podrá acceder según su necesidad, fomentando así el libre acceso a la información pública.

Claros et al. (2017), en su tesis “Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados”, tuvieron como objetivo aplicar fotogrametría aérea a baja altura en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados con fines ingenieriles. Se describió una metodología de tipo descriptiva, para la aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos haciendo uso de fotografías obtenidas con vehículos aéreos no tripulados. Esta metodología comprende la recolección de información bibliográfica, la recolección de datos en campo a partir de fotografías aéreas, puntos de control y puntos de apoyo terrestre, procesamiento de datos

mediante el software especializado en fotogrametría Pix4D Mapper Pro y la discusión de los mismos, detallando cada etapa con una secuencia lógica y ordenada. Concluyendo que, al procesar la información adquirida con esta técnica en programas especializados, se puede obtener información topográfica del terreno, facilitando realizar diversas actividades en la planeación de proyectos; debido a que sus resultados están en formato digital y a la posibilidad de vectorización del contenido reconocible durante la fotointerpretación; así como manejar una cantidad considerable de información con mayor facilidad, convirtiendo a la fotogrametría aérea en una herramienta útil en la elaboración de cartografía, desarrollo de sistemas de información geográfica (SIG o GIS) y la descripción de la topografía de la zona de interés de un proyecto.

1.2.2 Antecedentes Nacionales

Chuquizuta (2021), en su tesis “Diseño e Implementación de un Visor Cartográfico para los Componentes Catastrales de Mobiliario Urbano Aplicando Sistema de Información Geográfica en la Asociación Rosa Luz I Etapa: Distrito Puente Piedra”, tuvo como objetivo principal recolectar información de cuatro (4) clases de componentes catastrales urbanos tales como postes, tachos de basura, hidrantes y casetas de vigilancia, mediante el uso de herramientas tecnológicas como es el aplicativo Survey123 de ArGIS. El aplicativo fue descargado en un equipo móvil, integrando la información recolectada en campo con un visor cartográfico creado en ArcGIS Online mediante el aplicativo ArcGIS Web App Builder con herramientas que sirven para el cuidado del medio ambiente y en la prevención de riesgos domiciliarios y de la seguridad ciudadana. La investigación tuvo tres (3) enfoques: cuantitativo, cualitativo y mixto. La metodología se realizó en tres (3) etapas: preliminar, campo y gabinete.

Puma (2019), en su tesis “Implementación de un Sistema de Información Geográfica para la Gerencia de Desarrollo Económico de la Municipalidad Distrital de Nuevo Chimbote; 2018”, tuvo como objetivo realizar la implementación de un sistema de información geográfica con la finalidad de incrementar los procesos de comercio y transporte urbano. La investigación fue cuantitativa de diseño no experimental, transaccional – descriptivo. Se diseñó el Visor Geográfico GeoNuevoChimbote, cumpliendo con las normas y estándares que garantizan su integridad convirtiéndolo así en una herramienta fundamental para la planificación territorial estratégica y soporte para la toma de decisiones. Dicho visor se desarrolló utilizando software privado ArcGIS permitiendo el acceso instantáneo y en tiempo real a la información del distrito.

Morales (2019), en su tesis “Aplicación de fotogrametría con dron para la actualización de los factores físicos del catastro urbano del distrito de Ticapampa - Recuay - Áncash – 2019”, se aplicó fotogrametría con dron para actualizar los factores físicos del catastro urbano del distrito de Ticapampa. La investigación es de tipo descriptivo, con orientación aplicada, enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y con un diseño no experimental transversal. Los instrumentos empleados fueron la aeronave no tripulada (dron), aplicativo Pix4Dcapture y software Agisoft PhotoScan para realizar la fotogrametría y el Software AutoCAD Civil 3D 2019; tomando como referencia las Especificaciones Técnicas para la Producción de Cartografía Básica Escala 1:1 000 y Especificaciones técnicas para posicionamiento geodésico estático relativo con Receptores Del Sistema Satelital de Navegación Global emitidos por el Instituto Geográfico Nacional (2011 y 2015 respectivamente); Normas técnicas y de gestión reguladoras del catastro urbano municipal emitido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006) para la correcta actualización de los factores físicos del catastro urbano

del distrito. De esta manera se pudo concluir que la aplicación de fotogrametría con dron es eficiente para actualizar los factores físicos del catastro urbano del distrito Ticapampa.

Ramos (2018), en su tesis “Sistema de Información Geográfica para la toma de decisiones en el Catastro del Distrito de Huancané – Puno”, tuvo como objetivo general el de determinar la eficiencia del uso de los Sistemas de información Geográfica básico y dinámico para el catastro. Las técnicas de investigación empleadas fueron: observación directa, tomando datos con herramientas tecnológicas (GPS, cámara y libretas), información geográfica espacial, lo cual consistió en recopilar información de planos topográficos físicos y digitales de la oficina del centro urbano (archivo AutoCAD: DWG y DXF, SIG, Excel, PJG y otros). Determinando la eficiencia de los Sistemas de Información Geográfica en la administración y toma de decisiones del catastro predial en el distrito de Huancané, de acuerdo a la población general y la muestra tomada, frente al método tradicional la reducción del tiempo de consulta es mínimo y reduce tanto el trabajo humano como la reutilización y redundancia de recursos físicos comunes en este tipo de trabajo.

Romero (2018), en su tesis “Metodología de Levantamiento de información Catastral con Drone y Procesamiento Geoespacial en el Asentamiento Humano Los Olivos de Pro. Distrito de Los Olivos”, tuvo por objetivo principal proponer una metodología de levantamiento de información catastral con el uso de DRONE que permitió realizar el levantamiento y procesamiento geoespacial de forma rápida en el espacio urbano de un asentamiento humano y generar planos temáticos para la gestión y planificación territorial. La metodología se basó en el Manual de Levantamiento Catastral Urbano ya establecido, realizando dos levantamientos: gráfico, mediante el vuelo fotogramétrico con dron, generación de ortofoto y digitalización de manzanas y lotes; y alfanumérico, con el uso de una

ficha catastral adaptada a la ficha catastral oficial de la SNCP; posteriormente se realizó un control de calidad a la información obtenida generando así una Base de Datos Catastral en ArcGIS permitiendo la producción de planos temáticos que son la base para la gestión y planificación territorial.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Proponer el diseño e implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) que contribuya con el catastro urbano en el Sector La Perla Baja del distrito La Perla, Callao.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Obtener cartografía base a través de la metodología indirecta de levantamiento catastral (levantamiento de vuelo fotogramétrico con dron).
- Implementar una base de datos (geodatabase) que almacene la información gráfica y alfanumérica.
- Diseñar un visor web geográfico en ArcGIS Online que permita visualizar de manera interactiva la información obtenida.

1.4 Justificación

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo principal el brindar nuevos aportes, así como un avance tecnológico empleando tecnología SIG, desde la obtención de cartografía de manzanas y lotes, mediante el levantamiento de información gráfica con vehículos aéreos no tripulados (drones), hasta el diseño e implementación de un visor web geográfico para la visualización de la información obtenida, de tal manera que le permita a la

municipalidad recopilar, administrar y actualizar la información catastral urbana de su jurisdicción según normativa vigente.

1.4.1 Justificación técnica legal

La investigación se realizará cumpliendo con las normativas técnicas establecidas en la Directiva N° 001-2014-PCM/ONGEI, “Directiva sobre Estándares de Servicios Web de Información Georreferenciada para el Intercambio de Datos entre Entidades de la Administración Pública”, aprobada mediante Resolución Ministerial N° 241-2014-PCM. Asimismo, también se realizará el levantamiento catastral mediante metodología establecida, actualmente vigente.

1.4.2 Justificación práctica

El Sistema de Información Geográfica será diseñado e implementado en la plataforma de ArcGIS Online, que cuenta con aplicaciones como Web App Builder, que permite crear aplicaciones web sin escribir una sola línea de código e incluye herramientas para configurar un conjunto completo de funciones (widgets).

1.4.3 Justificación metodológica

La investigación tiene como objetivo resaltar la importancia del uso de herramientas SIG en los procedimientos de levantamiento catastral desde el uso de vehículos aéreos no tripulados (drone), el software para el procesamiento de las imágenes, el software que permitirá gestionar la información gráfica obtenida a partir de ellas y la publicación de los datos recopilados en la web.

1.4.4 Justificación social

El beneficio social será que el municipio tendrá la información cartográfica y catastral adecuada y actualizada de los predios que conforman parte de su jurisdicción, para los fines que crea conveniente, tal como en el Plan de Desarrollo Urbano con proyectos de mejoras para su población.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

El diseño e implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) le permitiría a la Municipalidad contar con una herramienta para mejorar la gestión municipal en el ámbito catastral.

1.5.2 Hipótesis Específicas

- Al realizar el levantamiento catastral a través de la metodología indirecta (levantamiento de vuelo fotogramétrico con dron) se obtendrá cartografía base.
- Al realizar la sistematización de la información gráfica y alfanumérica se implementará una base de datos (geodatabase).
- Al diseñar e implementar un visor web geográfico en ArcGIS Online se podrá visualizar de manera interactiva la información obtenida.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas

2.1.1 *Catastro Urbano*

Valero & Ribera, (2013) señalan que el catastro urbano es un censo orientado al inventario y diagnóstico de información inmobiliaria, física, jurídica y económica de las ciudades. A su vez, El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006), en su guía de Normas Técnicas y de Gestión reguladoras del Catastro Urbano, señala que dependiendo del tipo de unidad de información territorial en la que se tomen los datos, se le podrá diferenciar, definiendo así al catastro urbano como el inventario de los bienes inmuebles, infraestructura y mobiliario urbano de una ciudad, debidamente clasificado en sus aspectos físicos, legales, fiscales y económicos. El Catastro Urbano está conformado por los Componentes Catastrales Urbanos y los Componentes Catastrales Prediales.

2.1.2 *Componentes Catastrales Prediales del Catastro Urbano*

Conformado por grupos de datos que permiten identificar y registrar las unidades catastrales (unidad mínima de registro) de una jurisdicción urbana, cuantificando y cualificando cada registro con datos que permitan localizarlo, caracterizarlo, conocer sus atributos de pertenencia, atributos de orden económico, entre otros. Se construye a partir de dos tipos de datos: gráficos y alfanuméricos.

2.1.3 *Catastro Multifinalitario o Multipropósito*

De acuerdo con Fuentes (2010), el catastro multifinalitario es aquel catastro cuyo producto será utilizado como base de información para múltiples propósitos en distintas instituciones, por lo que el diseño de su investigación contiene los aspectos básicos del interés compartido. Un catastro multifinalitario está formado por un conjunto de datos, tan importantes

para un territorio/país que necesariamente lo llevan al establecimiento de un banco de información, que se constituye en el centro de donde se derivan diversas actividades. Se convierte en el centro de inteligencia de una municipalidad, y por lo tanto requiere de mantenimiento y actualización continua para el beneficio de sus usuarios.

Tabla 1

¿Por qué un catastro multipropósito?

Catastro Actual	Catastro Multipropósito
No tiene la forma detallada de los predios.	Provee forma detallada de los predios
No hace barrido completo de predios (disperso)	Incorpora barrido masivo de predios
Linderos imprecisos	Define linderos precisos
No es coherente con el registro de propiedad	Permite interoperabilidad de sistemas
No permite la interoperabilidad de sistemas.	Articula el catastro con el registro de la propiedad

Nota: Adaptado de “Política para la adopción y puesta en marcha de un catastro multipropósito rural – urbano”, Liliana Bustamante. 2016.

2.1.4 Levantamiento Catastral

2.1.4.1 Actividades Previas. De acuerdo al Manual de Levantamiento Catastral Urbano (2012), de la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos, dentro de las actividades previas al levantamiento catastral, se recopilará toda la información existente del área de estudio, se definirá la metodología de trabajo y se seleccionará al personal (oficina técnica y brigadas de campo), asimismo, se coordinará con las autoridades de turno.

2.1.4.2 Levantamiento Catastral de los Componentes Catastrales Prediales. El levantamiento catastral del dato gráfico se lleva a cabo a través de dos metodologías propuestas: indirecta, mediante el uso de ortofotos y planos cartográficos resultantes de la restitución; y la directa con el uso de equipos GPS diferenciales o topografía clásica, que sólo serán utilizados en zonas donde las ortofotos y planos cartográficos resultantes de restitución no consignan

brindar la información necesaria y se requiera complementar la base cartográfica, o bien donde las municipalidades así lo decidan, ya sea porque tienen gran parte de su información gráfica obtenida mediante topografía, o porque sus exigencias de precisión obliguen a su uso. Asimismo, señalan que existe una metodología mixta, que consiste en la obtención de ortofoto y cartografía digital a través de restitución, pero complementándola con la medición de las manzanas y frentes de los predios con topografía clásica, de manera que la restitución esté condicionada a las mediciones directas. Se considera que principalmente debe emplearse la metodología indirecta y que en casos muy excepcionales se requerirá el uso de GPS y equipos topográficos.

El levantamiento catastral del dato alfanumérico (información tabular), se plantea en la obtención de datos de los propietarios o poseedores y de las características de los predios y de sus construcciones, basados en las recomendaciones hechas en el Manual de Diagnóstico de los Datos Catastrales, en donde recomiendan evitar la toma de datos que no aporten nada a la seguridad jurídica de los bienes, a su valor o ubicación y se recomienda que las fichas de campo no contengan ningún dato sobre mediciones, si es que se realiza una metodología indirecta, solamente la medida del frente del predio, así como evitar información que no sea complementaria y que pueda obtenerse desde la propia Municipalidad.

2.1.5 Metodología de Levantamiento Catastral

2.1.5.1 Metodología indirecta o Método Fotogramétrico. La Ley N° 28294 (2004) señala que la obtención de la cartografía de manera indirecta se basa en la obtención de ortofotos y cartografía digital mediante métodos fotogramétricos para llevar a cabo los levantamientos catastrales urbanos. Cuando el tipo de levantamiento catastral se realiza de

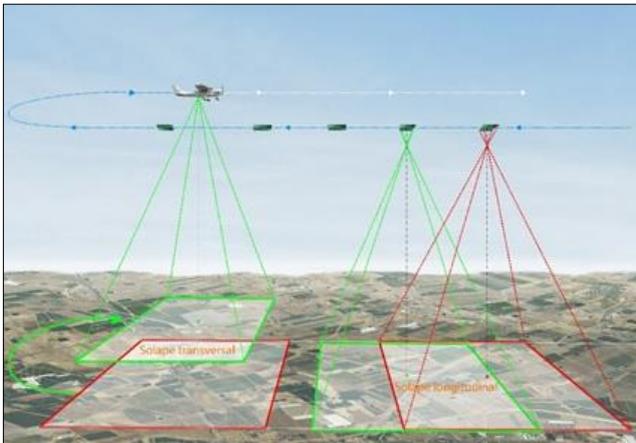
manera indirecta, se deberá plantear la realización de un vuelo fotogramétrico a escalas: 1/2500; 1/1000 y/o 1/500; que refleje fielmente la realidad urbana del distrito.

En el método fotogramétrico las imágenes son obtenidas por medios fotográficos y la medición se realiza a distancia, sin que exista contacto físico con el objeto. Usualmente se suelen tomar estas imágenes por aeronaves pilotadas a distancia (RPAS), llamados también drones, son muy útiles para realizar levantamientos de carácter geográficos. Las etapas fundamentales del método fotogramétrico son:

- Vuelo fotogramétrico, cuyo objetivo principal es cubrir estereoscópicamente las áreas de trabajo para la restitución de cartografía y/u obtención de ortofoto a escala requerida.

Figura 1

Vuelo fotogramétrico



Nota: Las tomas fotográficas para los vuelos son verticales, la trayectoria que debe recorrer un avión ha de ser tal que las fotografías tengan un solape o zona común fotografiada, tanto en la dirección del avance del vuelo como entre las pasadas adyacentes. Tomado de “El Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA)”, Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana del Gobierno de España.

- Apoyo terrestre, indispensable para determinar la posición planimétrica y altimétrica de los puntos de apoyo necesarios para el ajuste de las imágenes obtenidas.

Figura 2*Puntos de apoyo terrestre*

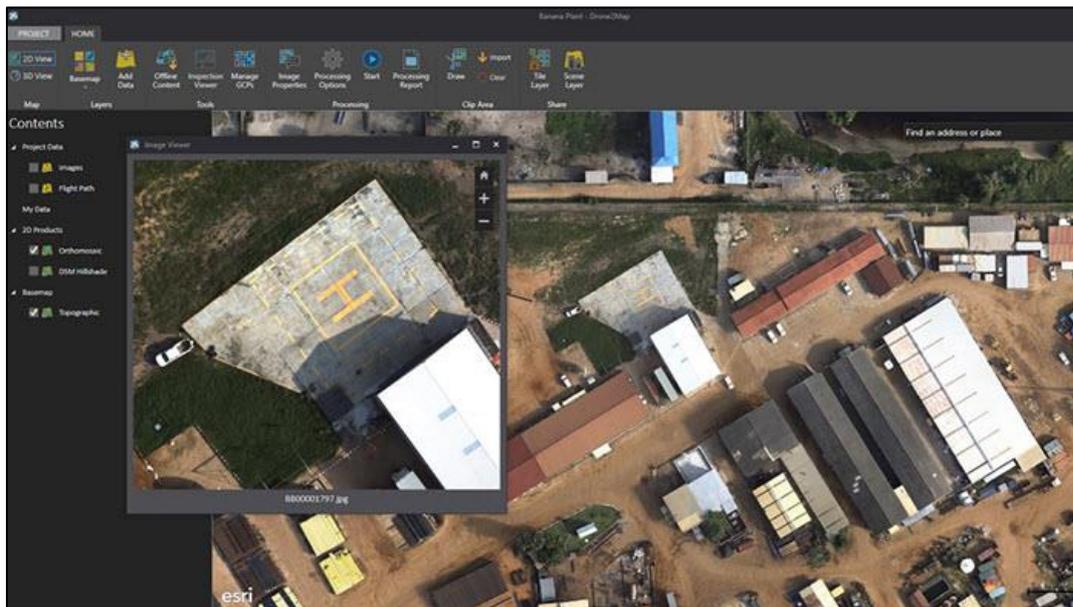
Nota: El tipo de marca a colocar dependerá de algunos factores como tipo de terreno (rural o urbano) o condiciones de la precipitación. En zonas urbanas se recomienda marcar con pintura en lugares estratégicos. Tomado de “Para qué sirven los Puntos de Apoyo Fotogramétrico” de Soluciones Geográficas S.R.L. (<https://solucionesgeograficas.com/levantamiento-fotogrametrico/>).

- Restitución fotogramétrica¹, que permite la vectorización de la información captada mediante la digitalización sobre la ortofoto generada.

¹ <http://www.sigla-sas.com/restitucion-fotogrametrica-y-cartografia.html>

Figura 3

Software de generación de Ortofoto



Nota: Tomado de Telemática.

2.1.6 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Según Cowen (1989) un sistema de información geográfica un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, gestión, manipulación, análisis, modelado y visualización de datos espacialmente referenciados para resolver problemas complejos de planeamiento y gestión.

2.1.6.1 Componentes de un SIG.

A. Equipos (Hardware). Es el computador donde opera el SIG. Hoy por hoy, los SIG se pueden ejecutar en una gran variedad de plataformas, que pueden variar desde servidores (computador central) a computadores desktop (escritorio) o laptop (portátil) que se utilizan en las configuraciones de red o desconectado.

B. Programas (Software). Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas que se requieren para almacenar, analizar y desplegar información geográfica.

Los componentes más importantes:

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica.
- Un sistema de administración de base de datos.
- Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
- Interfase gráfica para el usuario para acceder fácilmente a las herramientas.

C. Recurso humano. La tecnología SIG está limitada si no se cuenta con el personal adecuado que opere, desarrolle y administre el sistema, y llevar a cabo los planes de desarrollo para aplicarlos a los problemas del mundo real.

D. Metodología y Procedimientos. Para que un SIG tenga éxito, este debe operar de acuerdo a un plan bien diseñado y estructurado y acorde con las reglas de la empresa o institución, que son los modelos y prácticas operativas características de cada organización.

E. Datos. Posiblemente los componentes más importantes de un SIG son los datos. Los datos geográficos y tabulares relacionados pueden colectarse en la empresa, en terreno o bien adquirirlos a quien implementa el sistema de información, así como a terceros que ya los tienen disponibles.

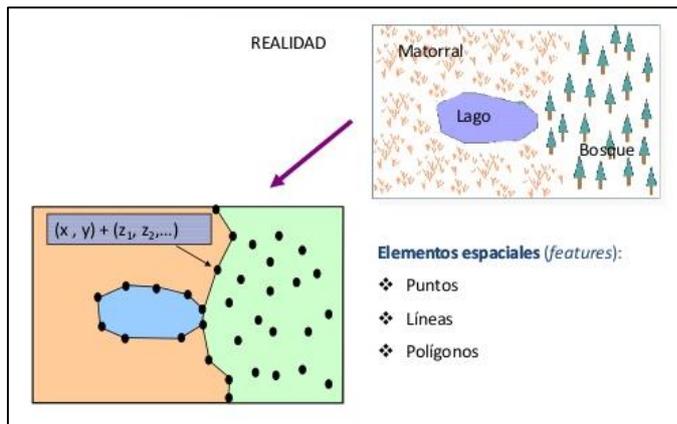
Figura 4*Componentes de un SIG*

Nota: Tomado de “Componentes de un SIG”, Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín, 2021.

2.1.6.2 Representación de la información. El SIG separa y almacena la información en diferentes layers o capas temáticas, la combinación de diferentes capas de información permite de manera rápida y sencilla visualizar distintos mapas.

