

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Elaboración de una guía de uso de vehículos aéreos no tripulados para la optimización de procesos de levantamiento catastral dentro del casco urbano del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez

Trabajo de graduación presentado por Juan Fernando De León Pérez para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil

Guatemala,

2019

Elaboración de una guía de uso de vehículos aéreos no tripulados para la optimización de procesos de levantamiento catastral dentro del casco urbano del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Elaboración de una guía de uso de vehículos aéreos no tripulados para la optimización de procesos de levantamiento catastral dentro del casco urbano del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez

Trabajo de graduación presentado por Juan Fernando De León Pérez para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil

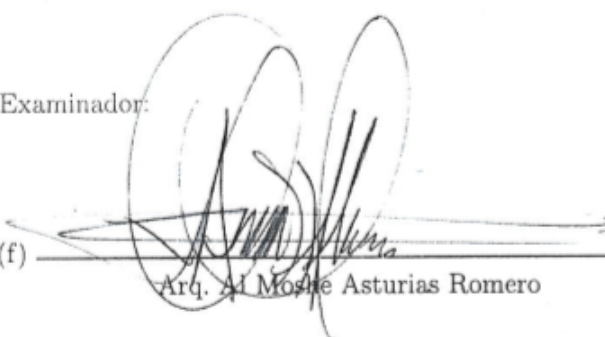
Guatemala,

2019

Vo.Bo.:

(f) 
Arq. Al Moshe Asturias Romero

Tribunal Examinador:

(f) 
Arq. Al Moshe Asturias Romero

(f) 
Ing. Otoniel Alejandro Echeverría Castellanos

(f) 
Ing. Luis Rodrigo Andrés Morales Ortega

Fecha de aprobación: Guatemala, 3 de diciembre de 2019.

Agradezco a Dios por darme fuerzas y sabiduría para cumplir mis metas en la vida. Agradezco al departamento de ingeniería civil en especial al ingeniero Robert Godo Levensen por haberme apoyado desde el comienzo para salir adelante. Agradezco a mi asesor, al arquitecto Al Moshe Asturias Romero por haber dirigido el proceso y apoyarme con sus conocimientos para la presente investigación. Agradezco al ingeniero Esteban Wyss por su amistad y consejos para el desarrollo de la tesis. Agradezco a mis amigos y compañeros de estudios a José Barrios, Héctor Vásquez, Luis Reyes, Carmen Figueroa, Diego Morataya y Pablo Ortiz por haber estado siempre conmigo, en las buenas y en las malas y apoyarme para salir adelante. Agradezco a mis padres, Iván y Rina por haberme dado el ejemplo, por darme todo su amor y apoyo incondicional porque gracias a ellos estoy cumpliendo mis metas. Agradezco a mis hermanos, Diego e Iván por su amor y apoyo incondicional. Agradezco a mis tíos y a mis primos, por sus consejos y por su cariño. Agradezco a mis abuelas, María Reina y Estela por siempre escucharme y por su amor incondicional. Agradezco a mis abuelos Hernán Pérez y Eliseo De León, por el amor, apoyo y sabios consejos que me brindaron en vida porque a pesar de que están en el cielo estoy cumpliendo todo lo que me aconsejaron. Agradezco a Ana Laura, por todo su amor y apoyo que me ayudaron a seguir mis metas. Y agradezco a mis amigos "Los Primos", por siempre estar ahí y por ayudarme en cualquier momento.

Prefacio	v
Lista de figuras	xiv
Lista de cuadros	xv
Resumen	xvii
Abstract	xix
1. Introducción	1
2. Objetivos	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. Marco teórico	5
3.1. Registro de información catastral (RIC)	5
3.2. Marco legal	9
3.3. Procedimientos catastrales	11
3.4. Topografía	14
3.5. Geodesia	14
3.5.1. Historia y necesidad de la Geodesia	15
3.5.2. Sistemas de información geográfica	16
3.5.3. Funcionamiento de un GPS	16
3.5.4. Sistemas globales de navegación satelital	16
3.5.5. Sistemas de coordenadas para un GPS	16
3.5.6. Sistema de coordenadas de referencia satelital	16
3.5.7. Sistema de coordenadas geocéntrico	17
3.5.8. Sistema de coordenadas geodésico	18
3.5.9. Otros sistemas de navegación satelital	18
3.5.10. Sistema Galileo	18
3.5.11. Constelación GLONASS	19