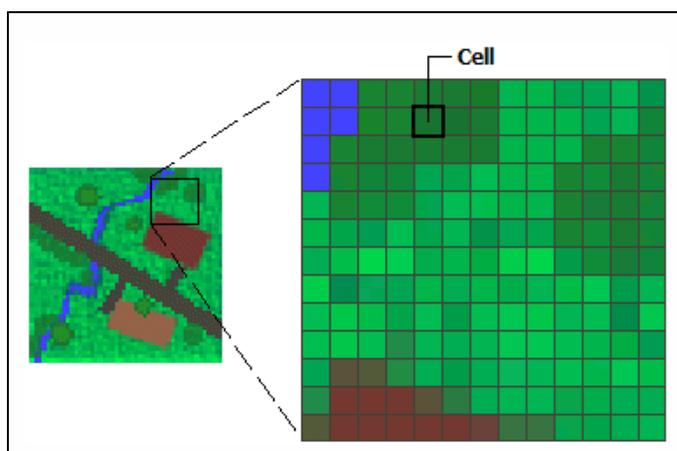
A. Formato vectorial. Los elementos geográficos se representan a partir de tres estructuras básicas: puntos, líneas y polígonos².

² <https://geoinnova.org/blog-territorio/modelo-vectorial-y-modelo-raster/>

Figura 5*Formato vectorial*

Nota: Tomado de “Sistemas de Información Geográfica” de Luis Fonseca Consultoría. (<https://luisfonsecablog.wordpress.com/fonsecacia/sistemas-de-informacion-geografico/>).

B. Formato ráster. En su forma más simple, un ráster consta de una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información, como la temperatura. Los rásteres son fotografías aéreas digitales, imágenes de satélite, imágenes digitales o incluso mapas escaneados³.

Figura 6*Formato ráster*

Nota: Tomado de ESRI.

³ <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>

2.1.6.3 Funciones de un SIG. Las funciones básicas y habitualmente más utilizadas de un SIG son el almacenar, visualizar, consultar y analizar información geográfica con el fin de contribuir a resolver problemas complejos de planificación y gestión del territorio⁴. Su potencialidad no reside en almacenar la información para graficar mapas, por el contrario, su mayor riqueza reside en la asistencia para la interpretación y análisis de relaciones, patrones y tendencias que no son posibles de ver con los mapas tradicionales, inventarios o gráficos.

2.2 Definición de términos

- **Drone (RPA).** Según Vergara, et al. (2015) la sigla RPA proviene del inglés, que traducido significa “aeronave pilotada remotamente”, con esto nos referimos a un subconjunto de vehículos aéreos no tripulados (VANT) generalmente conocidos como drones. Están controlados necesariamente por alguien desde una estación remota, este control no tiene por qué ser en el más estricto modo de vuelo manual como ocurre con los tradicionales aparatos radio /control, sino que pueden hacer uso de sistemas de vuelo asistido o pilotos automáticas, pero siempre con el seguimiento de una persona capaz de ejercer mando sobre ellos en cualquier momento del vuelo.
- **Puntos de Apoyo Terrestre.** Determinarán la precisión del levantamiento fotogramétrico, según Gonzalez (2015) es indispensable la colocación de estos puntos, así como el número y la ubicación adecuada de estos. Estos pueden ser levantados con estación total o con receptores GNSS y RTK. Cuanto mejor sea el

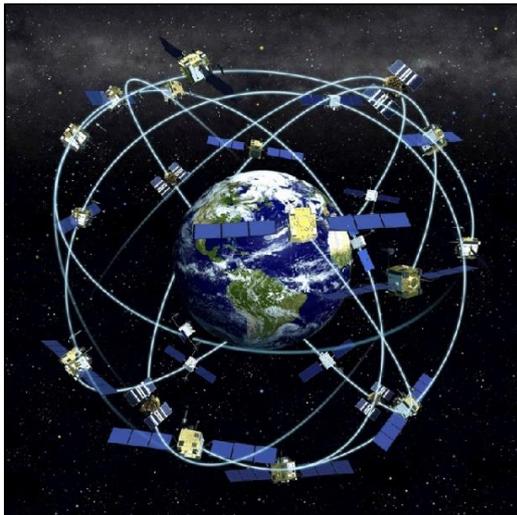
⁴ <https://www.um.es> > sigmur > temariohtml > node17_mn

equipo y método de captación de la información, mayor precisión tendremos en el apoyo terrestre.

- **Sistema de Posicionamiento Global (GPS).** Acrónimo del inglés Global Position System. Es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave. Según la NASA es un sistema de más de 30 satélites de navegación que giran alrededor de la Tierra y se compone de tres partes: satélites, estaciones terrestres y receptores.

Figura 7

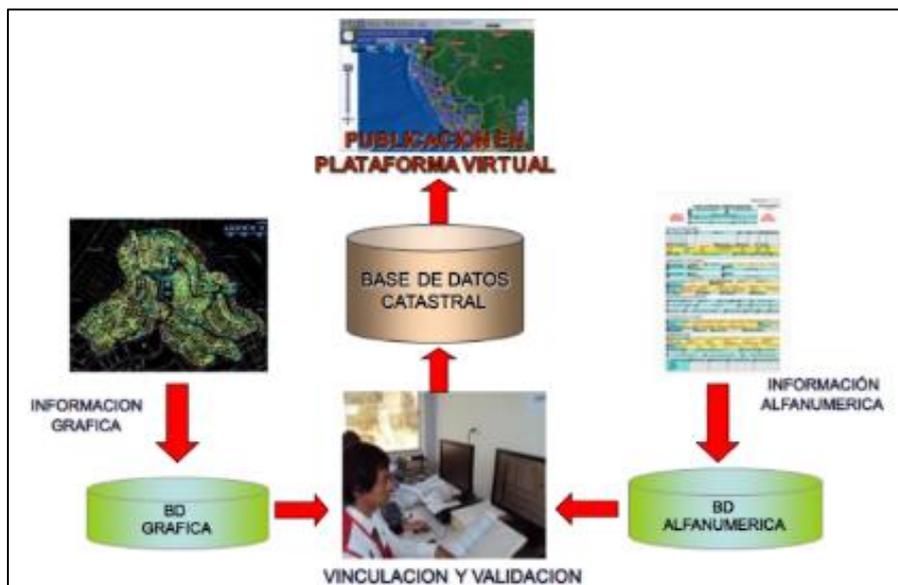
GPS.



Nota: Tomado de “¿Cómo funciona un GPS?” de NASA Space Place (Crédito: NOAA.)

- **Georreferenciación.** Según Guimet (2003), es la posibilidad de situar cada uno de los datos del sistema mediante una referencia geográfica que es una condición necesaria para la carga en la base cartográfica, en donde la forma más usual y precisa para localizar cualquier punto de la superficie terrestre es a través de un sistema de coordenadas.

- **Ortofoto.** SNCP (2011). También llamada ortofotomapa u ortofotografía, es una presentación fotográfica de una zona de la superficie terrestre, en la que todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y deformaciones, con la misma validez de un plano cartográfico.
- **Cartografía.** Según Perez et al (2011), es el arte, ciencia y la técnica del diseño, producción y utilización de representaciones que transmiten información espacial mediante un sistema geométrico de símbolos gráficos.
- **Base de Datos Geográfica.** Es una colección de datos organizada de tal manera que sirvan efectivamente para una o varias aplicaciones SIG. Esta base de datos comprende la asociación entre sus dos principales componentes: datos espaciales y atributos o datos no espaciales. La esencia de un SIG está constituida por una base de datos geográfica.
- **Base de Datos Catastral (BDC).** Conjunto de datos gráficos y alfanuméricos que describen las características físicas, jurídicas y económicas de predios catastrados. Está compuesta por toda la documentación actual o antigua.

Figura 8*Base de Datos Catastral**Nota:* Tomado de COFOPRI.

- **Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP).** Es el conjunto articulado de políticas, estándares, organizaciones, recursos humanos y tecnológicos destinados a facilitar la producción, uso y acceso a la información geográfica del Estado a fin apoyar el desarrollo socio-económico y favorecer la oportuna toma de decisiones⁵.
- **Geoportales.** Un geoportal es una puerta de enlace a recursos geoespaciales basados en web, que le permite descubrir, visualizar y acceder a información y servicios espaciales disponibles gracias a las organizaciones que los ofrecen. De igual manera, los proveedores de datos pueden usar el geoportal para hacer que sus

⁵ <https://www.geoidep.gob.pe/que-es-la-idep>

recursos geoespaciales se puedan descubrir, visualizar y que sean accesibles para los demás.⁶

- **Software licenciado**⁷. Es la autorización que otorga un autor o autores para permitir el derecho a terceras personas de utilizar su creación o recurso.
- **ArcGIS Pro**. Es la aplicación de SIG de escritorio profesional más actual de Esri. Con ArcGIS Pro, puede explorar, visualizar y analizar datos, crear mapas 2D y escenas 3D, además de compartir su trabajo con ArcGIS Online o un portal de ArcGIS Enterprise.⁸
- **ArcGIS Online**. Es un software de creación de mapas basado en la web de Esri, que permite interactuar con los datos, como hacer zoom, realizar búsquedas en mapas, asimismo ofrece herramientas de análisis para compartir con personas en específicas o con todo el mundo. Se pueden publicar datos desde ArcGIS Desktop, ArcGIS Pro o desde la misma plataforma de ArcGIS Online, las capas serán alojadas en la nube de Esri.
- **Web AppBuilder**. Es una aplicación intuitiva de ArcGIS que incluye herramientas para configurar aplicaciones HTML con un conjunto completo de funciones. A medida que agrega un mapa y herramientas, puede verlos en la aplicación y usarlos inmediatamente.⁹

⁶ <https://enterprise.arcgis.com/es/inspire/10.8/get-started/introduction-to-geoportals.htm>

⁷ <https://blog.conzultek.com/noticias/que-es-la-licencia-de-software>

⁸ <https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/get-started/get-started.htm>

⁹ <https://enterprise.arcgis.com/es/web-appbuilder/latest/create-apps/what-is-web-appbuilder.htm>

- **Web Map Service (WMS).** El Servicio de mapas en la web son mapas dinámicos que permiten la visualización, superposición y consulta puntual de mapas generados desde uno o varios servidores en diferentes entidades públicas o privadas. Este servicio se puede publicar desde ArcGIS Pro. Según ESRI, estos servicios admiten las siguientes operaciones:

Tabla 2*Operaciones del Servicio de Mapas Web (WMS)*

Operaciones	Función
GetCapabilities	Solicitar metadatos acerca del servicio
GetMap	Solicitar una imagen de mapa
GetFeatureInfo	Solicitar información acerca de las entidades del mapa
GetStyles	Solicitar estilos definidos por el usuario
GetLegendGraphic	Solicitar símbolos de leyenda

- **Feature Layer.** Una capa de entidades es una agrupación de entidades geográficas similares, por ejemplo: edificios, parcelas, ciudades, carreteras, entre otros. Las características pueden ser en formato vectorial (puntos, líneas o polígonos). Las capas de entidades son las más apropiadas para visualizar datos sobre sus mapas base. Se pueden establecer propiedades para las capas de entidades tales como estilo, transparencia, rango de visibilidad a determinada escala y etiquetas, que controlan cómo aparece la capa en el mapa. Con una capa de entidades, puede ver, editar, analizar y ejecutar consultas sobre entidades y sus atributos.
- **Tile Service.** Según ESRI, las capas de teselas son archivos de imagen (por ejemplo, en formato JPG o PNG) que han sido renderizados previamente y almacenados en el servidor.

Las capas de teselas ráster son más apropiadas para los mapas base que brindan a sus mapas un contexto geográfico. Las capas de teselas ráster también pueden estar compuestas por capas operativas estáticas, como mapas temáticos de sus datos.

2.3 Marco Legal

- **Decreto Supremo N° 001-2020-VIVIENDA**, que declara de necesidad pública y de prioritario interés nacional el desarrollo y consolidación de la Formalización de la Propiedad Predial y del Catastro Urbano Nacional.
- **Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia Constitucional del Callao 2011 – 2022 (Tomo III)**, el que indica en su análisis FODA que una de las debilidades de la provincia es la falta de catastro como instrumento multifinalitario, para lo cual propone como estrategia su implementación.
- **Resolución Jefatural N° 139-2015/IGN/UCCN**, que aprueba la Norma Técnica Geodésica Especificaciones Técnicas para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores del Sistema Satelital de Navegación Global, con el objetivo de permitir la unificación de métodos y procedimientos, en un marco de referencia geodésico. Todos los trabajos de georreferenciación deben estar referidos a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), tomando el origen definido por el Instituto Geográfico Nacional.
- **Resolución Ministerial N° 241-2014-PCM**, que aprueba la Directiva N° 001-2014-PCM/ONGEI: “Directiva sobre Estándares de Servicios Web de Información

Georreferenciada para el Intercambio de Datos entre Entidades de la Administración Pública”.

- **Decreto Supremo N° 133-2013-PCM**, mediante el cual se establecen lineamientos y mecanismos para facilitar el acceso e intercambio de información espacial entre entidades de la Administración Pública que utilicen, produzcan o financien la producción de datos espaciales o georreferenciados.
- **Resolución N° 04-2012-SNCP/CNC**, que aprueba los Manuales de Levantamiento Catastral Urbano, Levantamiento Catastral Rural, Protocolo de Actuación en el Levantamiento Catastral, Mantenimiento Catastral, Actualización Catastral y Estándares Cartográficos Aplicados al Catastro que deben cumplir las entidades generadoras de catastro.
- **Resolución Jefatural N° 086-2011-IGN/OAJ/DGC**, que modifica la Resolución Jefatural N° 079-2006-IGN/OAJ/DGC, se constituyó como Red Geodésica Horizontal a la Red Geodésica Geocéntrica Nacional (REGGEN), la misma que tiene como base el Sistema de Referencia Geocéntrica para las Américas (SIRGAS) sustentado en el Marco Internacional de Referencia Terrestre 2000 y el Elipsoide de referencia es el World Geodetic System 1984 (WGS84).
- **Resolución Jefatural N° 089-2011-IGN/JEF/OGA**, que aprueba la Norma Técnica Especializaciones Técnicas para la Producción de Cartografía. Escala 1:1000, con la finalidad de estandarizar procedimientos y parámetros cartográficos

usados por todas las entidades públicas y privadas que producen o emplean información geoespacial.

- **Decreto Supremo N° 069-2011-PCM**, que crea el Portal de la Información de Datos Espaciales del Perú (GEOIDEP), como un sistema interactivo de información se proporcionará un servicio unificado de datos, servicios y aplicaciones geoespaciales de información territorial que producen entidades del sector público y privado. Administrado por la Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática de la Presidencia del Consejo de Ministros.
- **Resolución N° 05-2010-SNCP/CNC**, que aprueba la Directiva N° 02-2010-SNCP/ST – Estructura de Datos Gráficos de la Base de Datos Catastral Urbana del Sistema Nacional integrado de Información Catastral Predial.
- **Resolución N° 001-2009-SNCP/CNC**, que aprueba directivas sobre estructura de Datos Alfanuméricos de la Base de Datos Catastral Urbana, Declaración de Zona Catastrada y Formatos de las Hojas Informativas Catastrales Urbana y Rural.
- **Ley N° 28294**: Ley que crea el Sistema Nacional Integrado de Catastro y su vinculación con el Registro de Predios y su reglamento aprobado mediante **Decreto Supremo N° 005-2006-JUS**, con la finalidad de regular la integración y unificación de los estándares de nomenclatura y procesos técnicos de las diferentes entidades generadoras de catastro en el país.

- **Resolución Ministerial N° 155-2006-VIVIENDA**, que aprueba las Normas Técnicas y de Gestión Reguladoras del Catastro Urbano Municipal, con la finalidad de dotar al país una metodología única para la elaboración de catastros urbanos municipales.
- **Resolución Jefatural N° 079-2006-IGN/OAJ/DGC**, que establece el Sistema Geodésico Oficial conformado por la Red Geodésica Horizontal Oficial y la Red Geodésica Vertical Oficial, como sistema de referencia único a nivel nacional.
- **Resolución Jefatural N° 112-2006-IGN/OAJ/DGC/J**, que establece como Sistema de Proyección Cartográfico para la República del Perú el Sistema Universal Transverse de Mercator.
- **Ley N° 27972: Ley Orgánica de Municipalidades.**

Artículo 73.- Materias de competencia municipal. “Las municipalidades, tomando en cuenta su condición de municipalidad provincial o distrital, asumen las competencias y ejercen las funciones específicas señaladas en el Capítulo II del presente Título, con carácter exclusivo o compartido, en las materias siguientes: 1. Organización del espacio físico – Uso del suelo: 1.2 Catastro urbano y rural...”.

Artículo 79.- Organización del espacio físico y uso del suelo. “Las municipalidades, en materia de organización del espacio físico y uso de suelo ejercen las siguientes funciones... 3. Funciones específicas exclusivas de las municipalidades distritales: 3.3. Elaborar y mantener el catastro distrital...”.

- **Ley N° 27806:** Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública

Artículo 10.- Información de acceso público: “Las entidades de la Administración Pública tienen la obligación de proveer la información requerida... en cualquier formato, siempre que haya sido creada u obtenida por ella o que se encuentre en su posesión o bajo su control... Se considera información pública cualquier tipo de documentación financiada por el presupuesto público...”.

2.4 Marco Institucional

Tabla 3

Entidades generadoras de cartografía catastral en el Perú con servicios de mapas web

Entidad	Enlace
Instituto Geográfico Nacional: Infraestructura Nacional de Datos Geoespaciales Fundamentales del Perú (IDEP)	https://www.idep.gob.pe
Organismo de Formalización de la Propiedad Informal - COFOPRI: GEO LLAQTA, Plataforma Única de Catastro Multipropósito.	http://catastro.cofopri.gob.pe/geollaqta
Superintendencia Nacional de los Registros Públicos - SUNARP: Base Gráfica Registral.	No es de acceso público.
Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET: GEOCATMIN, Sistema de Información Geológico y Catastro Minero.	https://geocatmin.ingemmet.gob.pe
Superintendencia Nacional de Bienes Estatales - SBN: SINABIP LIBRE, Sistema de Información Nacional de Bienes Estatales	https://catastro.sbn.gob.pe/scl

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego – MIDAGRI: SICAR, Sistema Catastral para Predios Rurales	https://georural.minagri.gob.pe/sicar
Instituto Catastral de Lima - ICL: SIT, Sistema de Información Territorial	http://sit.icl.gob.pe/gde_pvp
Municipalidad Distrital de San Isidro: GeoVisor	http://sic.munisaniidro.gob.pe/MSIGeoportal
Municipalidad Distrital de Miraflores: GISCAT, Sistema de Información Geográfica Catastral	https://sig.miraflores.gob.pe/miraflores
Municipalidad Distrital de Santiago de Surco	http://apps.munisurco.gob.pe/geoportalms
Instituto Metropolitano de Planificación: Sistema de Información Geográfica - IMP	https://mmlimp.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=c90473b7c83d43348076d6e44033c797

Nota: Elaboración propia.

III. METODO

3.1 Tipología de Investigación

3.1.1 Método

Deductivo, según Abreu (2014) este método permite determinar las características de una realidad particular que se estudia por derivación o resultado de los atributos o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general formuladas con anterioridad. Permite generalizar a partir de casos particulares y ayuda a progresar en el conocimiento de las realidades estudiadas.

3.1.2 Orientación

Aplicada, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación.

3.1.3 Enfoque

Cuantitativo, según Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalan que una investigación de este tipo de enfoque parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. Cada etapa representa un conjunto de procesos secuencial al otro. Este enfoque se fundamenta en la recolección de datos.

3.1.4 Tipo y Nivel

Descriptivo ya que se realiza recogiendo información sobre las variables a las que se refiere. Se observarán y describirán los fenómenos, situaciones, contextos y sucesos tal cual se presentan en su entorno natural de la zona de estudio.

3.1.5 *Diseño*

No experimental, el investigador trabajará en el ambiente natural en que conviven las personas y las fuentes consultadas, de las que se obtendrán los datos más relevantes para luego analizarlos; y transversal porque los datos fueron recopilados en un momento único.

3.2 *Ámbito temporal y espacial*

3.2.1 *Ámbito temporal*

El periodo de la presente investigación corresponde a los meses del periodo 2020-2022.

- Año 2020: Formulación del problema y planteo del problema. Elaboración del Plan de Tesis.
- Año 2021: Recopilación de información y coordinaciones con la Municipalidad Distrital de La Perla.
- Año 2022: Información recopilada en campo y procesamiento de la información gráfica hasta su sustentación.

3.2.2 *Ámbito espacial*

Departamento: Lima

Provincia: Provincia Constitucional del Callao

Distrito: La Perla

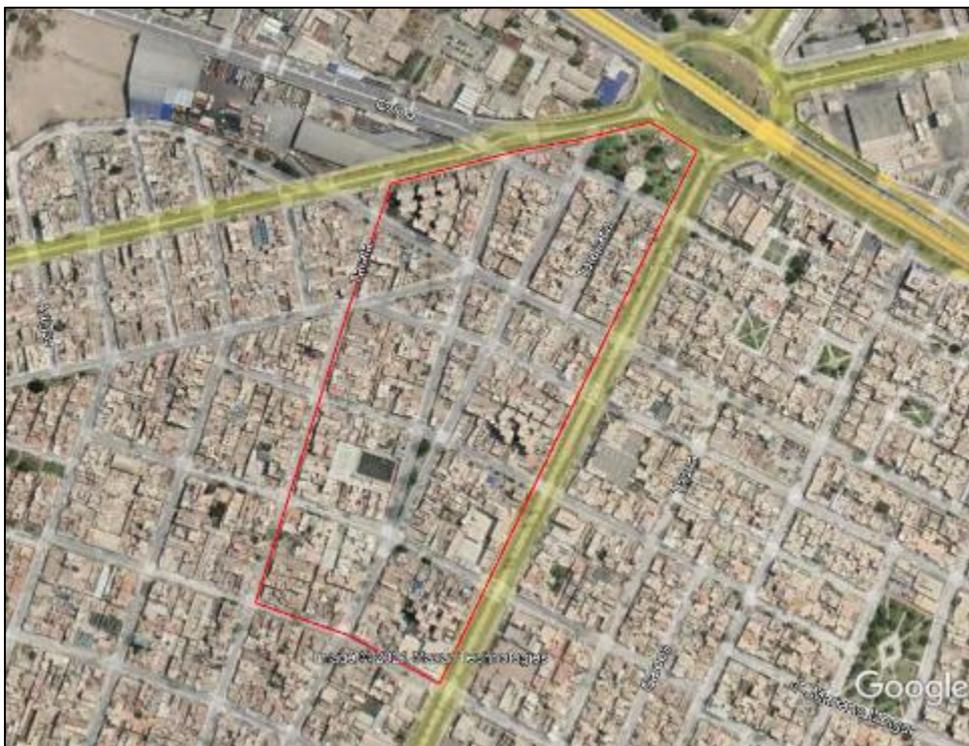
Sector distrital: La Perla Baja

Sector catastral: 03

El área de estudio se encuentra dentro del sector catastral 03, que corresponde al sector de La Perla Baja.