3.5.12. Sistema Beidou	19
3.6. Tipos de levantamiento	19
3.6.1. Levantamiento estático	20
3.6.2. Posicionamiento relativo estático rápido	20
3.6.3. Levantamiento pseudocinemático	20
3.6.4. Levantamiento cinemático	21
3.7. Fotogrametría	21
3.7.1. Aplicaciones de la fotogrametría	21
3.7.2. Ventajas y desventajas de la fotogrametría	22
3.7.3. Tipos de fotogrametría	22
3.8. Tipos de fotografías aéreas	23
3.8.1. Aerofotográficas	23
3.8.2. Panorámicas	24
3.8.3. Multibanda	24
3.8.4. Planeamiento de vuelo	24
3.8.5. Escala de fotografía	25
3.8.6. Desplazamiento por relieve	26
3.8.7. Altura de vuelo	26
3.8.8. Paralaje estereoscópica	27
3.9. Softwares para el uso de fotogrametría	28
3.9.1. Pix4D	28
3.9.2. Photoscan	28
3.9.3. Drone2Map	29
3.9.4. VisulaSFM	29
3.9.5. Photomodeler	29
3.9.6. Easy map pilot	29
3.9.7. Drone deploy	29
3.10. Vehículos aéreos no tripulados	30
3.10.1. Historia de los vehículos aéreos no tripulados	30
3.10.2. Uso y aplicaciones de los vehículos aéreos no tripulados	30
3.11. Tipos de vehículos aéreos no tripulados	33
3.11.1. Vehículos aéreos de ala fija	33
3.11.2. Vehículos aéreos de ala rotativa	33
3.12. Partes básicas de un vehículo aéreo no tripulado	34
3.12.1. Diagrama del Mavic 2 Pro	35
4. Mazatenango	39
4.1. Historia de Mazatenango	39
4.1.1. Época precolonial	39
4.1.2. Época colonial	39
4.1.3. Fundación de los primeros pueblos	40
4.1.4. Fundación de Mazatenango	40
4.1.5. Época independiente	41
4.2. Factores configurativos de Mazatenango	41
4.2.1. Descripción geográfica	41
4.2.2. Distancia	41
4.2.3. Banco de marca	42
4.2.4. Clima	42

4.2.5.	Topografía	42
4.2.6.	Orografía	42
4.2.7.	Cuenca hídrica Sís Icán	42
4.2.8.	Aspectos de la población	42
4.2.9.	Sectores de Mazatenango	44
4.2.10.	Límites de Mazatenango	45
4.2.11.	Mapa de cantones y barrios de Mazatenango	46
4.2.12.	Mapa de fincas sector norte de Mazatenango	47
4.2.13.	Mapa de fincas sector sur de Mazatenango	49
4.2.14.	Aldeas de Mazatenango	50
4.2.15.	Mapa de colonias, lotificaciones y residenciales de Mazatenango	51
4.2.16.	Mapa de calles y avenidas del casco urbano de Mazatenango	53
4.3.	Factores económicos de Mazatenango	53
4.3.1.	Agricultura	53
4.3.2.	Comercio e industria	54
5.	Marco metodológico	55
5.1.	Equipo utilizado	55
5.2.	Etapa pre-gabinete	57
5.2.1.	Reconocimiento de la muestra	57
5.3.	Etapa de campo	58
5.3.1.	Ubicación de los puntos de control	58
5.4.	Metodología directa: Programación y toma de datos de receptores trimble R8s GNSS Base y Rover	60
5.5.	Metodología indirecta: Generación de ortofoto mediante el dron Mavic 2 Pro	62
5.6.	Etapa de gabinete	65
5.6.1.	Extracción de datos de receptores GNSS y dron	65
5.6.2.	Post Proceso de puntos de control	65
5.6.3.	Proceso de generación de ortofoto	66
5.6.4.	Levantamiento utilizando ortofoto	75
5.6.5.	Generación de planos temáticos	80
6.	Análisis y discusión de resultados	83
6.1.	Ubicación de Colonia El Relicario	83
6.2.	Coordenadas y puntos de control	84
6.3.	Identificación, áreas y perímetros de lotes	84
6.3.1.	Tipo de construcción de lotes	89
6.3.2.	Material de construcción de lotes	92
6.3.3.	Estado de conservación de lotes	93
6.3.4.	Número de pisos de lotes	95
6.3.5.	Actividades económicas	96
6.3.6.	Servicios básicos	98
6.4.	Discusión de resultados	99
7.	Conclusiones	103
8.	Recomendaciones	105
9.	Bibliografía	107

10. Anexos	109
10.1. Informe de procesamiento de imágenes	109
10.2. Ficha de información en campo	114
10.3. Guía de uso de vehículos aéreos no tripulados para levantamiento catastral . .	126
10.4. Planos	130
10.5. Glosario	141

Lista de figuras

1.	Triangulación geodésica en la península y baleares en 1865	15
2.	Parámetros para la transformación del sistema de coordenadas geocéntrico . .	17
3.	Sistema de coordenadas geodésico	17
4.	Sistema de coordenadas geodésico	18
5.	Receptor GNSS aplicado en obra	20
6.	Drone tomando fotografías	21
7.	Relación geométrica en una fotografía aérea	25
8.	Escala de una fotografía vertical	26
9.	Coordenadas en tierra de una fotografía aérea	27
10.	Software Pix4D	28
11.	Software Drone Deploy	30
12.	UAV de ala fija	33
13.	UAV Quadcopter	34
14.	UAV Sixcopter	34
15.	Frente Mavic 2 Pro	35
16.	Reverso Mavic 2 Pro	35
17.	Lateral Mavic 2 Pro	36
18.	Superior Mavic 2 Pro	36
19.	Inferior Mavic 2 Pro	37
20.	Mando de UAV Mavic 2 Pro	37
21.	Municipios de Suchitepéquez	43
22.	Sectores de Mazatenango	44
23.	Límites de Mazatenango	45
24.	Cantones y barrios de Mazatenango	46
25.	Mapa de fincas sector norte de Mazatenango	47
26.	Mapa de fincas sector sur de Mazatenango	49
27.	Aldeas de Mazatenango	50
28.	Mapa de colonias, lotificaciones y residenciales de Mazatenango	51
29.	Mapa de calles y avenidas del casco urbano de Mazatenango	53
30.	Drone DJI Mavic 2 Pro utilizado	55
31.	Estación base y estación rover	56

32.	Plano original de límites de colonia El Relicario	58
33.	Pinturas neón utilizadas para trazar marcas	58
34.	Trazados de marcas de puntos de control	59
35.	Marca de punto de control	59
36.	Armado y nivelado de receptores	60
37.	Toma de datos de punto de control 1	61
38.	Toma de datos de punto de control 2	61
39.	Toma de datos de punto de control 3	62
40.	Toma de datos de punto de control 4	62
41.	Aplicación DJI GO 4	63
42.	Selección de Grill	63
43.	Programación de plan de vuelo	63
44.	Chequeo de Ctrl+DJI	64
45.	Ejecutando plan de vuelo	64
46.	Información del plan de vuelo terminado	65
47.	Post posicionamiento de punto base y puntos de control	66
48.	Lista de puntos procesados	66
49.	Toma de fotografías	67
50.	Agisoft PhotoScan Professional	67
51.	Conversión de referencial	68
52.	Importación de archivo de texto	68
53.	Punto sin georreferenciar	69
54.	Punto base y punto 1 georreferenciado	69
55.	Punto 2 georreferenciado	69
56.	Punto 3 georreferenciado	70
57.	Punto 4 georreferenciado	70
58.	Optimizar orientaci3n de cámaras	71
59.	Error de georreferenciación	71
60.	Crear nube de puntos densa	71
61.	Crear textura	72
62.	Crear modelo digital de elevaciones	72
63.	Crear modelo de teselas	73
64.	Crear ortomosaico	73
65.	Proceso de exportación de ortofoto	74
66.	Exportación de ortomosaico	74
67.	Propiedades de proyecto	75
68.	Administrador de fuentes de datos	76
69.	Ortofoto Colonia El relicario 2019	76
70.	Crear capa	77
71.	Nueva capa de archivo shape	77
72.	Trazado de polígono	78
73.	Traza de polígono	78
74.	Traza de polígono	79
75.	Polígonos trazados en ortofoto	79
76.	Categorizado por columna	80
77.	Simbología	80
78.	Administrador de composiciones	81
79.	Ventana de diseño de impresión	81

80.	Plantilla de plano	82
81.	Mapa de ubicación Colonia El Relicario	83
82.	Plano de ubicación de puntos de control	84
83.	Plano de identificación de lotes	88
84.	Clasificación de lotes	89
85.	Plano de clasificación de lotes	89
86.	Tipo de construcción de lotes	90
87.	Clasificación del tipo de construcción	91
88.	Tipo de construcción de lotes	91
89.	Material de construcción	92
90.	Plano de material de construcción	93
91.	Estado de conservación	94
92.	Clasificación de estado de conservación	94
93.	Plano de estado de conservación	95
94.	Número de pisos	96
95.	Plano de número de pisos de construcciones	96
96.	Distribución de actividades económicas	97
97.	Plano de actividades económicas	98
98.	Servicios básicos	99
99.	Plano de información sobre servicios básicos	99
100.	Informe de mapeo colonia El Relicario	109
101.	Datos de levantamiento	110
102.	Calibración de cámara	111
103.	Puntos de control terrestres	112
104.	Puntos de control terrestres	112
105.	Datos de levantamiento	113
106.	Ficha de información en campo	114
107.	Ficha de información en campo	115
108.	Ejemplo de ficha de información en campo lote no. 42	116
109.	Ejemplo de ficha de información en campo no. 42	117
110.	Ejemplo de ficha de información en campo no. 47	118
111.	Ejemplo de ficha de información en campo no. 47	119
112.	Ejemplo de ficha de información en campo no. 72	120
113.	Ejemplo de ficha de información en campo no. 72	121
114.	Ejemplo de ficha de información en campo no. 87	122
115.	Ejemplo de ficha de información en campo no. 87	123
116.	Ejemplo de ficha de información en campo no. 114	124
117.	Ejemplo de ficha de información en campo no. 114	125
118.	Guía de uso parte 1	126
119.	Guía de uso parte 2	127
120.	Guía de uso parte 3	128
121.	Guía de uso parte 4	129
122.	Plantilla de plano	130
123.	Mapa de ubicación de Colonia El Relicario	131
124.	Plano de ubicación de puntos de control	132
125.	Plano de identificación de lotes	133

126. Plano de clasificación de lotes	134
127. Tipo de construcción de lotes	135
128. Plano de material de construcción	136
129. Plano de estado de conservación	137
130. Plano de número de pisos de construcciones	138
131. Plano de actividades económicas	139
132. Plano de información sobre servicios básicos	140

Lista de cuadros

1.	Lista de puntos	84
2.	Identificación, área y perímetro	85
3.	Identificación, área y perímetro	86
4.	Identificación, área y perímetro	87
5.	Clasificación de lotes	88
6.	Tipo de construcción de lotes	90
7.	Material de construcción	92
8.	Estado de conservación	93
9.	Número de pisos	95
10.	Actividades económicas	97
11.	Servicios básicos	98

Esta investigación tiene como objetivo principal la elaboración de una guía de uso de vehículos aéreos no tripulados para la optimización de procesos de levantamiento catastral dentro del casco urbano del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez, Guatemala. Para lograr lo establecido anteriormente se necesitará emplear un método que haga uso de vehículos aéreos no tripulados que ayuden a ahorrar tiempo y dinero para obtener el tipo de información necesaria para lograr un levantamiento catastral de un área determinada del casco urbano de Mazatenango.