Figura 9*Sector Catastral 03*

Nota: Tomado de Google Earth.

Figura 10*Área de estudio*

Nota: Tomado de Google Earth.

3.3 Variables

Tabla 4

Operacionalización de variables

Variable Dependiente	Variable Independiente	Dimensión	Indicador	Instrumento	
Catastro Urbano	Sistema de Información Geográfica	Actividades previas	Diagnóstico territorial	Fichas y fotografías	
		Metodología directa para obtención de cartografía	Punto de orden “C” monumentado	GPS Diferencial	
		Metodología indirecta para obtención de cartografía	Estación de Rastreo Permanente	GPS/GNSS Diferencial	
			Plan de vuelo fotogramétrico	Drone	
			Puntos de fotocontrol	GPS Diferencial (Rover)	
			Procesamiento de imágenes Ortofoto	Agisoft Photoscan	
			Linderación	Vectorización de predios urbanos	
			Base de datos catastral	ArcGIS Pro	
			Visor web geográfico	Features Web Services	ArcGIS Online
			Web App Builder		

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población para el presente trabajo de investigación está comprendida por las 98 manzanas del Sector Catastral 03, correspondiente al Sector de La Perla Baja del distrito La Perla, Callao. (Fuente: Plano del Sector Catastral 03 del proceso de caracterización urbana de La Perla, 2021).

3.4.2 Muestra

La muestra es un subconjunto de la población. Para la presente investigación se realizará un muestreo intencional, es decir, que el investigador realizará la selección del área de estudio. Bajo este enfoque la muestra para la investigación estará conformada por las 18 manzanas que forman parte del Sector Catastral 03, correspondiente al Sector de La Perla Baja del distrito La Perla, Callao.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Obtención de cartografía base mediante metodología indirecta

3.5.1.1 Monumentación del Punto Geodésico de Orden “C”.

A. Etapa de campo.

1 Receptor GNSS Trimble GR8-3. (ver Figura N°11).

Figura 11

Imagen frontal y posterior del receptor



Nota: Tomado del Informe de Certificación del Punto Geodésico de Orden “C”.

B. Etapa de gabinete.

Software de procesamiento de información geodésica y topográfica como Trimble Business Center v5.20.

Formulario de información de la estación GNSS de rastreo permanente del Instituto Geográfico Nacional.

3.5.1.2 Vuelo Fotogramétrico con Drone.

A. Etapa de campo.

- Drone Phantom 4 Pro v.2 y accesorios. (ver Figura N° 12).
- 1 GPS Trimble GR8s Diferencial (Rover).
- Aerosol para marca los puntos de fotocontrol.

Figura 12

Drone Phantom 4 Pro v.2



Nota: Tomado de la Tesis Evaluación de confiabilidad del Drone Phantom 4 Pro v2.0 para calcular el índice de condición del pavimento flexible en Av. Miraflores del distrito de Comas, Lima – 2020.

B. Etapa de gabinete. Software de procesamiento de información fotogramétrica como Agisoft Photoscan y Pix4D.

3.5.2 Implementación de Base de datos (geodatabase)

3.5.2.1 Información Gráfica. Software ArcGIS Pro para el geoprocesamiento de la información gráfica.

3.5.2.2 Información Alfanumérica. Información proporcionada por la Municipalidad de La Perla del proceso de caracterización urbana, considerada como una fuente secundaria.

3.5.3 *Diseño del Visor web geográfico*

Herramientas de ArcGIS Online como Web App Builder.

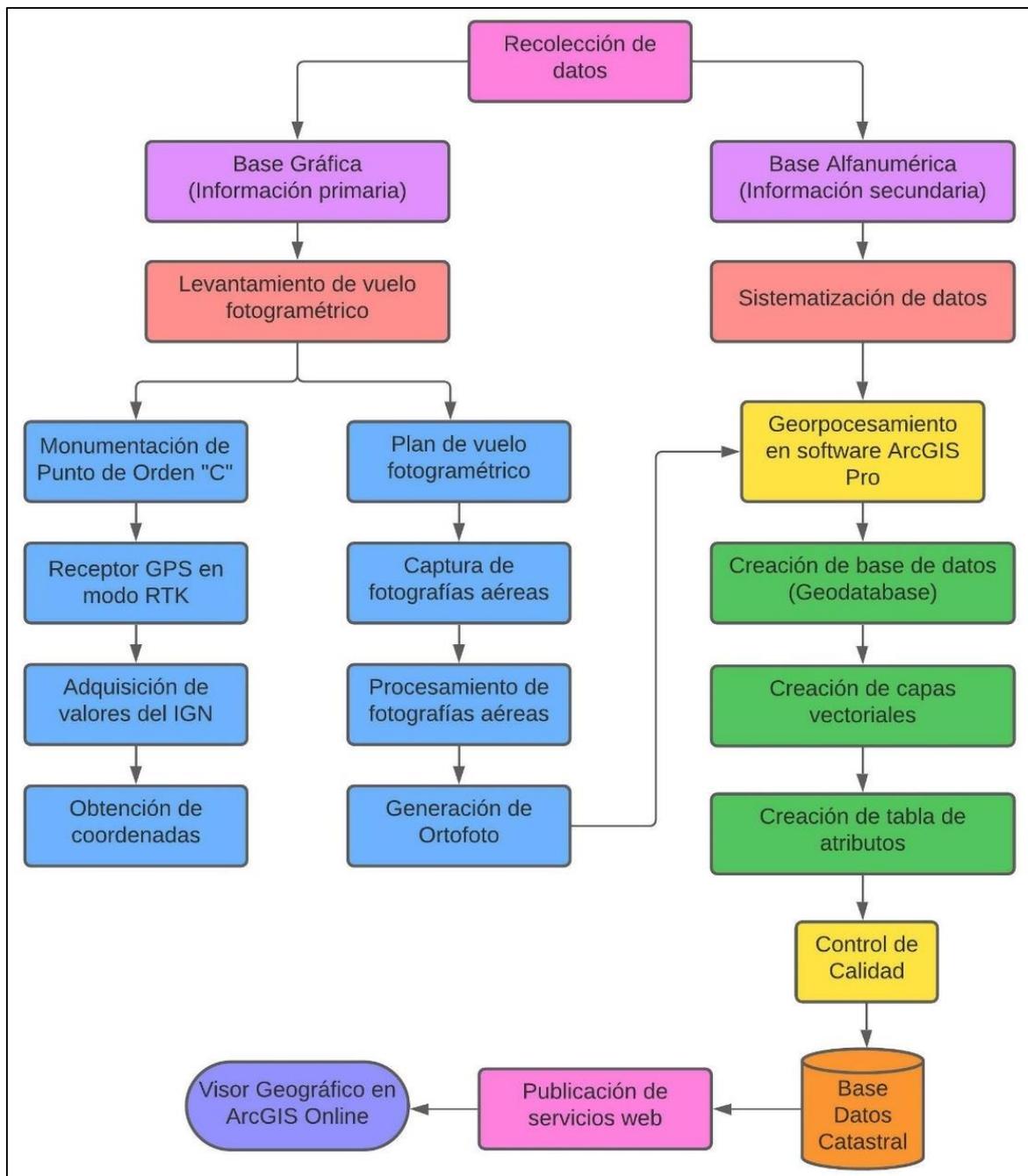
3.6 Procedimientos

3.6.1 *Obtención de cartografía base mediante metodología indirecta*

Los procedimientos empleados se basaron el Manual de Levantamiento Catastral Urbano, el que estandariza la metodología para la obtención de cartografía mediante la configuración de receptores GPS y móviles e identificación de Estaciones Base y la adquisición de valores de puntos de las estaciones que componen la red geodésica nacional; complementada con el levantamiento de vuelo fotogramétrico con drone para la obtención de ortofotos georreferenciadas, obteniendo la cartografía catastral mediante la digitalización de los linderos de manzanas y lotes. La información alfanumérica fue proporcionada por la Municipalidad distrital de La Perla, del proceso de diagnóstico territorial realizado en los meses de julio a noviembre del 2021.

Figura 13

Diagrama de metodología de trabajo empleada para la obtención de cartografía base y posterior implementación del visor web geográfico



Nota: Elaboración propia.

3.6.2 Diseño del Visor web geográfico

Asimismo, para la diseño y creación del visor web geográfico se tomó como referencia la Directiva que Estandariza los Servicios Web de Información Georreferenciada, ya que uno

de los servicios interoperables que esta directiva promueve para el intercambio de datos entre entidades de la administración pública son los Servicios de Mapas Web (WMS), los que permiten la visualización de información georreferenciada, permitiendo la superposición visual entre los datos y compartida en servidores y visores de mapas, en este caso el de ESRI.

3.6.3 Fase previa

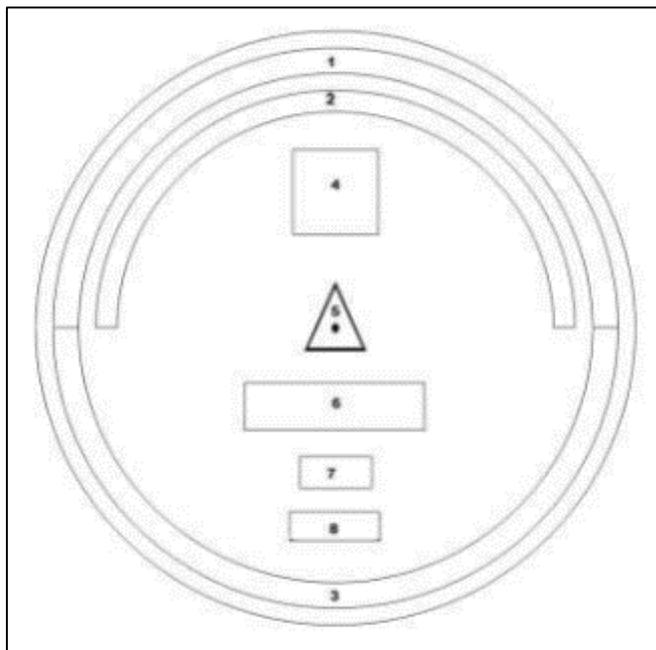
- Conversatorios con las autoridades de turno de la municipalidad para solicitar la información en materia catastral existente.
- Coordinación con las autoridades de turno para realizar el levantamiento de vuelo con dron en el área de estudio.
- Reconocimiento del área de estudio en primer lugar, con el uso del Google Earth y posteriormente in situ, recorriendo por las calles de las habilitaciones urbanas.

3.6.4 Fase de campo

3.6.4.1 Obtención de cartografía base mediante metodología indirecta.

A. Monumentación del Punto Geodésico de Orden “C”.

- Identificación de la ubicación de la base GPS geodésico en modo RTK.
- Preparación del pilar de concreto de una profundidad de 60 cm.
- Monumentación e identificación del Punto Geodésico de Orden “C”, según las Especificaciones Técnicas para el posicionamiento Geodésico del Instituto Geográfico Nacional.
- Lectura de datos emitidos por satélites por un tiempo aproximado de 3 horas.

Figura 14*Placa de bronce circular*

Nota: Tomado de las Especificaciones Técnicas para el posicionamiento Geodésico – IGN

En el espacio 1, irá el nombre de la Institución se ubicará en el área establecida de forma centrada con el tipo de letra Arial y de 4 mm.

En el espacio 2, irá el escrito “SE PROHIBE DESTRUIR” de forma centrada y con el tipo de letra Arial y de 3 mm.

En el espacio 3, irá el escrito “PROPIEDAD DEL ESTADO” de forma centrada y con el tipo de letra Arial y de 4 mm.

En el espacio 4, irá el orden del punto con el tipo de letra Arial y de 10 mm.

En el espacio 5, irá un triángulo equilátero de 7 mm, con un punto de 1 mm en el centro.

En el espacio 6, irá el código del punto a establecer, el cual será solicitado al IGN, y se escribirá con el tipo de letra Arial y de 5 mm.

En el espacio 7, irá en tres cifras el mes que fueron tomados los datos de los satélites con tipo de letra Arial y de 4 mm.

En el espacio 8, irá el año de la observación con el tipo de letra Arial y de 4 mm.

B. Vuelo Fotogramétrico con Drone.

- Identificación de la zona para despegue y retorno del dron.
- Señalización de los puntos de fotocontrol.
- Programación y ejecución del plan de vuelo.
- Captura de las coordenadas de los puntos de fotocontrol por un lapso de 1 minutos en cada punto marcado.

3.6.5 Fase de gabinete

3.6.5.1 Obtención de cartografía base mediante metodología indirecta.

A. Monumentación del Punto Geodésico de Orden “C”.

- Descarga de los datos recolectados por el receptor GPS.
- Adquisición de datos de valores de puntos de la estación más cercana.
- Obtención de coordenadas UTM del punto geodésico de orden “C”.
- Elaboración de Informe Técnico al Instituto Geográfico Nacional esperando la validación del punto geodésico de orden C.

A. Vuelo Fotogramétrico con Drone.

- Descarga de las capturas de imágenes del dron.
- Procesamiento de imágenes para generar la ortofoto.

3.6.6 Implementación de Base de datos (geodatabase)

3.6.6.1 Información Gráfica.

- Restitución fotogramétrica en el software ArcGIS Pro: Delimitación de linderos de lotes, manzanas y área construida tomando como referencia el Plano de Cartografía de La Perla.

- Implementación de la base de datos catastral.

3.6.6.2 Información Alfanumérica. Sistematización de la información proporcionada por la Municipalidad de La Perla del proceso de caracterización urbana, correspondiente al estado de conservación, material predominante de la construcción, uso actual del suelo y fotografías del predio.

3.6.7 *Diseño del Visor web geográfico*

- Publicación de los servicios web en la plataforma de ArcGIS Online.
- Diseño y creación del visor web geográfico catastral con la aplicación Web AppBuilder.

3.7 Análisis de datos

A partir del levantamiento fotogramétrico (método indirecto) se generará la cartografía digital del área materia de estudio. Las imágenes serán procesadas y se podrá digitalizar la información gráfica de los linderos de los lotes del área materia de estudio. Posteriormente se realizará un control de calidad de la información vectorizada para su publicación en la plataforma de ArcGIS Online.

IV. RESULTADOS

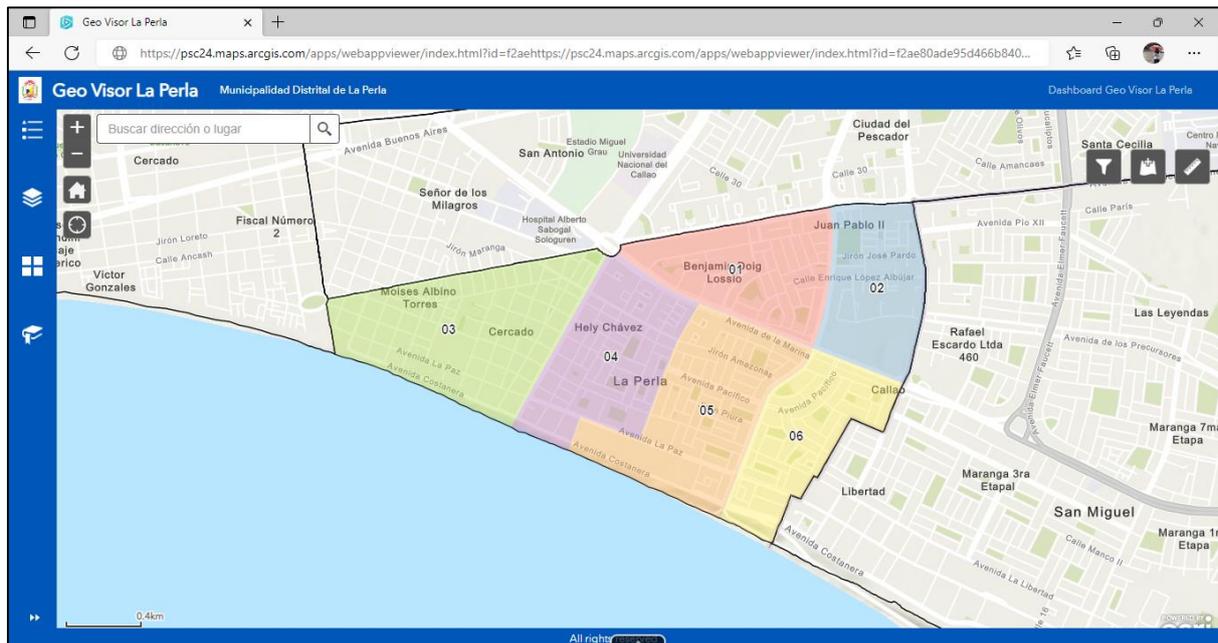
4.1 Descripción del distrito de La Perla

Según el Plan de Desarrollo Urbano de la Provincia Constitucional del Callao 2011 – 2022 está compuesta por siete distritos: Callao, Ventanilla, Bellavista, Carmen de la Legua Reynoso, La Punta y Mi Perú. El distrito de La Perla fue creado el 22 de octubre de 1964 mediante Ley N° 15185. Además, señala que constituye un tejido urbano planificado (sistema formal) ya que comprende diferentes configuraciones de trazado urbano regular y formas de agrupación de manzanas en entorno a espacios públicos y/o de servicios comunales. Cuenta con una población de 61 417 habitantes y es el distrito con mayor densidad poblacional dentro de la provincia¹⁰. Sus límites están comprendidos de la siguiente manera:

- Por el Norte: el eje de la Avenida José Gálvez, desde el cruce con el Avenida Vigil hasta el Ovalo Saloom que forma esta avenida con la Avenida República de Venezuela, continuando el eje de esta avenida en dirección Este hasta el límite provincial “Hito Aguilar”.
- Por el Este: siguiendo el límite provincial desde el “Hito Aguilar” hacia el sur, hasta el “Hito Avenida Costanera”.
- Por el Sur: con el Océano Pacífico.
- Por el Oeste: el eje de la Avenida Vigil, desde el cruce con el eje de la Avenida Costanera hacia el Norte hasta el cruce con la Avenida José Gálvez.

Desarrollado el proceso de diagnóstico territorial por parte de la Subgerencia de Obras Privadas y Catastro de la Gerencia de Desarrollo Urbano, se sectorizó el distrito en seis (06) sectores catastrales, los que se detallan a continuación:

¹⁰ Plan de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Provincial del Callao 2011-2022.

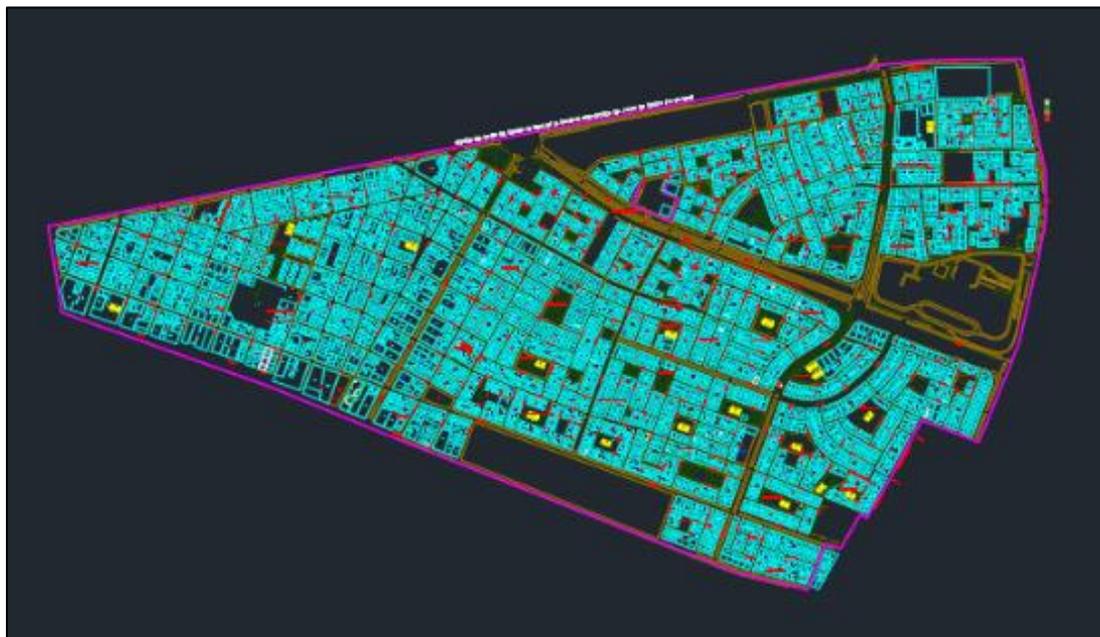
Figura 15**Sectores Catastrales del distrito de La Perla****4.2 Descripción de la zona de estudio**

El área de estudio corresponde Sector Catastral N° 03, Sector La Perla Baja, que se encuentra delimitado de la siguiente manera:

- Norte: Avenida José Gálvez
- Este: Avenida Santa Rosa
- Sur: Océano Pacífico
- Oeste: Avenida Vigil

4.3 Recopilación de la información**4.3.1 Información Gráfica**

La Municipalidad de La Perla proporcionó el plano de cartografía del distrito en formato DWG.

Figura 16*Base Gráfica del distrito de La Perla*

Nota: Tomado del archivo CAD de la Municipalidad Distrital de La Perla.

Asimismo, en el Tabla 5 se detallan las capas de información que contiene dicho archivo, cabe señalar que algunas capas no han sido consideradas puesto que no proporcionan mayor información.

Tabla 5*Campos de información que contiene la base gráfica del distrito*

Nombre Capa	Descripción
00_CODIGO CERTIFICADO DE NUMERACION	Código de certificación otorgada por la Municipalidad
01_LIMITE DISTRITAL	Límites del distrito de La Perla
CA_CODIGO DE CALLE Y AVENIDAS	Código de vías
CA_CODIGO DE HABILITACIONES	Código y nombre de habilitaciones
CA_CONSTRUCCIONES N1	Construcciones de 1 nivel
CA_CONSTRUCCIONES N2	Construcciones de 2 niveles
CA_CONSTRUCCIONES N3	Construcciones de 3 niveles
CA_CONSTRUCCIONES N4	Construcciones de 4 niveles

CA_CONSTRUCCIONES N5	Construcciones de 5 niveles
CA_DELIMITACION DE HABILITACION	Límites de las habilitaciones
CA_LOTE	Lotes
CA_MANZANA	Manzanas
CA_OTROS	Detalles de equipamientos urbanos
CA_PROPIEDAD MUNICIPALIDAD LA PERLA	Lotes de propiedad de la municipalidad
CA_VEREDAS	Veredas
Z_ZRP PROPIEDAD MUNICIPALIDAD LA PERLA	Áreas de parques y jardines

Nota: Elaboración propia.

Se realizó un levantamiento mediante metodología indirecta para obtener cartografía georreferenciada actualizada para ello se realizaron 2 visitas a la zona de estudio. Se empleó un vehículo aéreo no tripulado con apoyo de 2 GPS diferenciales para el establecimiento, uno de ellos para el establecimiento del punto geodésico de orden “C” y el otro para los puntos de fotocontrol.

4.3.2 Información Alfanumérica

La información tabular de los lotes fue proporcionada también por la municipalidad distrital de la Perla del proceso de caracterización urbana del área de estudio.

4.4 Trabajos de campo

Previo al trabajo de campo, se hicieron las coordinaciones con la Municipalidad Distrital de la Perla solicitando el permiso para realizar el vuelo fotogramétrico y solicitar apoyo del serenazgo. Asimismo, se hizo un reconocimiento de campo, en primer lugar,

utilizando el programa Google Earth, y posteriormente in situ, para identificar la posible ubicación del Punto de control de Orden C.

4.4.1 Obtención de cartografía base mediante metodología indirecta.

4.4.1.1 Monumentación de Punto Geodésico de Orden “C”. Se identificó un lugar dentro del área de estudio para monumentar el punto geodésico de Orden “C”, dentro del parque “El Pozo”. Para realizar esta monumentación se contrató especialistas en manejo de equipos geodésicos.

Figura 17

Ubicación del Punto Geodésico de Orden "C"



Nota: Tomado de Google Earth.

Se realizó la monumentación de un punto geodésico de dimensiones 40 x 40 cm., con una profundidad de 60 cm, colocado dos fierros corrugados para la resistencia del concreto, siendo la marca del punto una placa de bronce de 7 cm. de diámetro, llevando inscrito llevando

inscrito el nombre de “H.M.S. CONUSOLTING S.A.C”, el código, el orden, el mes y el año de observación respectivamente.

Figura 18

Preparación del pilar de concreto



Figura 19

Profundidad del terreno



Figura 20*Incrustación de la placa de bronce***Figura 21***Punto monumentado*

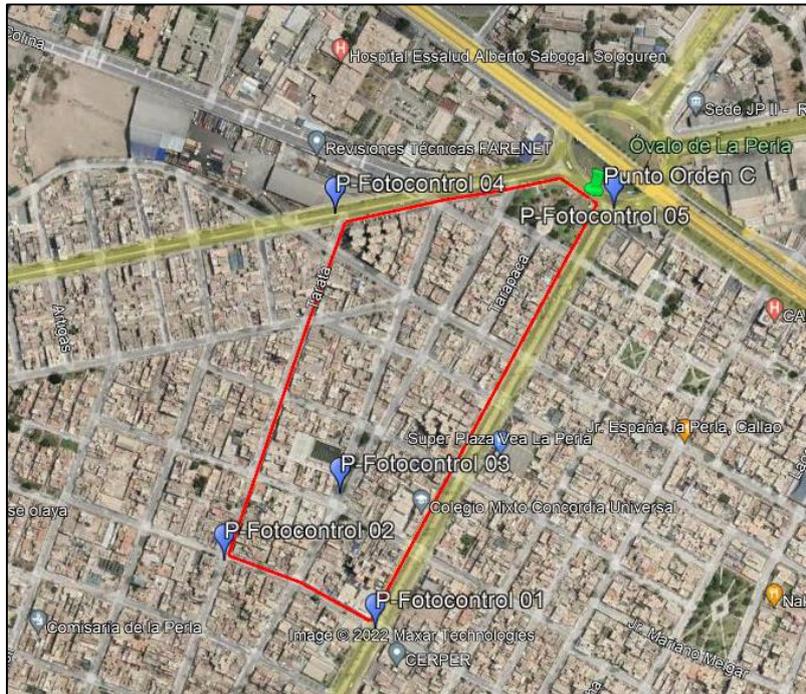
4.4.1.2 Receptor GPS en modo RTK. Se realizó la lectura con GPS Diferencial registrándose información por un lapso aproximado de 3 horas. La finalidad del establecimiento del control topográfico horizontal/vertical, es establecer 01 punto geodésico con coordenadas conocidas y de alta precisión georreferenciadas al marco de referencia peruano, la cual se permitirá iniciar el trabajo topográfico o establecer poligonales de apoyo secundarios, dentro del área de trabajo.

Figura 22

Receptor GPS en modo RTK



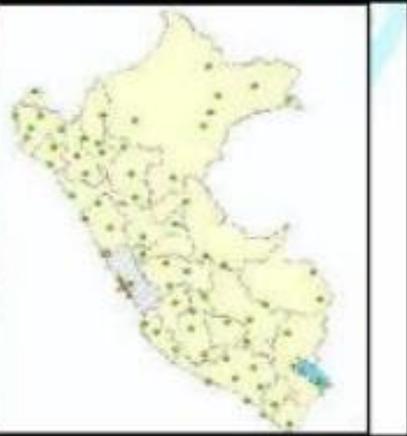
Asimismo, se ubicaron 5 puntos de apoyo para la georreferenciación y ajustes de la ortofoto generada a partir de las imágenes capturadas por el dron. Cada uno de ellos fue levantado con GPS tipo Rover por un lapso de 1 minuto.

Figura 23*Ubicación de Puntos de Fotocontrol**Nota: Tomado de Google Earth.***Figura 24***Identificación de los puntos de fotocontrol*

4.4.1.3 Adquisición de valores del IGN. Se adquirió información de valores de la Estación de Rastreo Permanente del Callao (LI06).

Figura 25

Formulario de información de la Estación GNSS de Rastreo Permanente (Hoja 1)

 INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO		
FORMULARIO DE INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS DE RASTREO PERMANENTE		
0. DATOS GENERALES:		
Preparado por:	Departamento de Procesamiento Geodésico	
Realizado:	1 de octubre de 2020	
Versión:	3.0.0	
1. INFORMACIÓN DE LA ESTACIÓN GNSS:		
Nombre:	Callao	
Código Nacional:	LI06	
Código Internacional:	En gestión	
Inscripción:	Placa de bronce	
Orden de la estación:	"0"	
Fecha de monumentación:	Ago de 2020	
2. INFORMACIÓN SOBRE LA LOCALIZACIÓN:		
Provincia Constitucional del Callao		
Distrito:	Callao	
Ubicación de la estación:	Marina de Guerra del Perú (MGP) Dirección de Hidrografía y Navegación.	
CROQUIS DE UBICACIÓN		
		
<small>FIGURA 11 (HOJA) 1125 / IMPRIMANTE DE PÁG. ELECTRÓNICO: Nº 58</small>		<small>1.205 4</small>

Nota: Tomado del Procesamiento de punto geodésico – Dic 2021

Figura 26

Formulario de información de la Estación GNSS de Rastreo Permanente (Hoja 2)

Sistema de referencia: GRS80 / WGS84		Marco de referencia: ITRF2000	
3.1. GEODÉSICAS:			
Latitud (S)	Longitud (O)		
12° 03' 55.24027"	77° 09' 20.08695"		
Altura Elipsoidal (m)	Factor de escala combinado		
39.2166	1.000280874169		
3.2. CARTESIANAS			
X (m)	Y (m)	Z (m)	
1386778.1885	-6082097.2427	-1324480.4855	
3.3. UTM			
Este (m)		Norte (m)	
265351.3635		8665297.7169	
Zona: 18 Sur			
4. INFORMACIÓN SOBRE EL EQUIPO GNSS			
4.1. RECEPTOR:			
Modelo:	NET R9 TRIMBLE, Doble frecuencia		
N° de serie:	5750R51589		
Versión del firmware:	5.22		
Fecha de instalación:	22 de agosto de 2020		
Ubicación del receptor:	de El receptor está instalado en la sala de compartimentos UPS de la Dirección Hidrografía y Navegación.		
4.2. ANTENA:			
Modelo:	Zephyr Geodetic Model 2 (L1,L2) Trimble		
N° de serie:	2612117311		
Cubierta protectora:	con domo		
Medición de la antena:	ARP		
Altura de la antena:	0.0750 m		
Fecha de instalación:	22 de agosto de 2020		
Ubicación de la antena:	La antena está instalada sobre un monumento de concreto de 1.60 m de alto, 40 cm x 40 cm de ancho, ubicada en la azotea del edificio "R" de la Dirección de Hidrografía y Navegación (MGP).		
FECHA: 01/02/2021 11:23 / COMPROMISANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: N° 63		1.206 2 4	

Nota: Tomado del Procesamiento de punto geodésico – Dic 2021

Figura 27

Formulario de información de la Estación GNSS de Rastreo Permanente (Hoja 3)

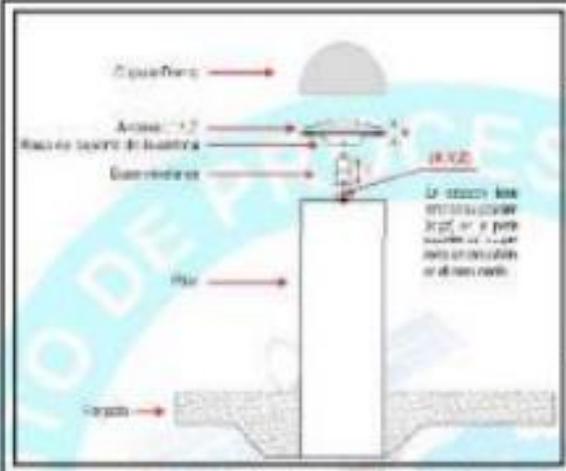


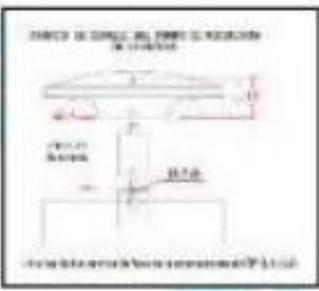
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA
DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO



5. ESQUEMA DE LA ESTACIÓN

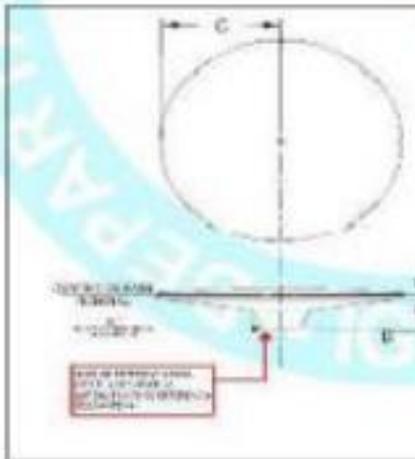
5.1. ESQUEMA DE ALTURA DE LA ANTENA





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

5.2. DIMENSIONES DE LA ANTENA



DIMENSIONES	VALOR	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
A	10.4	cm	Altura desde el punto superior del conector al centro de fase
B	10.4	cm	Altura desde el punto superior del conector al centro de fase
C	10.4	cm	Altura desde el punto superior del conector al centro de fase



TRIMBLE
 ZENITH ZENITH ZENITH
 ZENITH ZENITH ZENITH

INSTRUMENTOS DE PRECISIÓN DE ALTA CALIDAD PARA LA GEODESIA
 ELIGE EL MEJOR EQUIPO PARA TU PROYECTO DE TRABAJO
 PARA MÁS INFORMACIÓN VISITA: WWW.TRIMBLE.COM

FICHA: 11-15-2022 22:25 / COMPRIANTE DE PAGO ELECTRÓNICO: N° N° / J.2025 314

Nota: Tomado del Procesamiento de punto geodésico – Dic 2021

Figura 28

Formulario de información de la Estación GNSS de Rastreo Permanente (Hoja 4)

 INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL SUBDIRECCIÓN DE CARTOGRAFÍA DEPARTAMENTO DE PROCESAMIENTO GEODÉSICO 	
6. INFORMACIÓN SOBRE EL PROCESAMIENTO	
Área de mantenimiento:	DPG
Área de control:	DPG
Área de procesamiento:	DPG
Observables:	L1, L2, C1, P2
Intervalo de registro:	1 y 5 seg
Máscara de elevación:	5°
Archivo diario:	24 HRS
Formato de archivo nativo:	*T02
Datos para el procesamiento:	23 al 29 de agosto de 2020
Tipo de órbita:	Efemérides precisas finales
Archivo procesado:	Rinex 2.11
Software de procesamiento:	Gamit / Globk V 10.71
Procesador y analista GNSS:	Lic. Franklin Maylle Gamarra
Revisado por:	CAP. EP. Rogger Montoya Monroy
7. CONTACTOS	
Oficina:	Departamento de Procesamiento Geodésico
Dirección:	Av. Andrés Balmori 1184, Surquillo, Lima 34, Perú
Teléfono:	4759960 / 4753030 Anexo 120
Correo:	cpgii@ign.gob.pe / sirgas_peru@ign.gob.pe
Web site:	http://209.45.65.186/rastreo_permanente



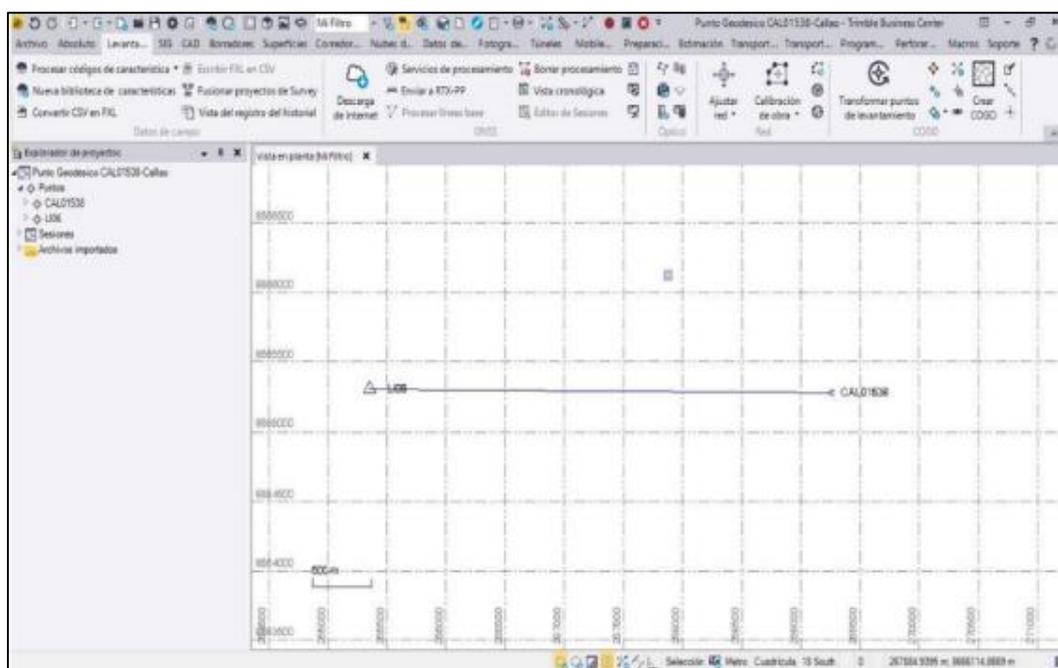
FECHA: 11/08/2021 11:27 / ESTACIONANTE DE PUNTO ELECTRONICO Nº 09
1.206 414

Nota: Tomado del Procesamiento de punto geodésico – Dic 2021

4.4.1.4 Obtención de coordenadas. Se determinó la línea base respecto a la Estación de Rastreo Permanente de Callao (LI06) hacia el punto geodésico de orden “C” a establecer, ubicado en La Perla.

Figura 29

Esquema de línea base y/o ajuste de red generado por software de procesamiento



Nota: Tomado del Procesamiento de punto geodésico – Dic 2021

Para realizar el post procesamiento diferencial de los datos recopilados en la memoria interna del receptor GNSS y los datos de las estaciones permanentes usadas como base se empleó el Software Trimble Business Center v5.20. A continuación se muestran los parámetros de la Estación de Rastreo Permanente del IGN al punto monumentado.

Tabla 6

Resumen de proceso

Observación	De	A	Tipo de solución	Prec. H (Metro)	Prec. V (Metro)	Aci. Geod.	Dist. Elip (Metro)	Δ Altura (Metro)
LI06 - CAL01538 (B1)	LI06	CAL01538	Fija	0.0056	0.0198	90°48'07"	3911.0709	5.9462

Nota: Tomado del Procesamiento de punto geodésico – Dic 2021.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede mostrar las coordenadas de cuadrícula (coordenadas UTM), las coordenadas local y global (coordenadas geográficas) tal como se muestra a continuación.

Tabla 7*Punto de Control Geodésico LI06*

ID	Cuadrícula (m)		Local		Global	
LI06	Este	265351.3634	Latitud	S12°03'55.24027"	Latitud	S12°03'55.24027"
	Norte	8665297.7168	Longitud	O77°09'20.08695"	Longitud	O77°09'20.08695"
	Elevación	17.2227 m	Altura	39.2166 m	Altura	39.2166 m
CAL01538	Este	269263.4166	Latitud	S12°03'57.01325"	Latitud	S12°03'57.01325"
	Norte	8665273.7427	Longitud	O77°07'10.77969"	Longitud	O77°07'10.77969"
	Elevación	22.6434 m	Altura	45.1628 m	Altura	45.1628 m

Nota: Tomado del Procesamiento de punto geodésico – Dic 2021.

El software Trimble Business Center v5.20 además del punto monumentado de orden “C” denominado CAL01538, procesa y calcula las coordenadas de los puntos de fotocontrol, dichas mediciones obtenidas corresponden de acuerdo a la clasificación SIRGAS que adopta el IGN a orden “C”.

Tabla 8*Coordenadas de puntos de fotocontrol*

ID PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
CAL01538	269263.4166	8665273.7427	22.6434
Punto Fotocontrol 01	269009.779	8664766.744	19.71
Punto Fotocontrol 02	268830.357	8664849.524	14.106
Punto Fotocontrol 03	268968.149	8664928.995	16.315
Punto Fotocontrol 04	268962.418	8665262.493	20.079
Punto Fotocontrol 05	269293.494	8665267.716	22.787

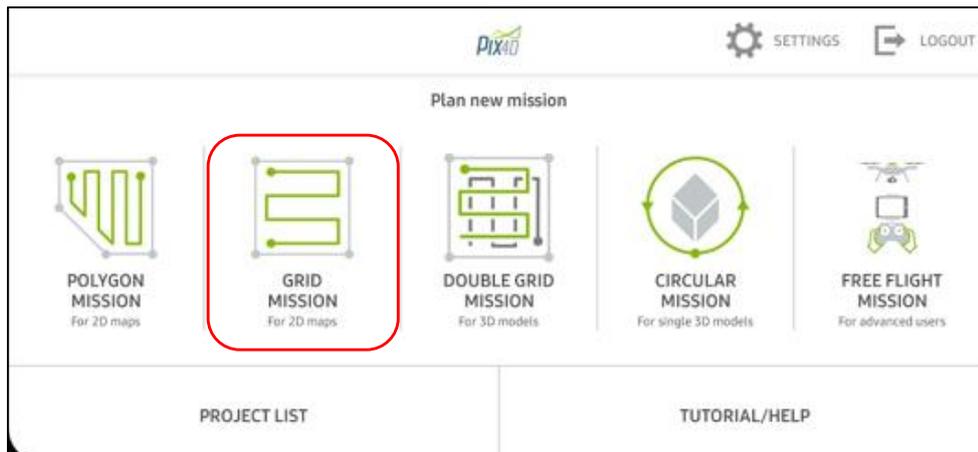
Nota: Tomado del Procesamiento de punto geodésico – Dic 2021.

4.4.1.5 Plan de vuelo fotogramétrico. Los pasos para programar el vuelo fotogramétrico se describen a continuación:

- Abrir en el dispositivo Android el aplicativo Pix4D Capture, con la opción de la ubicación del dispositivo activada.
- Escogemos la opción “Grid Mission” como se muestra a continuación.