Para cumplir con el objetivo principal de la investigación, se contactó a la municipalidad de Mazatenango para delimitar un área dentro del casco urbano, para luego proceder a realizar el levantamiento de información catastral por medio de un vehículo aéreo no tripulado. Al obtener los datos necesarios, se procedió a realizar el levantamiento de información por medio de softwares especializados en fotogrametría y de esa manera, aprovechar mejor los recursos que brinda la tecnología para reducir el tiempo de análisis.

Este trabajo tiene como finalidad agilizar los procesos de levantamiento de información catastral mediante una guía. De modo que las municipalidades o instituciones del estado sean beneficiadas en la reducción de tiempo y en el incremento del cobro de sus impuestos mediante un levantamiento catastral.

This research has as main objective the elaboration of a guide for the use of UAV (unmanned aerial vehicles) for the optimization of cadastral survey processes within the urban area of the municipality of Mazatenango, Suchitepéquez, Guatemala. To achieve the above, it will be necessary to use a method that uses unmanned aerial vehicles that help save time and money to obtain the type of information necessary to achieve a cadastral survey of a particular area of the urban area of Mazatenango.

To fulfill the main objective of the investigation, it was necessary to contact the municipality of Mazatenango to delimit an area within the urban area, and then proceed to carry out the cadastral information collection by means of an unmanned aerial vehicle. When obtaining the necessary data, the information was collected by means of specialized photogrammetry software and in that way, better use the resources provided by the technology to reduce the analysis time.

This graduation work aims to expedite the processes of cadastral information collection through a guide. So that the municipalities or institutions of the state are benefited in the reduction of time and in the increase of the collection of their taxes by means of a cadastral survey.

El catastro es una herramienta útil para el desarrollo municipal ya que permite obtener una visión completa de la situación del municipio y dar el conocimiento de los bienes inmuebles que se encuentran en él, y así tomar decisiones correctas para el desarrollo del territorio. Esta investigación tiene como objetivo principal optimizar el proceso de levantamiento catastral dentro del casco urbano del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez, mediante la elaboración de una guía de uso de vehículos aéreos no tripulados, el cual permitirá realizar dicho proceso de forma rápida y efectiva de la muestra indicada y con ello generar planos temáticos con el fin de gestionar y planificar el territorio.

Hoy en día existe una integración del catastro y de los sistemas de información geográfica para acoplar representaciones gráficas de los predios en el cual genera un inventario con datos alfanuméricos que presenten características físicas, usos, valores, etc. Existe una metodología para el levantamiento catastral, sin embargo, no todas las municipalidades hacen uso de esta metodología debido a que los periodos de levantamiento pueden tornarse largos y esto demora el proceso de actualización. Es por eso por lo que la tecnología ha mejorado con el paso del tiempo y se han implementado nuevas metodologías para agilizar los procesos de levantamiento y los vehículos aéreos no tripulados aplicados a catastro generan información real cartográfica en el menor tiempo posible para procesos de gestión y planificación territorial.

2.1. Objetivo general

Optimizar el proceso de levantamiento catastral dentro del casco urbano del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez, mediante la elaboración de una guía de uso de vehículos aéreos no tripulados

2.2. Objetivos específicos

- Conocer los tipos de catastros y su importancia.
- Definir los procesos para el levantamiento catastral urbano.
- Realizar mapeos y levantamientos en 2D y 3D para el análisis de uso de suelo.
- Identificar construcciones no declaradas en la documentación predial para el catastro en el área de estudio.

3.1. Registro de información catastral (RIC)

Registro de información catastral (RIC)

Institución estatal autónoma que tiene la misión de establecer, mantener y actualizar el catastro nacional para construir un registro público de la propiedad orientado a la certeza y seguridad jurídica, tenencia y usos de la tierra. Se coordina con el registro de la propiedad, el instituto geográfico nacional, las municipalidades, la Secretaría de Asuntos Agrarios de la Presidencia de la República, la Oficina Encargada del Control de las Áreas de Reserva del Estado, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas y los tribunales de la República.

Funciones importantes del RIC

- Establecer, mantener y actualizar el catastro nacional de acuerdo con la presente Ley y sus reglamentos.
- Definir planes, políticas y estrategias de trabajo en materia catastral.
- Registrar y actualizar la información catastral (esto es una responsabilidad del Estado), y extender certificados catastrales y copias certificadas de los mapas, planos y de cualquier otro documento que esté disponible.
- Definir las políticas que se utilizan para percibir y administrar los ingresos provenientes de la prestación de servicios y venta de productos catastrales.

Organización del RIC

- Consejo Directivo del RIC
- Dirección Ejecutiva Nacional

- Direcciones Municipales de Registro de Información Catastral

Consejo Directivo

Es el órgano rector de la política catastral, de la organización y funcionamiento del RIC, y de la coordinación con las instituciones del Estado, y con las organizaciones sociales vinculadas al proceso de establecimiento, mantenimiento y actualización catastral.

Dirección Ejecutiva Nacional

La Dirección Ejecutiva Nacional del RIC posee un director al que le corresponde la coordinación de las acciones, la ejecución de las disposiciones y resoluciones emanadas del Consejo Directivo del RIC, fungiendo como secretario de dicho Consejo, con voz, pero sin voto.

Direcciones Municipales de Registro de Información Catastral

Las Direcciones Municipales de Registro de Información Catastral estarán a cargo de un director nombrado por el Consejo Directivo del RIC a propuesta del Director Ejecutivo, a quien corresponde la ejecución de las operaciones técnico-jurídicas y administrativas en su municipio, de acuerdo con lo establecido en la presente Ley y sus reglamentos.

Acta de verificación de mojones y linderos

Documento suscrito por el propietario, poseedor o tenedor de un predio, o sus representantes y los propietarios, poseedores, tenedores de los predios colindantes o sus representantes, quienes manifestarán su conformidad o inconformidad con los datos territoriales del predio. El Técnico del Registro de Información Catastral hará constar en acta los extremos mencionados.

Área

Extensión en proyección plana de un predio, expresada de conformidad con el sistema métrico decimal.

Catastro Nacional

Inventario técnico para la obtención y mantenimiento de la información territorial y legal, representada en forma gráfica y descriptiva, de todos los predios del territorio nacional. Dicha información, que es susceptible de ser complementada con otra de diversa índole, conformará el Centro Nacional de Información Registro-Catastral, disponible para usos multifinalitarios.

Catastro focalizado

Levantamiento de información predial y registral que se realiza en zonas que no han sido declaradas catastradas o que no están en proceso catastral, y en el cual se tiene por núcleo de la investigación al predio o predios que se presumen se identifican con el ámbito espacial de la finca o fincas que se pretende ubicar, y por contexto a los predios colindantes y su correspondiente información registral, con el objeto de establecer mediante el análisis catastral y jurídico la relación entre ellos, y de ese modo alcanzar la certeza de la ubicación espacial de las fincas y el grado de correspondencia con el predio o los predios.

Certificación catastral

Documento que contiene toda la información catastral de un predio.

Código de clasificación catastral

Números que representan, por su orden, el departamento, el municipio, el polígono catastral y el predio, bajo el principio de territorio continuo. Este código es asignado a cada predio

del territorio nacional en el proceso de establecimiento y mantenimiento registro-catastral, que lo identifica en el Registro de Información Catastral.

Datos territoriales de una finca

Consta de la orientación cardinal, vértices determinados en un sistema de coordenadas, su forma geométrica, la longitud de sus linderos y la extensión superficial.

Derrotero

Es la descripción alfanumérica de las distancias de los linderos de los predios y los ángulos de orientación de estos.

Diagnóstico de propiedad

Por medio de la información del Registro de la Propiedad la situación del derecho de propiedad sobre la tierra en un municipio, departamento o región del territorio nacional.

Finca

Es la denominación que el Registro de la Propiedad le da a un inmueble para su identificación.

Levantamiento catastral

Consiste en la obtención en campo de los datos físicos y descriptivos de los predios y de sus respectivos propietarios, poseedores o tenedores en determinado sector del territorio nacional.

Mantenimiento registro-catastral

Conjunto de actividades jurídicas, técnicas y administrativas permanentes y necesarias para inscribir, tanto en el registro de Información Catastral como en el Registro de la Propiedad, los cambios relativos al predio y al propietario, respectivamente.

Mojón

Representación física de un vértice.

Polígono catastral

Figura formada por una línea poligonal cerrada, cuyos vértices están ligados a la red geodésica nacional, que son el conjunto de estaciones de monitoreo continuo de datos GPS, y su función es la de facilitar el levantamiento catastral.

Política catastral

Conjunto de planes, programas, proyectos y acciones que desarrolla el Registro de Información Catastral, relacionados con las modalidades administrativas, financieras, técnicas y sociales de la ejecución del proceso catastral.

Poseedor

Quien sin ser el propietario ejerce sobre un predio todas o algunas de las facultades inherentes al dominio. No es poseedor el que posee en nombre o representación del propietario o quien disfruta del predio por actos puramente facultativos o de simple tolerancia permitida por el propietario.

Predio

Es el polígono que sirve de unidad territorial del proceso catastral, que se identifica con un código de clasificación catastral.

Predio catastrado

Es aquél en el cual se han consumado las operaciones técnicas del análisis catastral y jurídico, y que han obtenido la declaración correspondiente.

Predio catastrado regular

Después de haberse consumado las operaciones de análisis catastral y jurídico, los datos de la investigación registral y los obtenidos en el levantamiento de información catastral coinciden. Estos predios han obtenido la declaración a que se refiere el artículo treinta y cinco de la presente Ley.