Figura 30

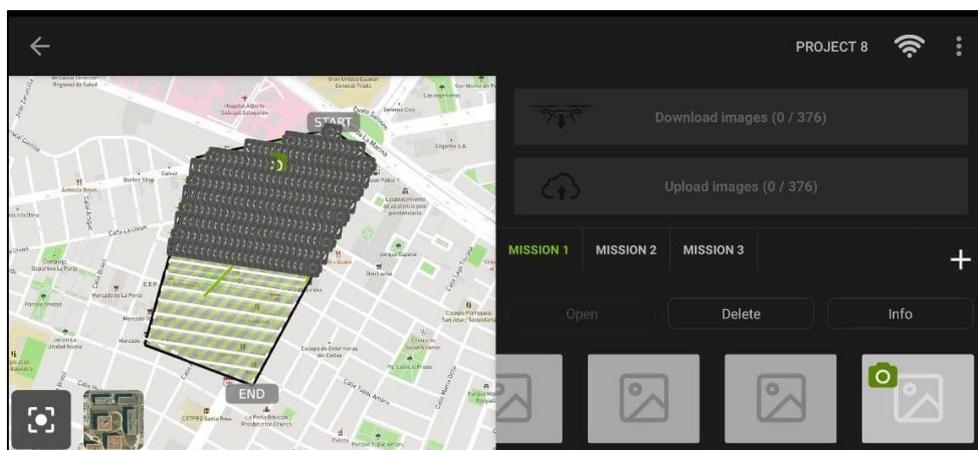
Aplicativo Pix4D Capture

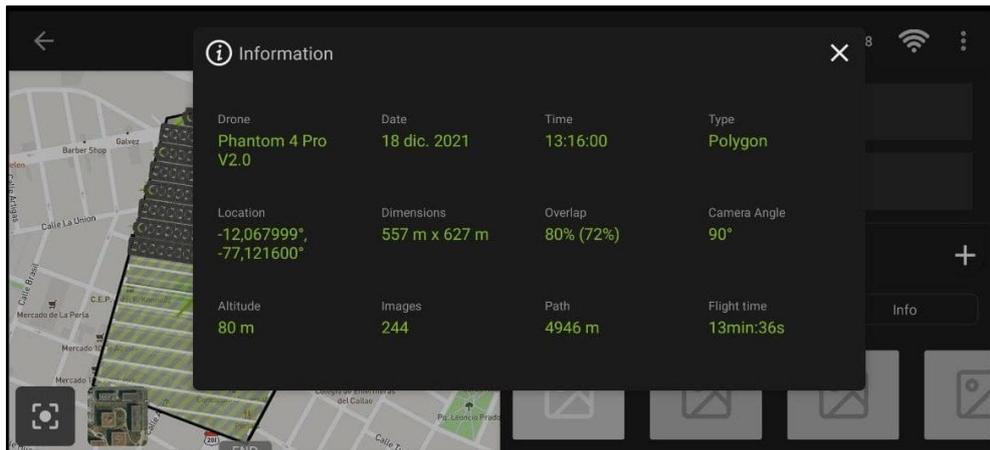


- Se determina la altura de vuelo: 80 m.
- Se observa por defecto un área, la cual se puede cambiar haciendo click en los vértices. De esta manera se generarán las líneas de vuelo dentro del área de estudio.

Figura 31

Planificación de vuelo

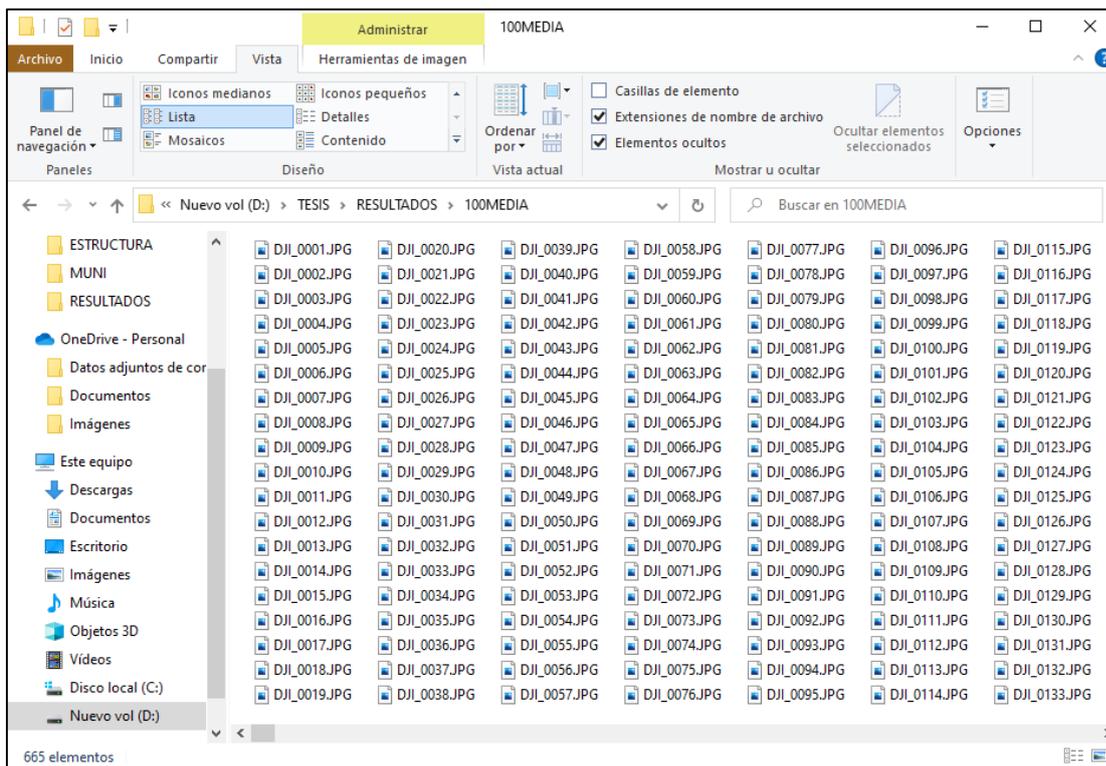




4.4.1.6 Captura de fotografías aéreas.

Figura 32

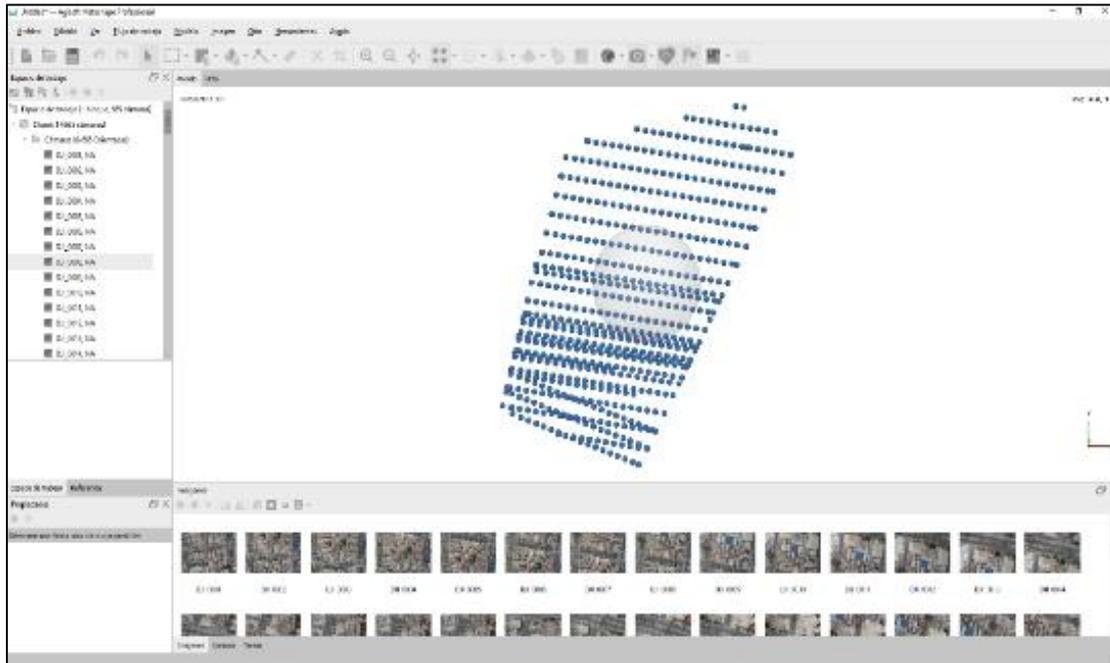
Fotografías capturadas por el drone



4.4.1.7 Generación de Ortofoto.

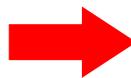
- Se abre el software Agisoft Photoscan para añadir los archivos fotográficos y así realizar el procesamiento de la información recopilada en campo.

- En la barra de herramientas, la pestaña “Flujo de trabajo” nos permitirá procesar las fotografías aéreas.
- Procedemos a ubicar la carpeta donde se encuentran las fotografías capturadas por el dron.
- Cargamos las fotografías aéreas al software.



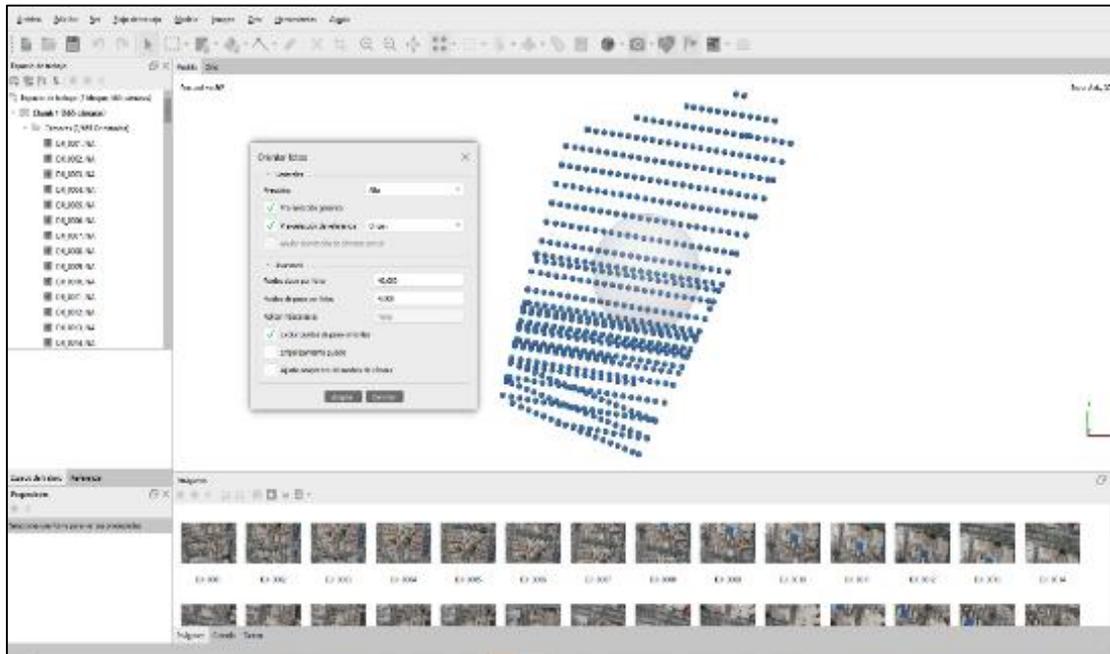
- Se cambia el sistema de referencia de coordenadas de geográficas a UTM.

Cámaras	Longitud	Latitud	Altitud (m)
✓ DH_000	-77.123919	-12.069956	81.830000
✓ DH_002	-77.123775	-12.070013	81.730000
✓ DH_003	-77.123644	-12.070061	81.730000
✓ DH_005	-77.123511	-12.070108	81.530000
✓ DH_006	-77.123380	-12.070152	81.630000
✓ DH_008	-77.123259	-12.070196	81.630000
✓ DH_009	-77.123132	-12.070245	81.630000
✓ DH_010	-77.123011	-12.070288	81.630000
✓ DH_011	-77.122882	-12.070345	81.530000

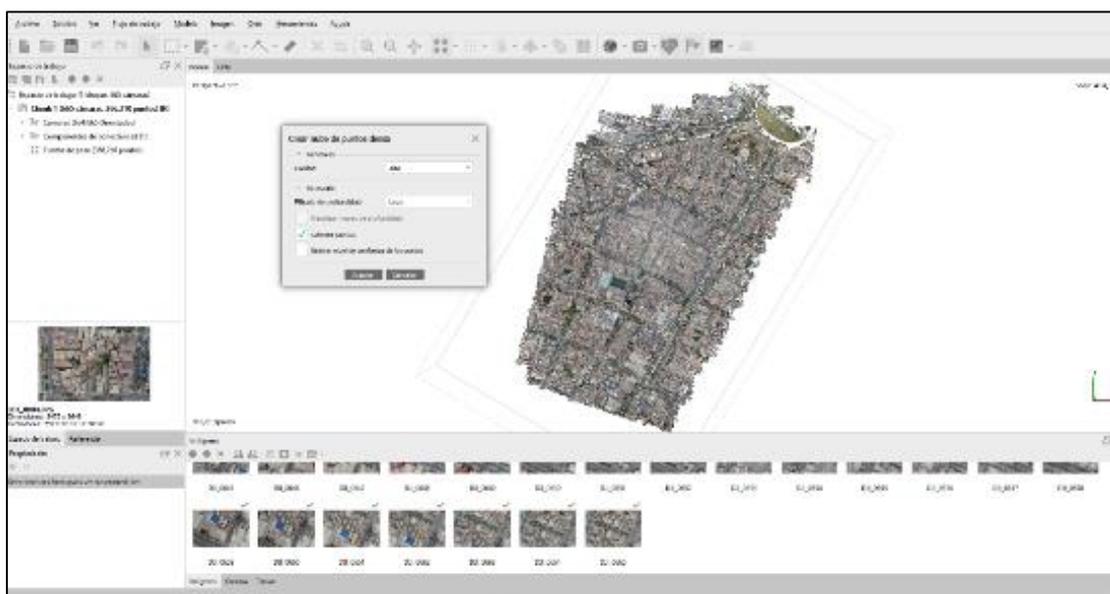


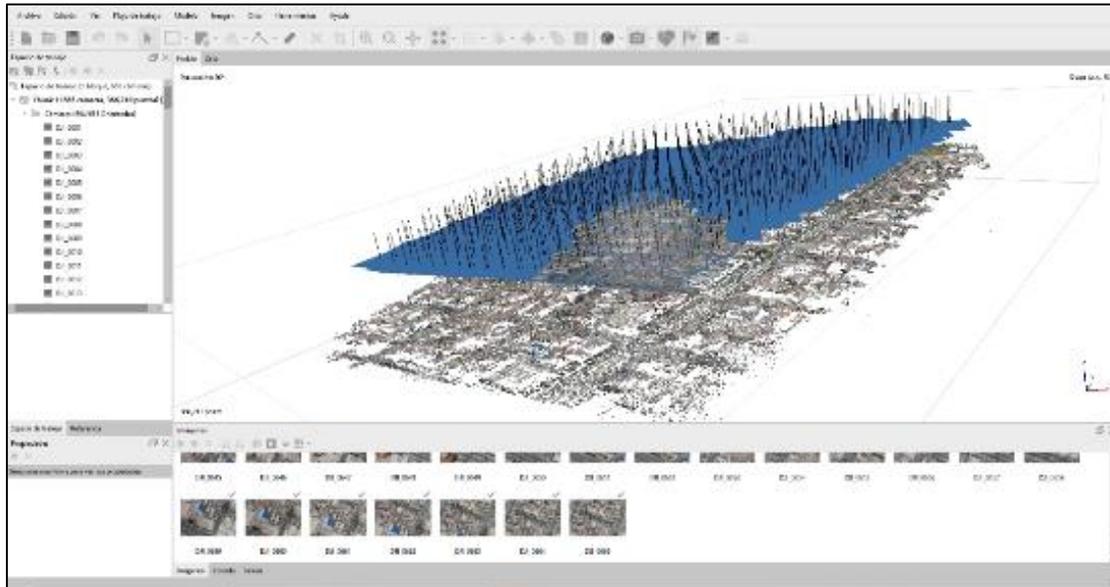
Cámaras	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)
✓ DH_000	258903.281763	8664814.205425	81.830000
✓ DH_002	258918.834696	8664808.187561	81.730000
✓ DH_003	258933.340650	8664803.011064	81.730000
✓ DH_004	258947.788279	8664797.796151	81.530000
✓ DH_005	258960.877315	8664793.099866	81.630000
✓ DH_006	258973.292130	8664788.011723	81.630000
✓ DH_007	258989.208640	8664783.115744	81.530000
✓ DH_008	258902.459310	8664778.387308	81.630000
✓ DH_009	258916.512908	8664773.282181	81.530000

- Se orientan las fotografías aéreas, con el fin de buscar puntos espaciales coincidentes por el traslape que se les dio a las imágenes en la planificación del vuelo.

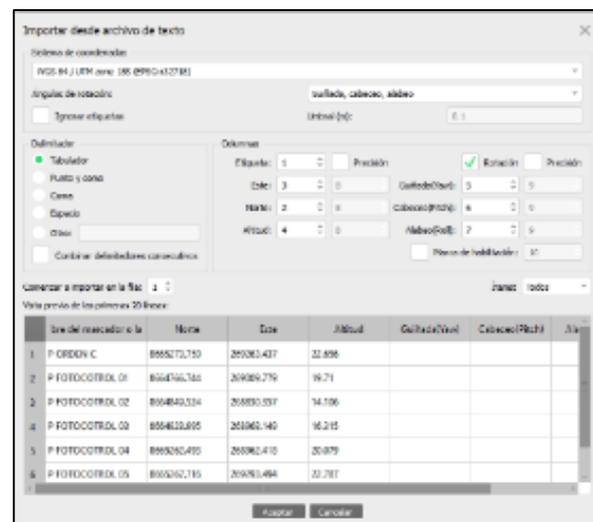
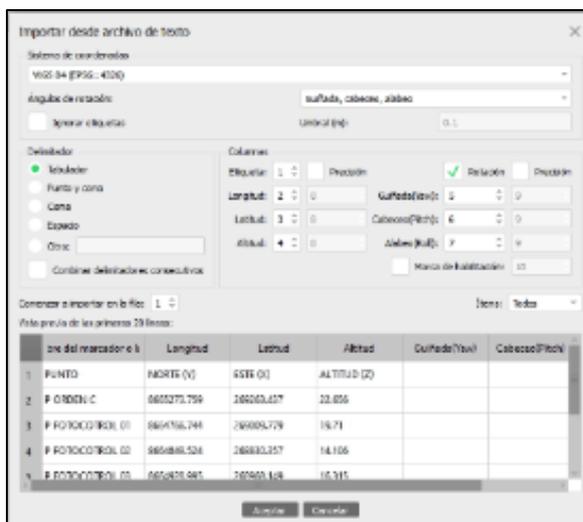
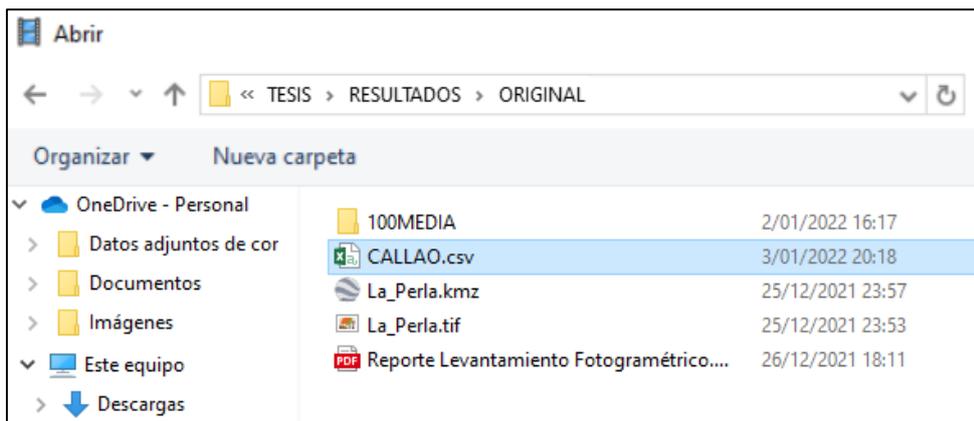


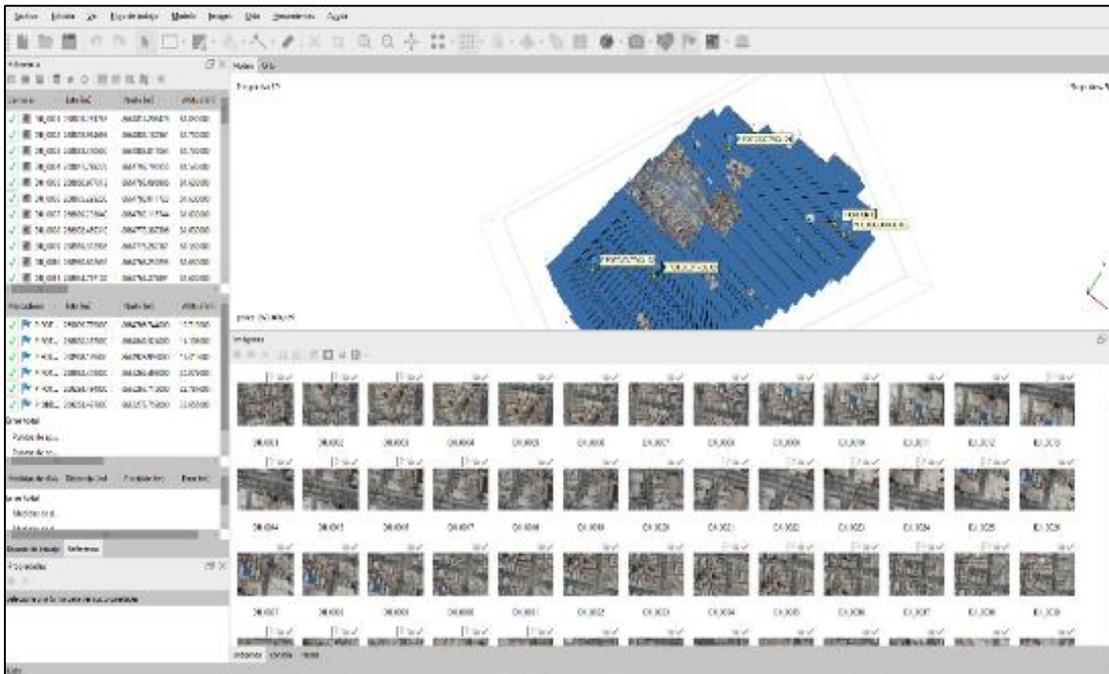
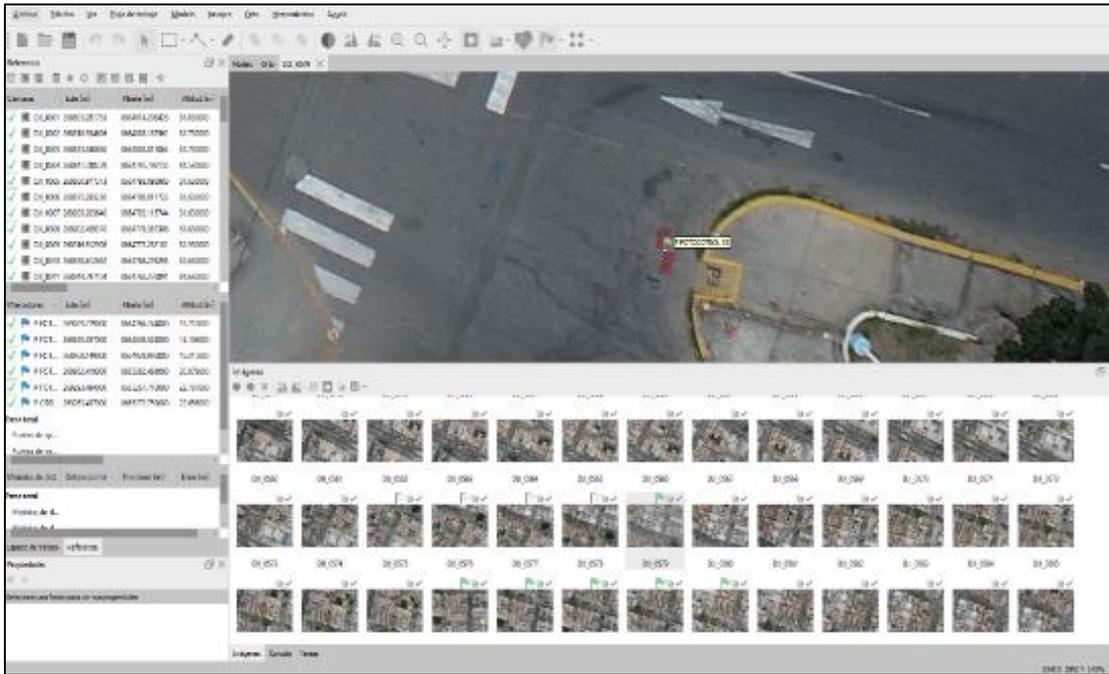
- Creamos la de Nube de Puntos Densa, la cual ayudará a construir el modelo en el cual se pueden apreciar ciertos detalles de la superficie de estudio.