Predio catastrado irregular

Es el predio que, después del análisis catastral y jurídico, no está inscrito en el Registro de la Propiedad, o estando inscrito presenta irregularidades de las tipificadas en los artículos treinta y ocho y treinta y nueve, y que, por consiguiente, ha obtenido la declaración a que se refiere el artículo treinta y seis de la presente Ley.

Propietario

Es la persona que ejerce alguna o todas las facultades inherentes al dominio y tiene el derecho de disponer de un predio inscrito a su nombre en el Registro de la Propiedad.

Red geodésica

Serie de alineaciones relacionadas entre sí, que están fijas en el terreno con monumentos y otros puntos ubicados dentro de un marco de referencia global y de precisión, referidos y establecidos por el Instituto Geográfico Nacional, quien velará por su conservación y densificación.

Tenedor

Es la persona que por cualquier circunstancia tiene en su poder un predio, inscrito o no en el Registro de la Propiedad, sin ser el propietario o poseedor legítimo del mismo, y su condición no genera ningún derecho con relación a esta Ley.

Terreno baldío

Es aquel predio que no es de propiedad privada ni está poseído o tenido por persona alguna al momento de realizar el levantamiento de información catastral.

Tierras comunales

Son las tierras en propiedad, posesión o tenencia de comunidades indígenas o campesinas como entes colectivos, con o sin personalidad jurídica. Además, forman parte de estas tierras aquéllas que aparecen registradas a nombre del Estado o de las municipalidades, pero que tradicionalmente han sido poseídas o tenidas bajo el régimen comunal.

Titular catastral

Es la persona natural o jurídica que tiene la propiedad, posesión o tenencia de un predio.

Compareciente catastral

Encargado de que por cualquier circunstancia comparece ante la autoridad catastral al momento del levantamiento catastral.

Tracto sucesivo registral

Es el encadenamiento perfecto entre las inscripciones registrales del dominio, en virtud del cual se tiene pleno y exacto conocimiento de la sucesión de propietarios, desde el nacimiento

de la finca hasta el momento de su estudio.

Tracto sucesivo interrumpido

Si se presume que se ha interrumpido el tracto sucesivo registral de una finca cuando el proceso catastral pone en evidencia una discordancia entre la realidad jurídica catastral y la realidad física resultante de dicho proceso de catastro, consistente en que el poseedor del predio es diferente al titular de la última inscripción registral de la finca, siempre que a la fecha de la investigación registral dicha inscripción de dominio tenga 30 años o más de su asiento, sin que se haya producido movimiento registral alguno de las inscripciones de dominio de la misma durante ese período de tiempo, en cuyo caso el poseedor de buena fe tendrá derecho a que se regularice su posesión de conformidad con la ley.

Ubicación

Es la posición irrepetible que tiene el predio en el espacio, factible de expresarse con precisión matemática.

Zona catastrada

Zonas donde el proceso de registro catastral es concluido por declaración oficial, y cuyos datos obtenidos se han incorporado, para su mantenimiento registro-catastral, al RIC.

Zona en proceso catastral

Es la parte del territorio nacional determinada y declarada así por el órgano competente, donde se desarrollan actividades para el establecimiento catastral.

Tierras con vocación de conservación

Aquellas tierras o predios ubicados dentro de Áreas Protegidas declaradas como tales o como áreas prioritarias de conservación o de protección especial por la autoridad competente.

3.2. Marco legal

Establecimiento del catastro

El establecimiento del catastro es el conjunto de actividades de tipo técnico-jurídico y administrativo, organizadas para la obtención de la información física y descriptiva de todos los predios del territorio nacional y su relación con los titulares catastrales y registrales. En el establecimiento del catastro, las mediciones de polígonos catastrales y predios deberán estar referenciados al Sistema Geográfico Nacional. El establecimiento catastral deberá proporcionar, entre otras, la siguiente información sobre: esquineros, mojones, linderos, ubicación espacial, colindancias, áreas de los predios y cualquier otra característica que se considere útil de acuerdo con el reglamento de esta Ley.

Asistencia técnico legal y acceso a la información

Durante este proceso, las personas que tengan o consideren tener derechos sobre el predio, podrán hacerse acompañar, a su costa, por asesores técnicos o jurídicos que considere convenientes. Se garantiza al interesado y a sus asesores el acceso a la información obtenida en cada una de las etapas finalizadas del establecimiento catastral.

Actividad previa

Como una etapa preparatoria para las actividades catastrales, y con la suficiente antelación a la declaratoria de zonas en proceso catastral, el RIC investigará el derecho real de propiedad y los datos físicos de las fincas que correspondan a cada municipio, formulando el diagnóstico correspondiente. Para esta investigación el RIC recopilará información pertinente en cualquiera de los archivos y libros que posee el Registro de la Propiedad y en cualquier otro archivo público que posea documentos relacionados con la tenencia de la tierra, para lo cual establecerá la coordinación que lo expedito. Para tal efecto, el Registro de la Propiedad y demás instituciones tienen la obligación de permitir el acceso gratuito a la información.

Objetivo del diagnóstico de propiedad

El objetivo del diagnóstico de propiedad es generar conocimientos acerca de la propiedad de la tierra, para la formación de criterios y directrices en los siguientes aspectos:

- Formar criterio en el Consejo Directivo del RIC y en el director Ejecutivo Nacional, para priorizar las zonas que se declararán en proceso catastral.
- Formar criterio para la planificación de actividades técnicas de recopilación de información predial, en las zonas a catastrar.
- Proporcionar referencias para los análisis catastral y jurídico.
- Evidenciar las necesidades de regularización y de saneamiento de la información registral.