- Añadimos los puntos de fotocontrol tomados en campo (archivo delimitado por comas), establecemos algunos parámetros y se georreferencian las fotografías.

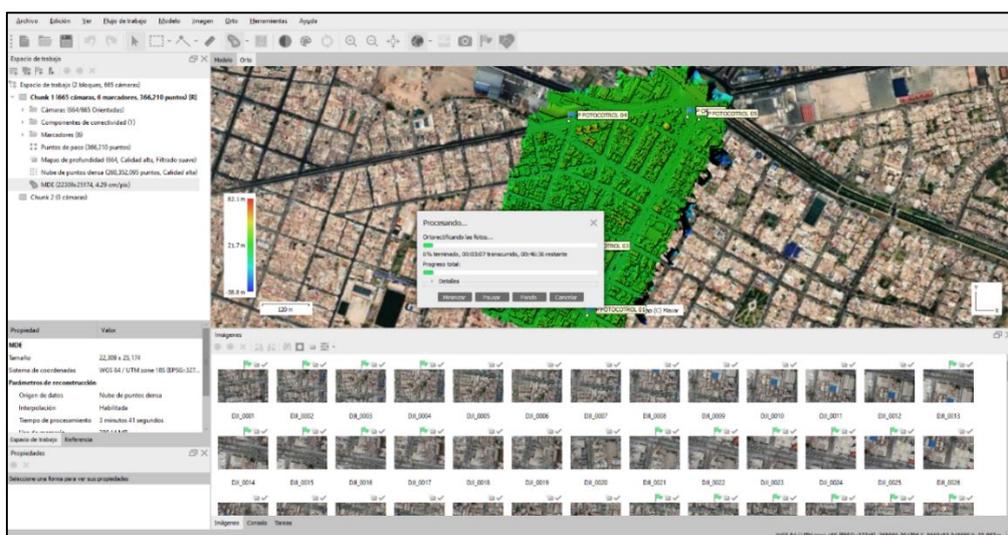
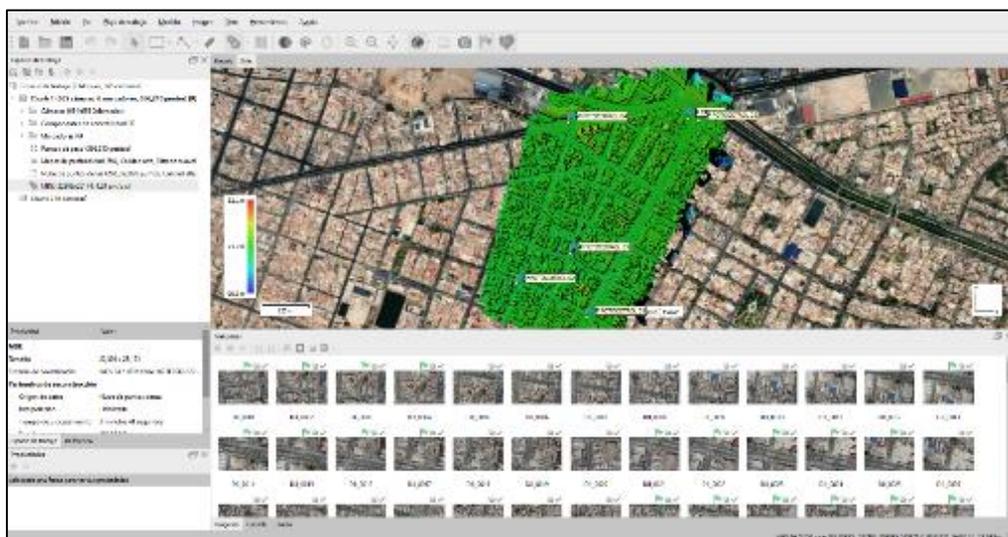
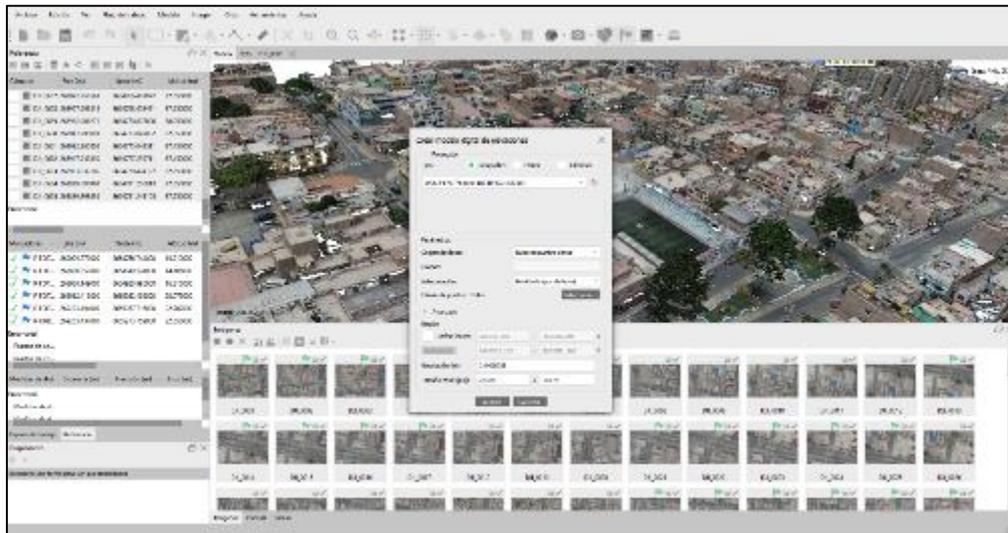




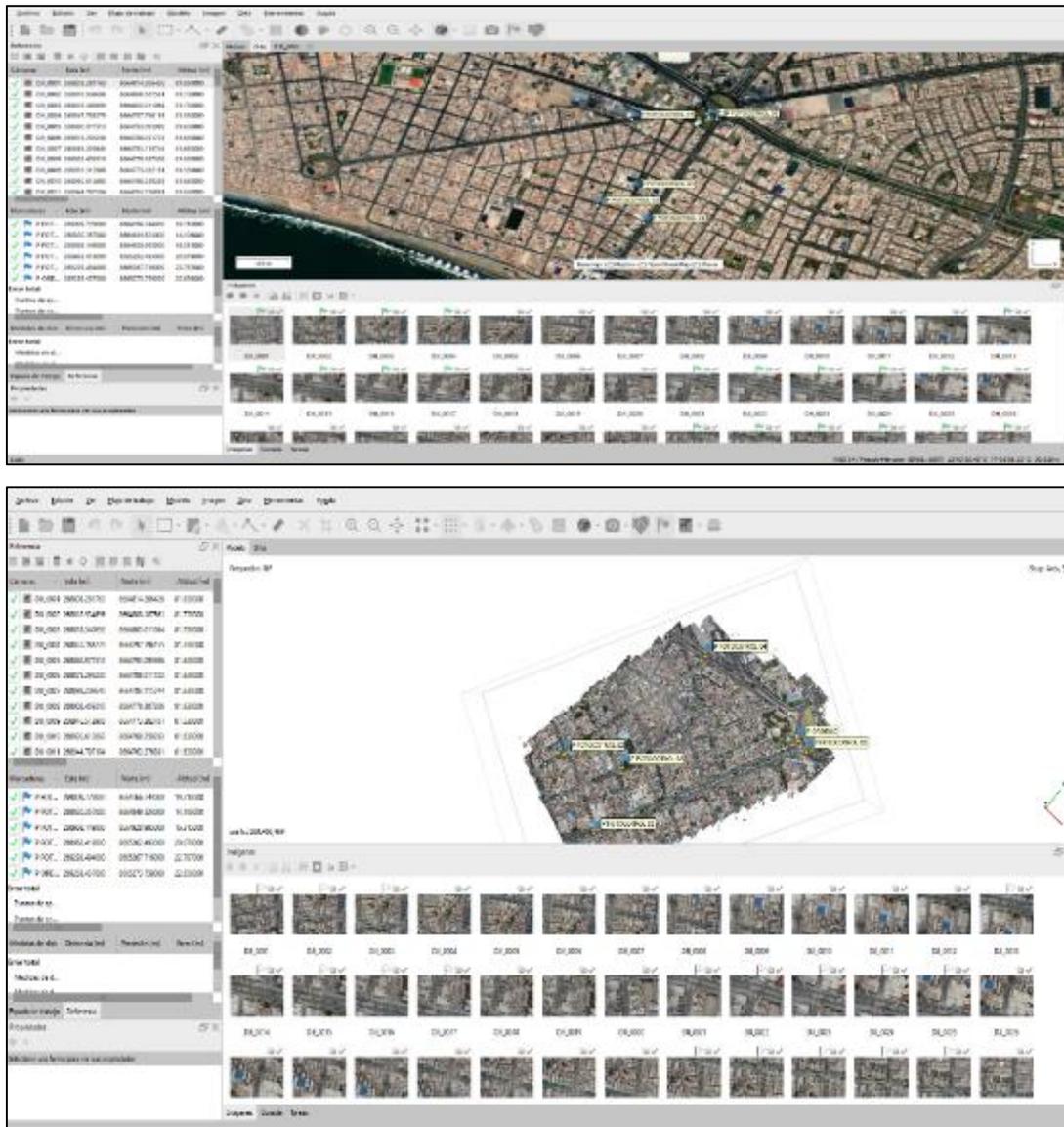
Altitud (m)	Precisión (m)	Error (m)	Proyección
19.710000	0.005000	0.020514	26
14.106000	0.005000	0.012609	45
16.315000	0.005000	0.018746	40
20.079000	0.005000	0.013531	16
22.787000	0.005000	0.006139	13
22.656000	0.005000	0.011049	16
		0.014572	

Nota: Puntos de apoyo: 1 Punto de Orden C y 5 puntos de fotocontrol.

- Creación del modelo digital de elevación tomando como fuente la nube de puntos densa previamente creada.



- Generación del Ortomosaico a partir del modelo digital de elevación.

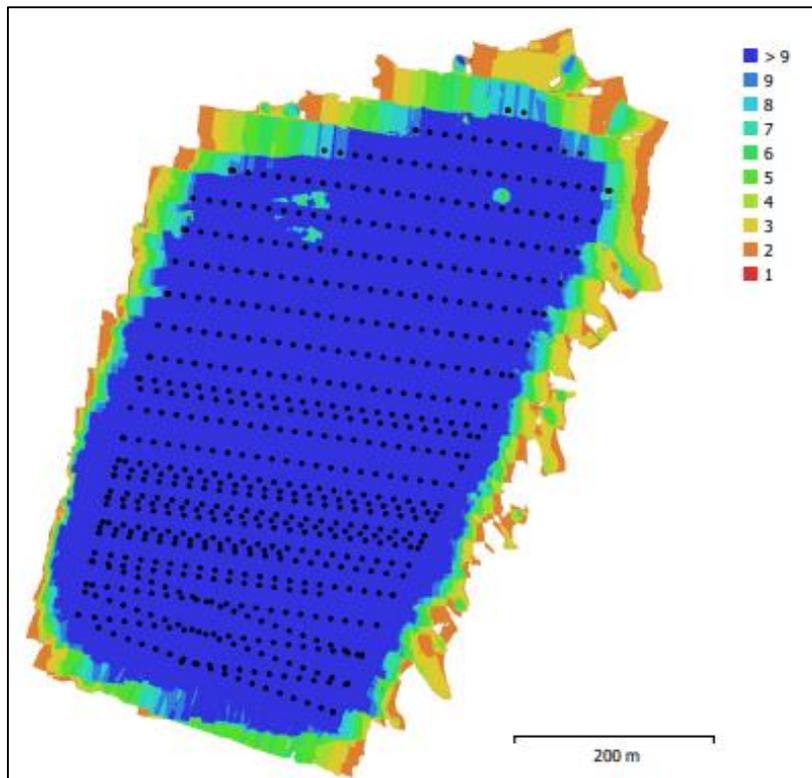


4.4.1.8 Informe Final del proceso de generación de ortofoto. El programa Agisoft Photoscan, permite generar un reporte al finalizar el proceso de generación de ortofoto donde se detalla las características del proceso y datos del levantamiento: calibración y posición de cámaras, puntos de control terrestre, modelo digital de elevaciones y los parámetros de procesamiento.

A. Datos del Levantamiento

Figura 33

Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes



Nota: Tomado del Reporte de procesamiento de diciembre 2021.

Tabla 9

Datos de Levantamiento de vuelo fotogramétrico.

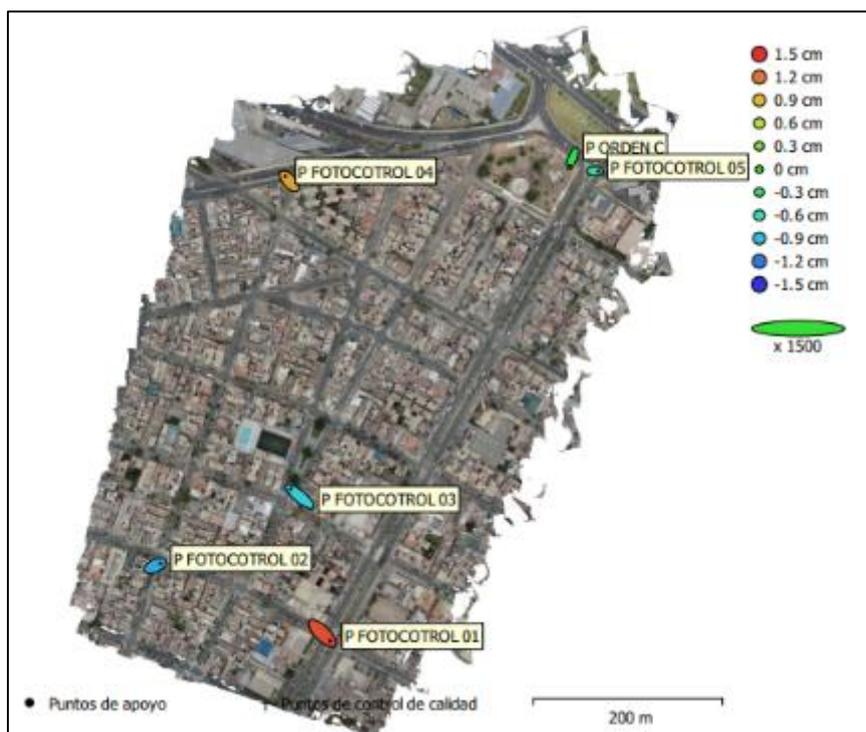
Número de imágenes	665	Imágenes alineadas	664
Altitud media de vuelo	87.8 m	Puntos de paso	366,210
Resolución en terreno	2.14 cm/pix	Proyecciones	2,286,286
Área cubierta	0.302 km ²	Error de reproyección	0.782 pix

Nota: Tomado del Reporte de procesamiento de diciembre 2021.

B. Puntos de control terrestre. El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY. Las posiciones estimadas de puntos de apoyo se marcan con puntos o cruces.

Figura 34

Posiciones de puntos de apoyo y estimaciones de errores.



Nota: Tomado del Reporte de procesamiento de diciembre 2021.

Tabla 10

ECM de puntos de apoyo.

Número	Error en X (cm)	Error en Y (cm)	Error en Z (cm)	Error en XY (cm)	Total (cm)
6	0.822619	0.81222	0.887166	1.15603	1.45721

Nota: Tomado del Reporte de procesamiento de diciembre 2021.

Tabla 11

Puntos de apoyo

Nombre de Punto	Error en X (cm)	Error en Y (cm)	Error en Z (cm)	Total (cm)	Imagen (pix)
Orden C	-0.379448	-1.02487	-0.162743	1.10491	0.428 (16)
Fotocontrol 01	1.09179	-1.06462	1.37218	2.05142	0.636 (26)
Fotocontrol 02	0.719074	0.347681	-0.975641	1.26088	0.428 (45)
Fotocontrol 03	-1.29148	1.08474	-0.818265	1.8746	0.497 (40)

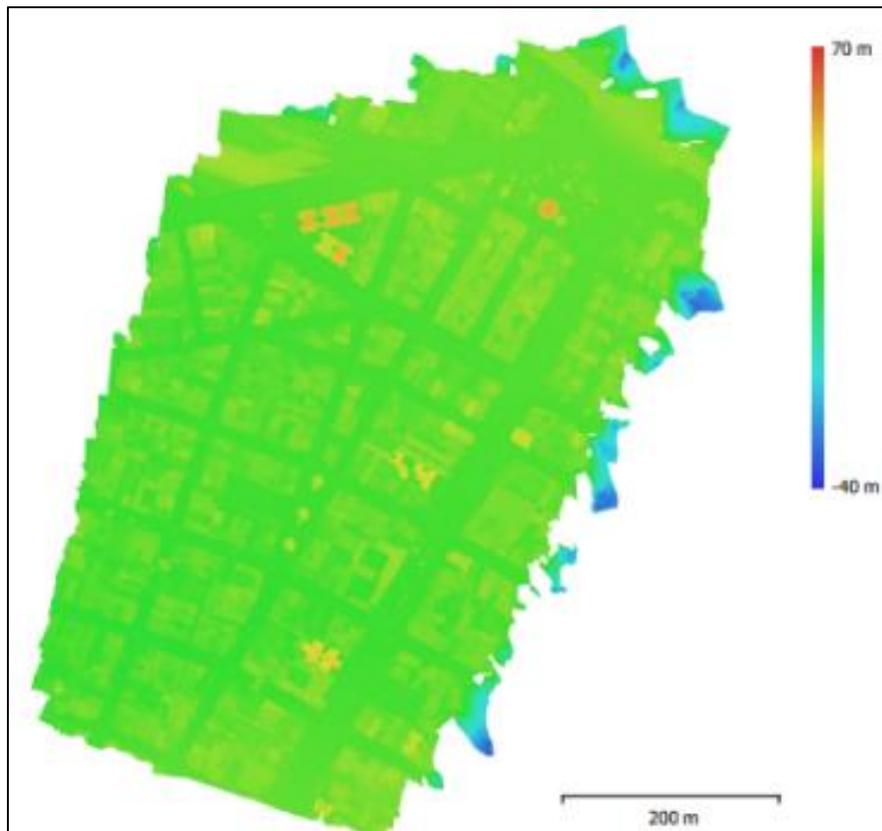
Fotocontrol 04	-0.58448	0.6898	1.00665	1.35307	0.643 (16)
Fotocontrol 05	0.444538	-0.0327214	-0.422185	0.613942	0.458 (13)
Total	0.822619	0.81222	0.887166	1.45721	0.512

Nota: Tomado del Reporte de procesamiento de diciembre 2021.

C. Modelo Digital de Elevaciones.

Figura 35

Modelo Digital de Elevaciones (MDE)



Nota: Tomado del Reporte de procesamiento de diciembre 2021.

Tabla 12

Información del MDE

Resolución	4.29 cm/pix
Densidad de puntos	544 puntos/m ²

Nota: Tomado del Reporte de procesamiento de diciembre 2021.

D. Parámetros de procesamiento.

Tabla 13

Nube de puntos

Puntos	366,210 de 431,257
RMS error de reproyección	0.19168 (0.782206 pix)
Error de reproyección máximo	0.714289 (35.418 pix)
Tamaño promedio de puntos característicos	3.78835 pix
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Parámetros de orientación	
Precisión	Alta
Pre-selección genérica	Sí
Pre-selección de referencia	Origen
Puntos clave por foto	40,000
Puntos de paso por foto	4,000
Tiempo de búsqueda de emparejamientos	5 minutos 57 segundos
Uso de memoria durante el emparejamiento	2.94 GB
Tiempo de orientación	5 minutos 28 segundos
Parámetros de optimización	
Tiempo de optimización	12 segundos

Nota: Tomado del Reporte de procesamiento de diciembre 2021.

Tabla 14

Nube de puntos densa

Puntos	260,352,095
Calidad	Alta
Nivel de filtrado de profundidad	Leve
Tiempo de procesamiento de mapas de profundidad	1 hora 6 minutos
Tiempo de procesamiento de generación de la nube densa	3 horas 35 minutos

Nota: Tomado del Reporte de procesamiento de diciembre 2021.

Tabla 15*Modelo Digital de Elevación*

Tamaño	22,309 x 25,175
Sistema de coordenadas	WGS84 / UTM Zone 18S (EPSG: 32718)
Origen de datos	Nube de puntos densa
Interpolación	Habilitada
Tiempo de procesamiento	3 minutos 41 segundos

Nota: Tomado del Reporte de procesamiento de diciembre 2021.