Zonas en proceso catastral

La declaratoria de una zona en proceso catastral es responsabilidad del Consejo Directivo del RIC y se divulgará en idioma español y en los idiomas existentes en la zona a catastrar. Dicha declaratoria será publicada en el Diario Oficial y en los medios que sean más efectivos para asegurar su conocimiento en el ámbito nacional. La declaratoria de zona en proceso catastral y su publicación, tiene por objeto prevenir a los propietarios, poseedores y tenedores de predios ubicados en ella, que se desarrollarán actividades catastrales, y en consecuencia están obligados a proporcionar la información que les sea requerida. Una zona catastral no será menor a un municipio, y se divide, para el establecimiento catastral, en polígonos.

Comunicación social

Previo al levantamiento predial, el RIC, en coordinación con los Concejos Municipales y los Alcaldes Auxiliares, con la participación de las autoridades tradicionales y comunitarias, y aquellas instituciones y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que tengan presencia en la zona catastral, diseñará y pondrá en marcha un proceso de comunicación y difusión por diferentes medios y en los idiomas que se hablen en dicha zona. Para ese efecto se considerarán los aspectos culturales, antropológicos, sociológicos, y todos aquellos que sean importantes para el logro de los objetivos de comunicar y difundir el proceso de establecimiento del catastro. El proceso de comunicación social deberá continuar durante la ejecución de las siguientes fases del establecimiento catastral y en su mantenimiento, para contar con la cooperación y participación de la población.

Inicio del establecimiento catastral

El proceso de establecimiento catastral dará inicio dentro de los cien días calendarios siguientes a la fecha de la declaratoria de zona en proceso catastral.

3.3. Procedimientos catastrales

Levantamiento de información catastral

Los técnicos del RIC se presentarán a cada uno de los predios, de acuerdo con la planificación establecida, requiriendo a los propietarios, poseedores o tenedores de los mismos, la información que se describe en la ficha de investigación de campo y la concerniente a vértices o mojones, linderos y áreas del predio que ha de identificarse en el material fotográfico o de cualquier otra naturaleza. Por declaración del propietario, poseedor o tenedor, la información que se recabe en la fase de levantamiento de información catastral quedará consignada en la ficha de investigación de campo, la cual contendrá como mínimo la siguiente información:[1]

- Nombre del propietario, poseedor o tenedor, y sus datos de identificación personal.
- La dirección de la residencia del propietario, poseedor o tenedor.
- Los datos registrales de la finca, si estuviere inscrita en el Registro de la Propiedad.
- Nombre del predio, si lo tuviere.
- Circunscripción local, municipal y departamental.
- Identificación y descripción de los mojones, linderos y área. Cuando se levante un acta de verificación de mojones y linderos, se deberá contar con la participación de los colindantes.
- Tiempo de la tenencia del predio.
- Información sobre si existe trámite legal para el reconocimiento de la posesión.
- Nombre de la persona y dirección de quien obtuvo la propiedad, posesión o tenencia, si lo supiere.
- La justificación de la tenencia o posesión, si la tuviere.
- Datos principales del documento que ampara la propiedad, posesión o tenencia.
- Nombre de los colindantes actuales.
- Situación jurídica y cargas que soporta el predio.
- Toda aquella información histórica, gráfica, oral o escrita que aporte el informante, incluyendo planos y croquis.
- Otros datos que se consideren útiles para el análisis catastral y jurídico. Observaciones.

Levantamiento catastral en áreas de población indígena

Sin excepción, en la fase de levantamiento catastral en áreas donde los predios sean propiedad, estén en posesión o tenencia de población indígena, los técnicos del RIC deberán hablar el idioma indígena de la región, y si no lo hablaran, se auxiliarán de traductores específicos.[1]

Exposición pública

Al realizar todas las actividades del análisis catastral, se deben presentar los resultados preliminares a la población en el área urbana y rural, esto se hace con el objeto de hacerle conocimiento a la población y recabar información adicional en caso de ser necesaria para el análisis.[1]

Declaración de zona catastrada

El consejo directivo del RIC de declarara la zona catastrada a los datos contenidos referente a las descripciones físicas de los predios regulares o irregulares, tomando en cuenta que se modificaran únicamente por las operaciones de mantenimiento de registro-catastral que se practique en el registro de información catastral y el registro de la propiedad para mantener la exactitud de la información.[1]

Representación y codificación catastral

Los predios se deben presentar en planos y las zonas catastrales en mapas. Cada predio deberá tener su respectivo código catastral el cual es elaborado haciendo uso de la tecnología actualizada de dicha institución. [1]

Base de datos

Al obtener esta información se deberá ingresar a la base de datos del Registro de Información catastral, el cual cuenta con naturaleza publica y es de correspondencia a la institución a su regular mantenimiento y actualización. [1]

División de funciones

El Registro de información catastral es el responsable de la administración de la información física de los predios que se encuentran catastrados y el registro de la propiedad deberá anotar toda la información física del predio actualmente catastrado, y en consecuencia de esto se debe consignar por medio del RIC todos los datos territoriales de la finca. [1]