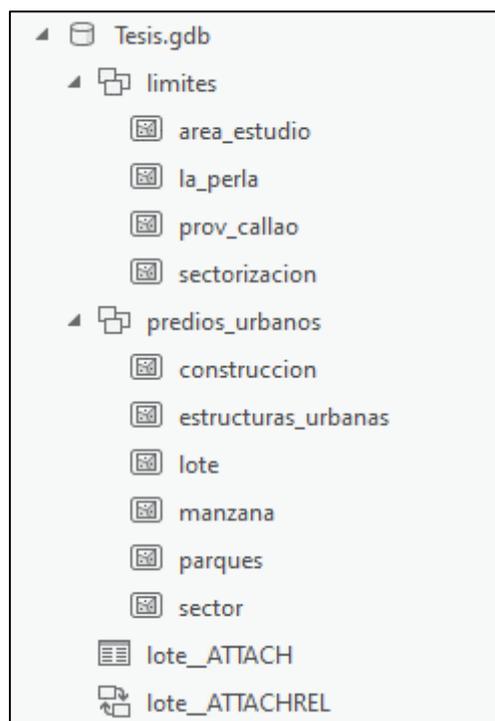
Tabla 16*Ortomosaico*

Tamaño	30,063 x 35,315
Sistema de coordenadas	WGS84 / UTM Zone 18S (EPSG: 32718)
Colores	3 bandas, uint8
Modo de mezcla	Mosaico
Superficie	MDE
Duración del procesamiento	15 minutos 1 segundo

Nota: Tomado del Reporte de procesamiento de diciembre 2021.

4.4.2 Implementación de una base de datos (geodatabase).

4.4.2.1 Información Gráfica. Se obtuvo cartografía del distrito de La Perla en formato CAD, sin embargo, esta información se encuentra incompleta y no está georreferenciada, asimismo, no refleja los límites de los lotes ni su orientación, solamente áreas construidas por lo que no se consideró y una vez obtenida la ortofoto del área de estudio se procedió a la vectorización de las manzanas y lotes con apoyo de las fotografías tomadas en el proceso de caracterización urbana, las que fueron adjuntadas a cada lote ya digitalizado. Se creó una geodatabase que contenía la información de límites y predios urbanos del área de estudio con el software ArcGIS Pro.

Figura 36*Geodatabase*

Se generaron las capas de información gráfica tomando como referencia la Resolución N° 05-2010-SNCP/CNC, que aprueba la Directiva de Estructura de Datos Gráficos de una Base de Datos Catastral del Sistema Nacional Integrado de Información Catastral Predial – SNCP, tal como se detalla en el siguiente cuadro.

Tabla 17*Modelo Catastral urbano – Información Gráfica*

Grupo de Datos	Datos a incluir en el modelo	Descripción	Tipo de representación
Tipo de cartografía	Vectorial	Representa la información a través de entidades geométricas.	--
	Raster	Ortofotos y Orto-imágenes	--
Escala	1/1000	Aplica para el catastro urbano	Polígono
	1/500		Polígono

Predios Urbanos

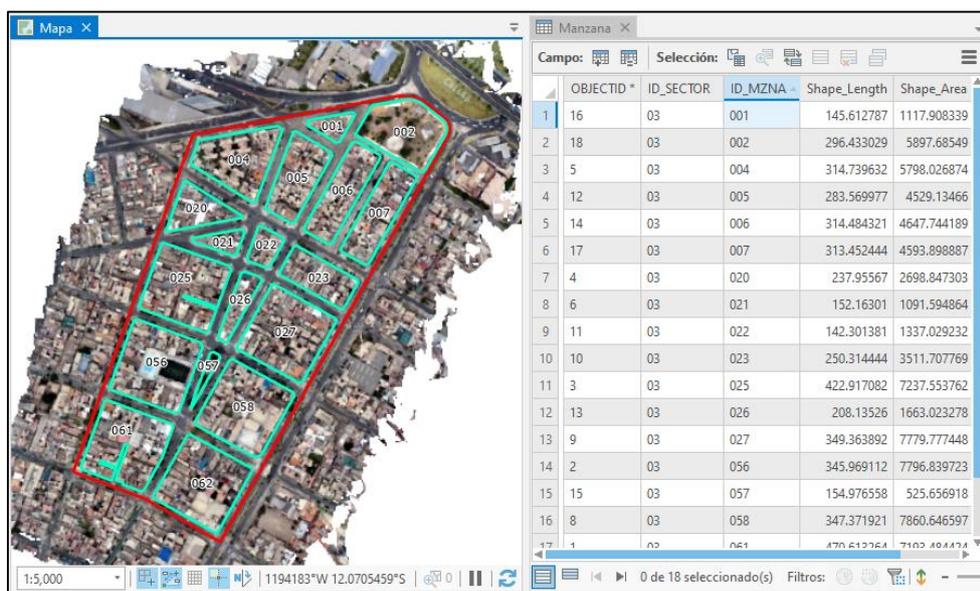
Capas de información	Sectores	Delimita un conjunto de manzanas urbanas.	Polígono
	Estructuras Urbanas	Marca las divisiones de los asentamientos humanos, habilitaciones urbanas, etc.	Polígono
	Manzana	Encierra un conjunto de lotes.	Polígono
	Lote	Define el derecho de una propiedad urbana.	Polígono
	Construcción	Delimita el consolidado de la edificación.	Polígono
	Parques	Delimita el contorno de lote destinado para uso de parque.	Polígono

Nota: Tomado de la Estructura de Datos Gráficos de una Base de Datos Catastral del SNCP.

A. Proceso de vectorización de manzanas. Realizado en base a la ortofoto, tomando como referencia la información cartográfica remitida por la Municipalidad, los bordes de las veredas, los cercos perimétricos, las casas de 1 piso sin aleros y las fotografías tomadas en el proceso de caracterización urbana.

Figura 37

Manzanas vectorizadas



B. Proceso de vectorización de lotes. Realizado en base a la ortofoto, ya que en ella se visualizan la división de lotes y tomando como referencia el límite de las manzanas (por el frente) y las fotografías tomadas en el proceso de caracterización urbana.

Figura 38

Lotes vectorizados

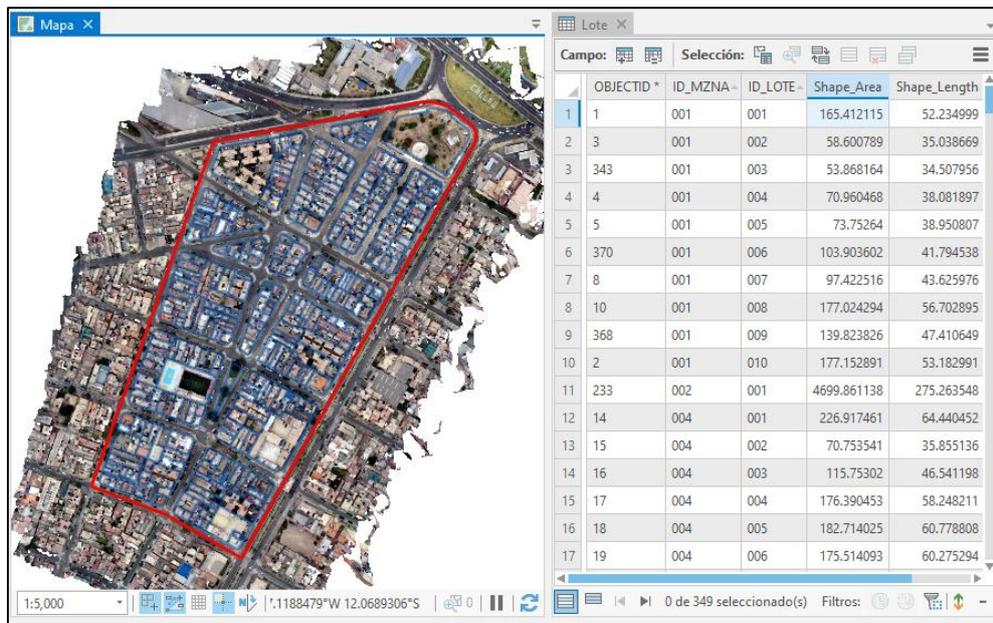
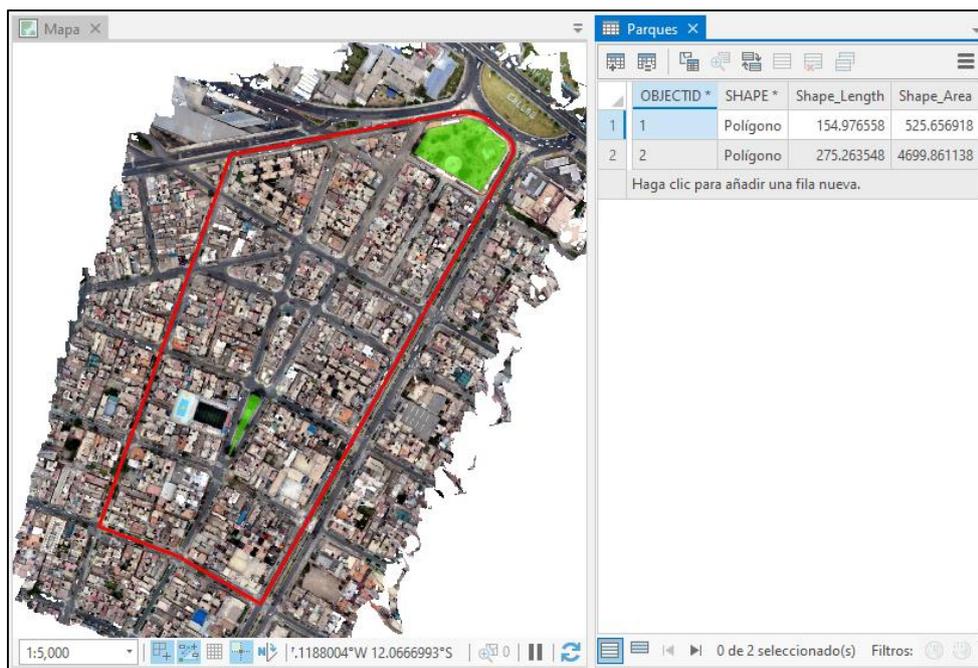


Figura 39

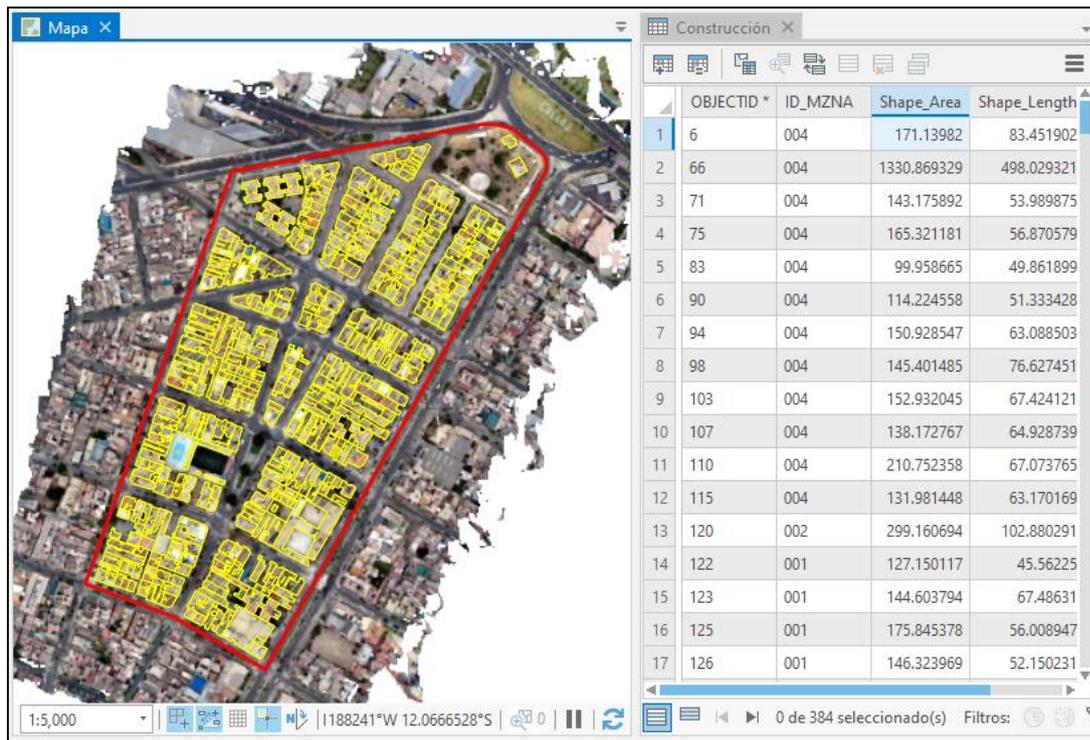
Área de Parques vectorizada



C. Proceso de vectorización de área construida. Realizado en base a la ortofoto, ya que en ella se visualizan las áreas construidas y áreas libres dentro de cada lote, tomando de apoyo las fotografías capturadas por el dron.

Figura 40

Áreas construidas vectorizadas



4.4.2.2 Información Alfanumérica. Se procedió a sistematizar la información obtenida por la Municipalidad Distrital de La Perla durante el proceso de caracterización urbana (material predominante del predio, estado de conservación, uso actual y número de pisos), en la tabla de atributos correspondiente a los lotes. Asimismo, se adjuntó la fotografía de la fachada a cada lote.

Figura 41*Áreas construidas vectorizadas*

	OBJECTID *	ID_MZNA	ID_LOTE	USO_ACTUAL	EST_CONSERV	MAT_PREDOM	NUM_PISO	Shape_Area	Shape_Length
1	1	001	001	Vivienda - Comercio	Bueno	Ladrillo	4	165.412115	52.234999
2	3	001	002	Residencial	Bueno	Ladrillo	1	58.600789	35.038669
3	343	001	003	Residencial	Bueno	Ladrillo	1	53.868164	34.507956
4	4	001	004	Residencial	Bueno	Ladrillo	1	70.960468	38.081897
5	5	001	005	Residencial	Bueno	Ladrillo	2	73.75264	38.950807
6	370	001	006	Residencial	Bueno	Ladrillo	1	103.903602	41.794538
7	8	001	007	Residencial	Bueno	Ladrillo	4	97.422516	43.625976
8	10	001	008	Residencial	Bueno	Ladrillo	4	177.024294	56.702895
9	368	001	009	Residencial	Bueno	Ladrillo	4	139.823826	47.410649
10	2	001	010	Vivienda - Comercio	Bueno	Ladrillo	2	177.152891	53.182991
11	233	002	001	Recreacional	Sin construcción	Sin construcción	0	4699.861138	275.263548
12	14	004	001	Vivienda - Comercio	Bueno	Ladrillo	3	226.917461	64.440452
13	15	004	002	Residencial	Bueno	Ladrillo	2	70.753541	35.855136
14	16	004	003	Residencial	Bueno	Ladrillo	2	115.75302	46.541198
15	17	004	004	Residencial	Bueno	Ladrillo	2	176.390453	58.248211
16	18	004	005	Residencial	Bueno	Ladrillo	2	182.714025	60.778808
17	19	004	006	Residencial	Bueno	Ladrillo	2	175.514093	60.275294
18	20	004	007	Residencial	Bueno	Ladrillo	3	172.02799	59.412187
19	21	004	008	Residencial	Bueno	Ladrillo	2	175.340432	59.180891
20	22	004	009	Residencial	Bueno	Ladrillo	3	172.251279	57.036546
21	24	004	010	Vivienda - Comercio	Bueno	Ladrillo	4	233.108163	59.740138
22	23	004	011	Residencial	Bueno	Ladrillo	2	180.978582	59.24497

Antes de publicar la información procesada, se procedió a realizar un control de calidad mediante reglas topológicas para validar las entidades espaciales con la finalidad de detectar anomalías geométricas entre las capas y corregirlas para que así tengan continuidad y no existan vacíos.

4.4.3 *Diseño de un visor web geográfico en la plataforma de ArcGIS Online*

4.4.3.1 Publicación de servicios web. Toda la información almacenada en la base de datos se procedió a compartir en la plataforma de ArcGIS Online, generando servicios por cada capa de información.

Figura 42*Publicación de Servicios Web*

Compartir como capa web

Compartiendo la capa seleccionada como capa web

General Configuración Contenido Mensajes

Detalles del elemento

Nombre
Sectorización

Resumen
Sectores Catastrales La Perla

Etiquetas
Catastro

Tipo de capa

Entidad
 Tesela
 Tesela vectorial
 Entidad

Ubicación

Carpeta
SIG LA PERLA

Compartir con

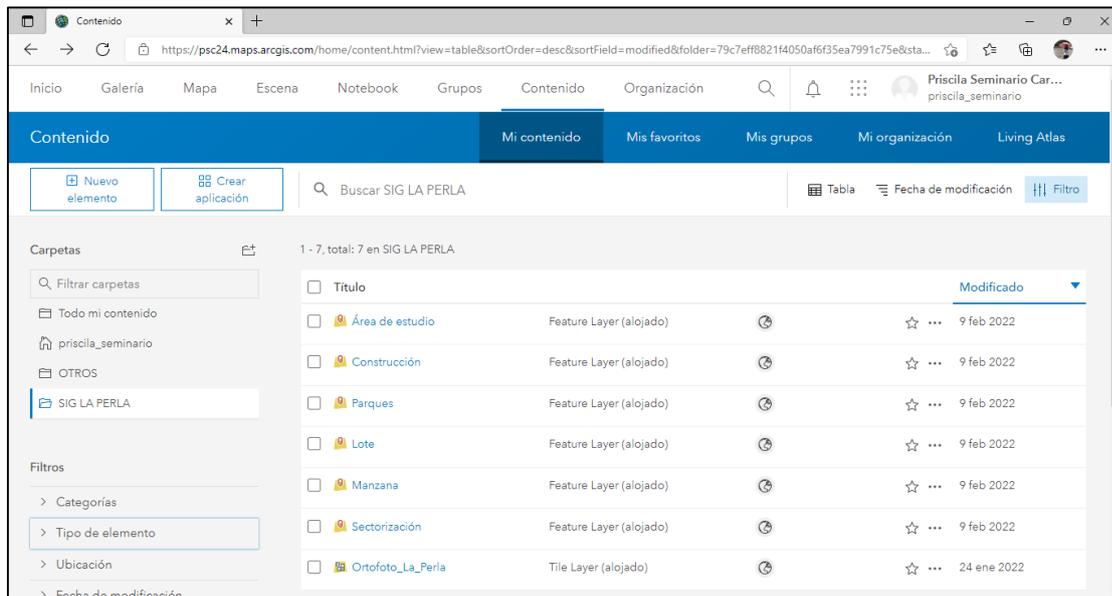
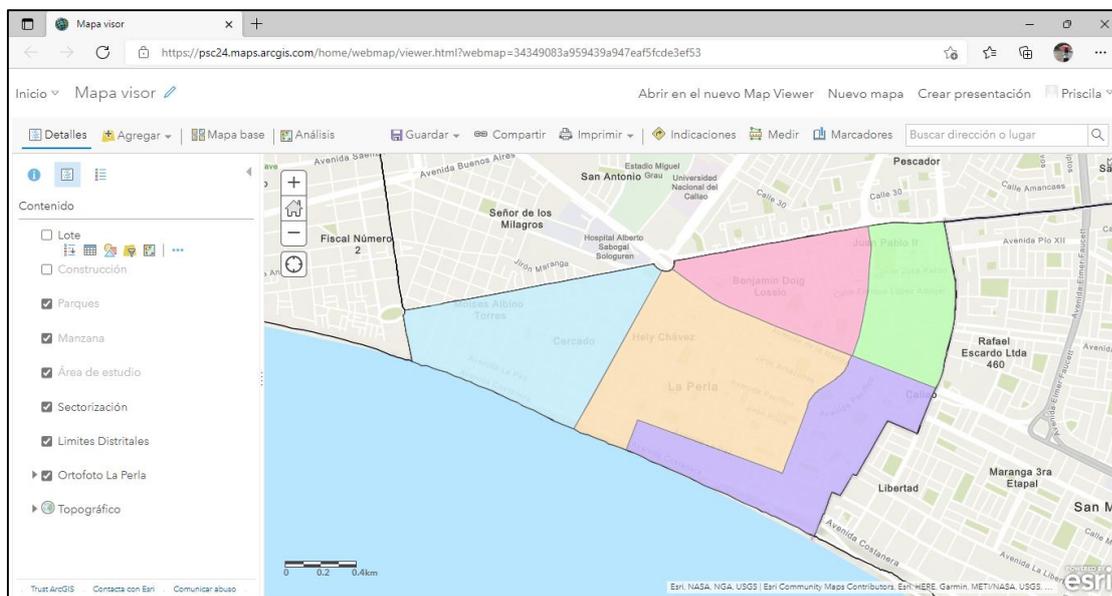
Todos

Finalizar uso compartido

Analizar Publicar Trabajos

Consolidando datos y preparando capa web

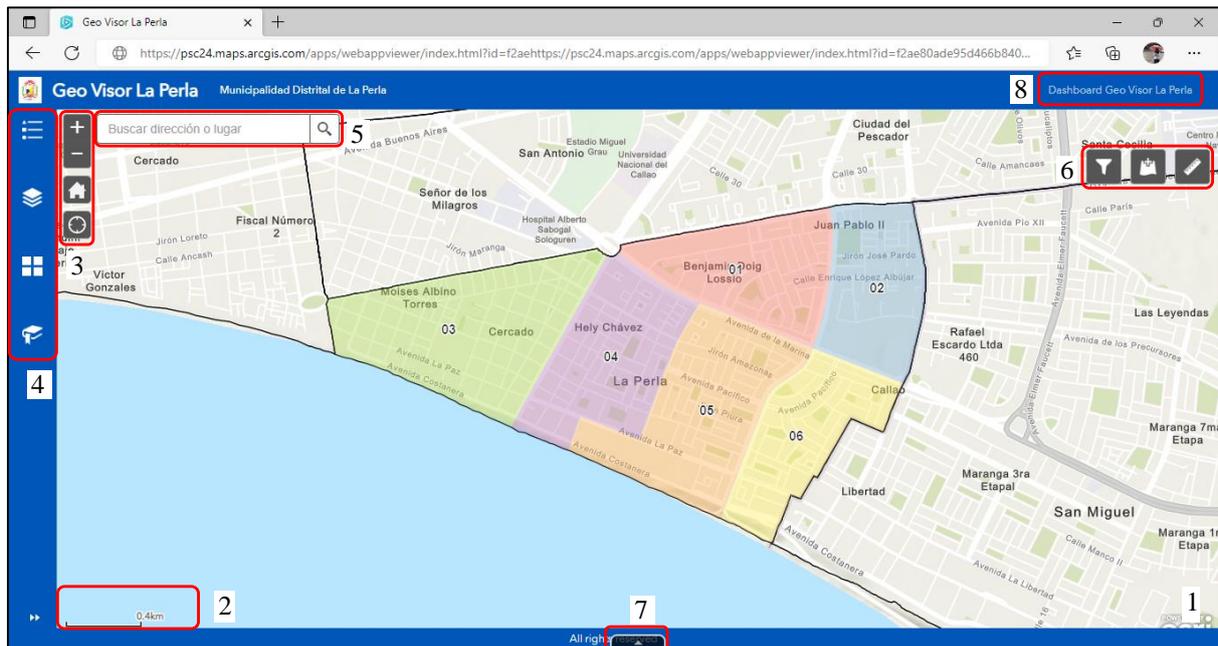
Con todas las capas de información raster (ortofoto) y vectorial (Ver Figura 43) se procedió a crear un mapa web (Ver Figura 44), el que contendrá nuestro visor web geográfico.

Figura 43*Servicios de información web***Figura 44***Mapa web*

4.4.3.2 Estructura del visor web geográfico: Geo Visor La Perla. El visor web geográfico contiene el mapa web creado previamente y ha sido creado con el WebAppBuilder en el ArcGIS Online, que cuenta con una gran variedad de herramientas configurables, algunas de ellas han sido consideradas para el diseño de la interfaz del Geo Visor La Perla.

Figura 45

Interfaz Geo Visor La Perla



1. Mapa web
2. Coordenadas y escala del mapa
3. Herramientas de navegación
4. Panel de herramientas de visualización
5. Barra de búsquedas
6. Herramientas avanzadas
7. Tabla de atributos
8. Enlaces

A. Mapa web. Contiene un mapa base que permite la visualización de un conjunto de datos (elementos geográficos) en capas temáticas (en formato vectorial y raster).

B. Coordenadas y Escala de Mapa. Provee información de las coordenadas del mapa y escala.

Tabla 18*Coordenadas y Escala de Mapa*

Herramienta	Descripción
	Provee información de las coordenadas del mapa (latitud y longitud) mientras se desplaza el puntero del mouse.
	Proporciona la escala actual del mapa. Establecida en el sistema métrico.

C. Herramientas de Navegación. Una extensión predeterminada y herramientas de navegación para desplazarse y hacer zoom.

Tabla 19*Herramientas de Navegación*

Herramienta	Nombre	Descripción
	Acercamiento	Acercar en el mapa un nivel de zoom.
	Alejamiento	Aleja en el mapa un nivel de zoom.
	Extensión predeterminada	Que permite regresar a la extensión inicial del mapa.
	Posición actual	Permite localizar la ubicación actual.

D. Panel de Herramientas de Visualización. Herramientas de visualización de simbología y capas.

Tabla 20*Panel de Herramientas de Visualización*

Herramienta	Nombre	Descripción
	Leyenda	Que permite observar la simbología de las capas activas.

	Lista de capas	Que permite activar y desactivar la visualización de capas.
	Galería de mapas base	Que permite escoger y cambiar el mapa base del visor web.
	Marcadores	Lista de marcadores para una visualización rápida.

E. Barra de Búsquedas. Permite realizar búsquedas de lugares en el mapa web.

F. Herramientas Avanzadas. Herramientas que permiten realizar análisis.

Tabla 21

Herramientas Avanzadas

Herramienta	Nombre	Descripción
	Filtro	Que permite filtrar los objetos espaciales en el mapa.
	Añadir	Que permite incorporar capas de información des varias fuentes.
	Medición	Que permite realizar mediciones lineales y área.

G. Tabla de Atributos. Que permite visualizar la tabla de atributos, así como realizar filtros para la visualización en el mapa.

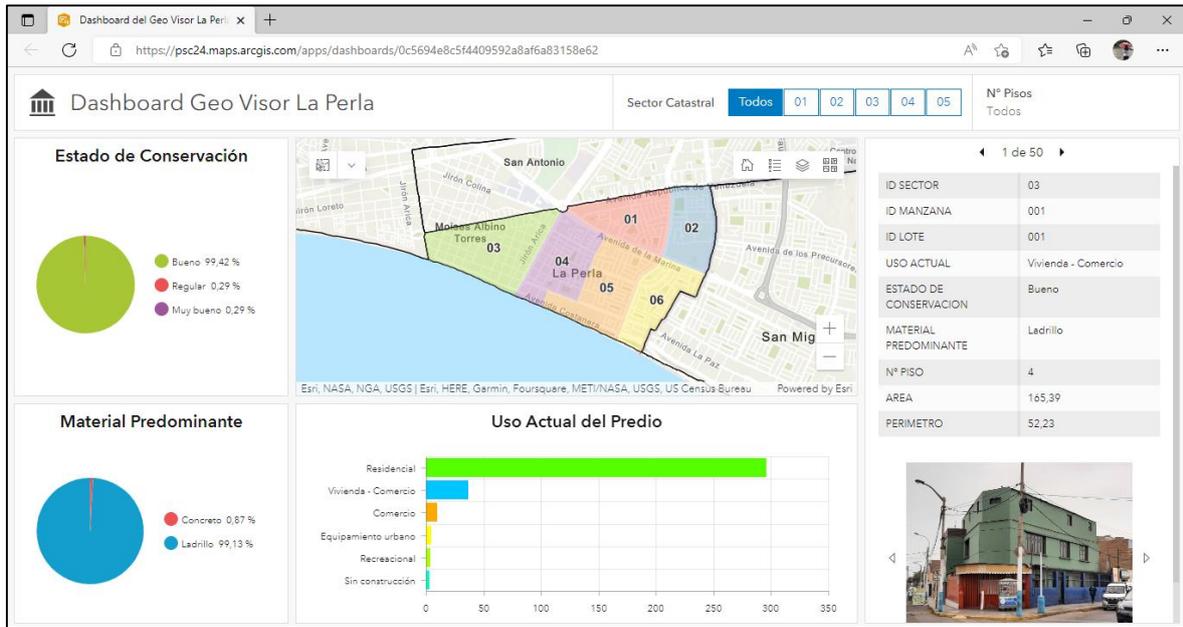
Figura 46

Tabla de Atributos

ID SECTOR	ID MANZANA	ID LOTE	USO ACTUAL	ESTADO DE CONSERVACION	MATERIAL PREDOMINANTE	Nº PISO	AREA	PERIMETRO
03	001	001	Vivienda - Comercio	Bueno	Ladrillo	4	165,39	52,23
03	001	010	Vivienda - Comercio	Bueno	Ladrillo	2	177,15	53,18
03	001	002	Residencial	Bueno	Ladrillo	1	58,60	35,04

H. Enlaces. El enlace conduce a un Dashboard (tablero) que muestra la información a manera de reporte con el cual se puede tomar decisiones ya que ofrece una visión completa de los datos.

Figura 47
Dashboard Geo Visor La Perla



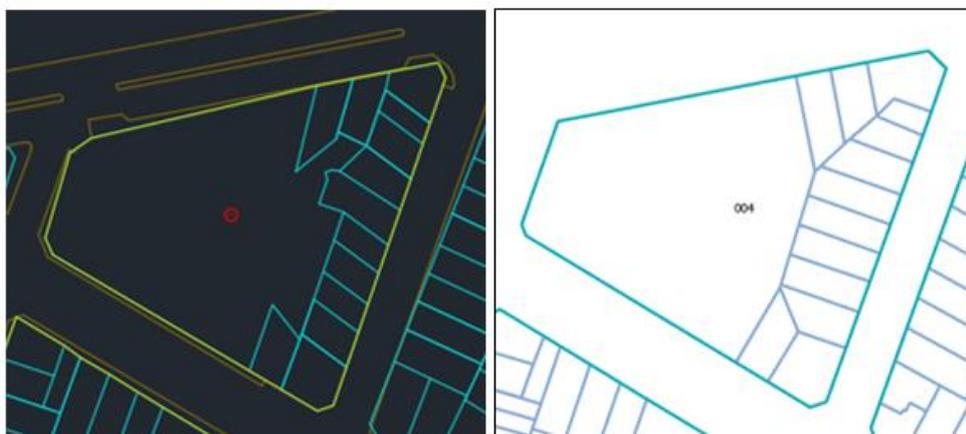
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación dan respuesta a cada objetivo específico planteado: Obtener cartografía base a través de la metodología indirecta de levantamiento catastral (levantamiento de vuelo fotogramétrico con drone), logrando implementar una base de datos (geodatabase) que almacena la información gráfica y alfanumérica, la que posteriormente se publicó en un visor web geográfico diseñado en ArcGIS Online que permita visualizar de manera interactiva la información obtenida; y al objetivo general que fue el de implementar de un Sistema de Información Geográfica (SIG) que contribuya con el catastro urbano en el Sector La Perla Baja del distrito La Perla, Callao.

La cartografía base generada a partir de la vectorización de la ortofoto contribuye a la actualización de la cartografía de la zona de estudio, puesto que la municipalidad solo contaba con información de edificaciones de hasta 6 niveles, sin embargo, a la fecha existe construcciones de hasta 10 niveles (condominios), así como también la delimitación de linderos entre lotes, ya sea porque no se cuenta con planos de las construcciones, porque no se ha podido realizar inspecciones en campo, o se han independizado o subdividido.

Figura 48

Actualización de cartografía base del distrito



Software CAD

Software GIS

Romero (2018), plantea una metodología mixta de levantamiento catastral, mediante metodología indirecta se generó también una ortofoto para la digitalización de manzanas en el software ArcGIS Desktop; y mediante metodología directa se monumentó un punto de Orden C para georreferenciar esta información, de esta manera se generó una base de datos gráfica. Ambos trabajos de investigación, describen la metodología indicada en el Manual de Levantamiento de Información Catastral para la obtención de información gráfica.

Puma (2019), también diseñó e implementó un Sistema de Información Geográfico con la finalidad de procesar y digitalizar la infraestructura catastral utilizando herramientas de software privado ArcGIS, resaltando las ventajas de estas herramientas en la toma de decisiones, convirtiéndose en un soporte fundamental para la planificación estratégica territorial. Asimismo, indica que el uso de este software cumple con las normas y estándares que garantizan la integridad de la información, además, es práctico e instantáneo, reduciendo los procesos basados en papel y brindando información en tiempo real.

Chuquizuta (2021), diseñó e implementó también un visor cartográfico aplicado al catastro, sin embargo, este fue para mostrar el inventario de los componentes catastrales del mobiliario urbano de un sector en el distrito de Puente Piedra. Para la captura de datos utilizó un formulario diseñado en el aplicativo ArcGIS Survey123 y luego se publicó en la plataforma de ArcGIS Online utilizando la aplicación Web AppBuilder. Este visor contiene la información recolectada en campo, la base grafica integrada del distrito, así como herramientas de análisis, búsqueda, capas, añadir datos externos, extracción de datos.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, fue factible el diseño e implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG), que muestra la información catastral del distrito en el área de estudio, de tal manera que le permitirá a la Municipalidad mejorar su gestión en el ámbito catastral.

Se realizó satisfactoriamente el proceso de levantamiento de vuelo fotogramétrico para generar cartografía base de manera rápida y confiable, para ello se realizó la monumentación de un Punto Geodésico de Orden C de tal manera que la cartografía del área de estudio estuviese enlazada a la Red Nacional Horizontal. Seguidamente se procedió con el levantamiento de vuelo con dron en sí para la obtención de fotografías aéreas.

En gabinete se realizó el procesamiento de las fotografías tomadas con el dron utilizando el software Agisoft PhotoScan. Según el Reporte de Procesamiento, la ortofoto tiene una resolución de terreno de 2.14 cm/pix, con la que se observan a detalle las manzanas, lotes, áreas verdes y área construida de la zona de estudio. Se generó una base de datos (geodatabase) y se procedió con la vectorización de las capas de información correspondientes a Predios Urbanos, según Directiva de Estructura de Datos Gráficos de la Base de Datos Catastral Urbana del SNCP.

Con la finalidad de resaltar el objetivo principal de esta investigación, se implementó el visor web geográfico en la plataforma de ArcGIS Online, mediante el aplicativo Web App Builder que cuenta con herramientas de visualización, de búsqueda y herramientas avanzadas, además de mostrar de manera interactiva la información gráfica y alfanumérica de la zona de estudio.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un reconocimiento de la zona de estudio, para determinar las posibles ubicaciones del Punto Geodésico de Orden C, los puntos de fotocontrol y la estación para el despegue y retorno del dron, ya que debe ser una zona despejada sin obstáculos como edificios altos, antenas, así como también tomar en cuenta las zonas que cuentan con restricciones aéreas con la finalidad de evitar interferencias.

Se recomienda el uso de reglas topológicas en la base de datos (geodatabase) que contiene las capas de información vectorial, para que tengan continuidad y evitar vacíos entre las mismas.

Se recomienda el uso de visores cartográficos como una herramienta que contribuya a la difusión de la información que generan las entidades el Estado, Entes Generadores de Catastro, de tal manera que la información sea de libre acceso, que sean de libre acceso e intuitivas, pero sobre todo que sea información actualizada y en constante mantenimiento.

Se recomienda el uso de la plataforma de ArcGIS Online puesto que incluye diversas aplicaciones que permiten diseñarlas sin tener necesariamente conocimientos en lenguaje de programación, que si bien es cierto es un software licenciado, sin embargo, dispone del almacenamiento en la nube de ESRI, evitando el costo en la implementación del hardware. Cabe señalar que pueden obtenerse licencias de pruebas por 21 días.

Se recomienda realizar las acciones y coordinaciones pertinentes con la municipalidad a fin de continúe con el proyecto de catastro, fomentando el uso de herramientas innovadoras que permiten recolectar información en campo, de tal manera que le permitan reducir costos y tiempo, tal como lo es la captura de la información gráfica mediante levantamiento de vuelo fotogramétrico.

VIII. REFERENCIAS

- Abreu, J. (2014). El Método de la Investigación. *Daena: Revista Internacional de buena consciencia (México)*, 9(3), pp.195-204. [http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9\(3\)195-204.pdf](http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9(3)195-204.pdf)
- Alonso. (13 de febrero de 2006). *Utilización de los Sistemas de Información Geográfica*. Universidad de Murcia. https://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/node17_mn.html
- Arias, R. (2017). *Desarrollo de un geoportal, utilizando ArcGis online con datos del área de salud en el Ecuador*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14527>
- Bustamante, L. (13 de junio de 2016). *Política para la adopción y puesta en marcha de un catastro multipropósito rural – urbano*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC191588/>
- Cárdenas, J., Herrera, A., Meneses, J. y Quintero, J. (2014). *Desarrollo e Implementación de un Sistema de Información Geográfica Aplicado en la Comuna 02 para estructurar y Administrar la Base de Datos de la Subdirección de Catastro en el Municipio de Santiago de Cali*. [Tesis de pregrado, Universidad de Manizales]. Repositorio Institucional RIDUM. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/1296>
- CENEPRED-SIGRID. (s.f.). *Plan de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Provincial del Callao 2011-2022*. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/6544>
- Chuquizuta, Cl. (2021). *Diseño e Implementación de un Visor Cartográfico para los Componentes Catastrales de Mobiliario Urbano Aplicando Sistema de Información*

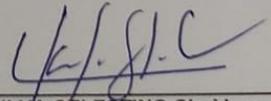
- Geográfica en la Asociación Rosa Luz I Etapa: Distrito Puente Piedra*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5144>
- Claros, R., Guevara, A., y Pacas, N. (2017). *Aplicación de fotogrametría aérea en levantamientos topográficos mediante el uso de vehículos aéreos no tripulados*. [Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador]. Sistema Bibliotecario. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14218/1/50108282.pdf>
- ESRI. (s.f.). <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>
- Geoinnova. (2017). *Modelo vectorial y ráster: ventajas y desventajas*. <https://geoinnova.org/blog-territorio/modelo-vectorial-y-modelo-raster/>
- Gobierno del Perú. (s.f.). *Infraestructura de Datos Espaciales del Perú*. <https://www.geoidep.gob.pe/que-es-la-idep>
- González, P. (2015). *Levantamiento mediante GPS de una red de puntos establecidos para correlacionar los distintos espacios de la universidad en el mismo sistema de coordenadas*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Cartagena]. –Repositorio digital UPCT. <http://hdl.handle.net/10317/4651>
- Guimet, J. (2003). *Descripción y Teoría General del Catastro*. Universidad Politécnica de Catalunya. <https://silo.tips/download/jordi-guimet-perea-descripcion-y-teoria-general-del-catastro>
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ª ed.). Mc Graw Hill.
- Ley N° 28294. Ley que crea el Sistema Nacional integrado de Catastro y su vinculación con el Registro de Predios. (21 de julio del 2004). Congreso de la República del Perú. <https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/28294.pdf>

- Ley N° 27972. Ley Orgánica de Municipalidades. (27 de mayo del 2003). Congreso de la República del Perú. <https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/27972.pdf>
- Maqueda, M., Pérez, V. (2014). *Aplicación de un Sistema de Información Geográfica para la actualización del catastro urbano del municipio de Actopan, Estado de Hidalgo*. [Tesis de pregrado, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Dspace. <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/14749>
- MasterGIS. (s.f.) <https://www.mastergis.com/drones-rtk-y-ppk/>
- Morales, Y. (2019). *Aplicación de fotogrametría con dron para la actualización de los factores físicos del catastro urbano del distrito de Ticapampa - Recuay - Áncash – 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio Institucional UNASAM. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4486>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (s.f.) *Sistemas de Información Geográfico (SIG) en Salud Animal*. http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/animal/sig/intro/compo.htm
- Pérez, A., Botella, A., Muñoz, A., Olivella, R., Olmedillas, J., Rodríguez, J. (2011). *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica y Geotelemática*. Editorial UOC. <https://books.google.co.cr/books?id=xip1wtr8k58C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Puma, G. (2019). *Implementación de un Sistema de Información Geográfica para la Gerencia de Desarrollo Económico de la Municipalidad Distrital de Nuevo Chimbote; 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote]. Repositorio Institucional ULADECH CATOLICA. <https://hdl.handle.net/20.500.13032/10737>
- Ramos, J. (2018). *Sistema de Información Geográfica para la toma de decisiones en el Catastro del Distrito de Huancané – Puno*. [Tesis de pregrado, Universidad Andina

- Néstor Cáceres Velásquez]. Repositorio Dspace.
<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/4627>
- Resolución N° 04-2012-SNCP/CNC, Manual de Protocolo de Actuación en el Levantamiento Catastral. (26 de diciembre de 2012). SUNARP.
- Romero, L. (2018). *Metodología de Levantamiento de información Catastral con Drone y Procesamiento Geoespacial en el Asentamiento Humano Los Olivos de Pro. Distrito de Los Olivos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2627>
- Ruiz, I., Sarmiento, E., Babilonia, K. (2017). *Visor geográfico de indicadores para el desarrollo territorial del área Metropolitana de Barranquilla*. [Tesis de pregrado, Universidad de Manizales]. Repositorio Institucional RIDUM. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/4183>
- Soto, O. (2019). *Análisis espacial aplicado a la actualización catastral en la Región XV, en Celaya, Guanajuato*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de México]. Repositorio Institucional UAEMEX. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/109433>
- Vega, R., Valdivia, G. y Tagle, L. (2006). *Catastro Urbano Municipal: Normas técnicas y de gestión reguladoras de catastro urbano municipal*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. <https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/normas-catastro-urbano.pdf>
- Vergara, R., Hernández, A., Virués, D., Bernardo, S., Ramos, David y García-Cabañas, J. (2015). *Piloto de dron (RPAS)*. Ediciones Paraninfo. https://books.google.com.pe/books/about/Piloto_de_dron_RPAS_3_%C2%AA_edici%C3%B3n.html?id=VcqGDwAAQBAJ&redir_esc=y

IX. ANEXOS

Certificación del Punto Geodésico de Orden "C" por el Instituto Geográfico Nacional.

			
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL SUBDIRECCIÓN DE CERTIFICACIONES			
<u>CERTIFICADO DE PUNTO GEODÉSICO</u>			
Visto el informe de procesamiento del punto geodésico CAL01538 y habiendo verificado el resultado obtenido por la MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA PERLA , el Instituto Geográfico Nacional procede a certificar el resultado obtenido, el cual cumple con los requisitos establecidos según Norma Técnica Geodésica, de acuerdo a las siguientes características:			
CÓDIGO DEL PUNTO GEODÉSICO		CAL01538	
COORDENADAS WGS-84			
UTM		GEODÉSICAS	
ESTE	269263.417 m	LATITUD	12°03'57.01325" S
NORTE	8665273.743 m	LONGITUD	77°07'10.77969" O
ZONA	18 Sur	ALT. ELIPSOIDAL	45.163 m
Datos Generales:			
- ORDEN: "C"			
- UBICACIÓN (Prov. - Dpto.): PROVINCIA CONSTITUCIONAL DEL CALLAO			
- ESTACIÓN GNSS BASE: CALLAO (LI06) - 2020			
- ÉPOCA DE OBSERVACIÓN: DICIEMBRE 2021			
- NÚM. CORRELATIVO: 131 - 2022/IGN/DIG/SDCERTIF			
Lima, 18 de enero de 2022			
			
		 SILVA CELESTINO Clari Luz TTE EP Subdirectora de Certificaciones	
EVALUADO POR: GEÓG. HUGO G. LEXEQUÍAS CABRERA			
COMPETENCIA <i>La certificación del punto geodésico no certifica ni define límites territoriales de propiedad, posesión jurisdiccional ni política-administrativa.</i> <i>Los resultados de la evaluación son eminentemente de gabinete, no se han realizado trabajos de campo.</i>			

Plano Básico de sectorización de la Municipalidad de la Perla.