Mantenimiento catastral

Este mantenimiento se debe hacer en zonas que se encuentren declaradas totalmente catastrada, y cualquier actividad relacionada al traslado de derecho real o de posesión de los predios deberá de contar con la participación del RIC. [1]

Coordinación interinstitucional

Para realizar las actividades de establecimiento, mantenimiento y actualización del registro catastral, el RIC se relaciona con el registro de la propiedad, el instituto geográfico nacional, las municipalidades, el fondo de tierras y otras instituciones del estado. [1]

Coordinación con el registro de la propiedad

El RIC deberá recopilar información registral en base al dominio de las fincas y otros derechos reales para utilizarse en el proceso de investigación de diagnósticos de la propiedad, análisis catastral y análisis jurídico.[1] Coordinación con el Instituto geográfico nacional El RIC debe coordinar con el IGN para realizar actividades como:

- Uso de la red geodésica para apoyo catastral.
- Términos para el uso de vuelos para tomas de fotografía aérea y generar productos fotogramétricos.
- Uso de la base cartográfica nacional para planificación catastral.
- Intercambio de información respecto a límites municipales y departamentales.

Coordinación con las municipalidades

El RIC debe coordinar con las municipalidades para realizar actividades como:[1]

- Diseño y ejecución de la campaña de comunicación social y acompañamiento de personal de la municipalidad durante el levantamiento catastral.
- Delimitación del perímetro de jurisdicción municipal.
- El establecimiento catastral cuando los municipios no se encuentren en un área declarada catastral y que los consejos municipales lo soliciten y financien.
- Definición de nomenclatura física de los predios urbanos y rurales.

Coordinación con el fondo de tierras

El RIC debe de coordinarse con el fondo de tierras para los levantamientos catastrales de las zonas de adjudicación y regularización de la tenencia de la tierra.[1]

Coordinación para actualización registro-catastral

Es responsabilidad de las instituciones como el RIC y el registro de la propiedad, la actualización tecnológica y procedimental de los procesos de establecimiento y mantenimiento para el registro catastral.[1]

3.4. Topografía

Es la ciencia que ayuda a determinar posiciones de puntos que se encuentran situados por encima de la superficie terrestre y las dimensiones de la superficie terrestre, por medio de mediciones de distancias, elevaciones y direcciones. [2]

3.5. Geodesia

La Geodesia es la ciencia que estudia la forma y dimensiones de la Tierra. Esto incluye la determinación del campo gravitatorio externo de la tierra y la superficie del fondo oceánico. Dentro de esta definición, se incluye también la orientación y posición de la tierra en el espacio.[3]

Una parte fundamental de la geodesia es la determinación de la posición de puntos sobre la superficie terrestre mediante coordenadas (latitud, longitud, altura). La materialización de estos puntos sobre el terreno constituyen las redes geodésicas, conformadas por una serie de puntos (vértices geodésicos o también señales de nivelación), con coordenadas que configuran la base de la cartografía de un país, por lo que también se dice que es "la infraestructura de las infraestructuras".[3]

Los fundamentos físicos y matemáticos necesarios para su obtención sitúan a la geodesia como una ciencia básica para otras disciplinas, como la topografía, fotogrametría, cartografía, ingeniería civil, navegación, sistemas de información geográfica, sin olvidar otros tipos de fines como los militares.[3]

Desde el punto de vista del objetivo de estudio, se puede establecer una división de la geodesia en diferentes especialidades, aunque cualquier trabajo geodésico requiere la intervención de varias de estas subdivisiones:[3]

- Geodesia geométrica: determinación de la forma y dimensiones de la Tierra en su aspecto geométrico, lo cual incluye fundamentalmente la determinación de coordenadas de puntos en su superficie.
- Geodesia física: estudio del campo gravitatorio de la Tierra y sus variaciones, mareas (oceánicas y terrestres) y su relación con el concepto de altitud.
- Astronomía geodésica: determinación de coordenadas en la superficie terrestre a partir de mediciones a los astros.
- Geodesia espacial: determinación de coordenadas a partir de mediciones efectuadas a satélites artificiales u otros objetos naturales o artificiales exteriores a la Tierra (GNSS, VLBI, SLR, DORIS) y relación con la definición de sistemas de referencia.
- Microgeodesia: medida de deformaciones en estructuras de obra civil o pequeñas extensiones de terreno mediante técnicas geodésicas de alta precisión.

3.5.1. Historia y necesidad de la Geodesia

En 1853, con la creación de la Dirección de la Carta Geográfica de España y la Comisión del Mapa, se inician los trabajos para la triangulación geodésica. Como Punto Fundamental o "datum" se tomó el Observatorio del Retiro en Madrid y se eligió como elipsoide de referencia el de Struve:[3]

- En el Datum coincidían la longitud y latitud astronómica con la geodésica y por tanto, las desviaciones de la vertical eran nulas.
- Se consideró tangente el elipsoide y el geoide.
- Como origen de longitudes se tomó el meridiano de Madrid.
- La orientación se tomó a partir del acimut Observatorio–Cabeza de Hierro.
- La escala de la red la definía la base central de Madrಿದೆjos.

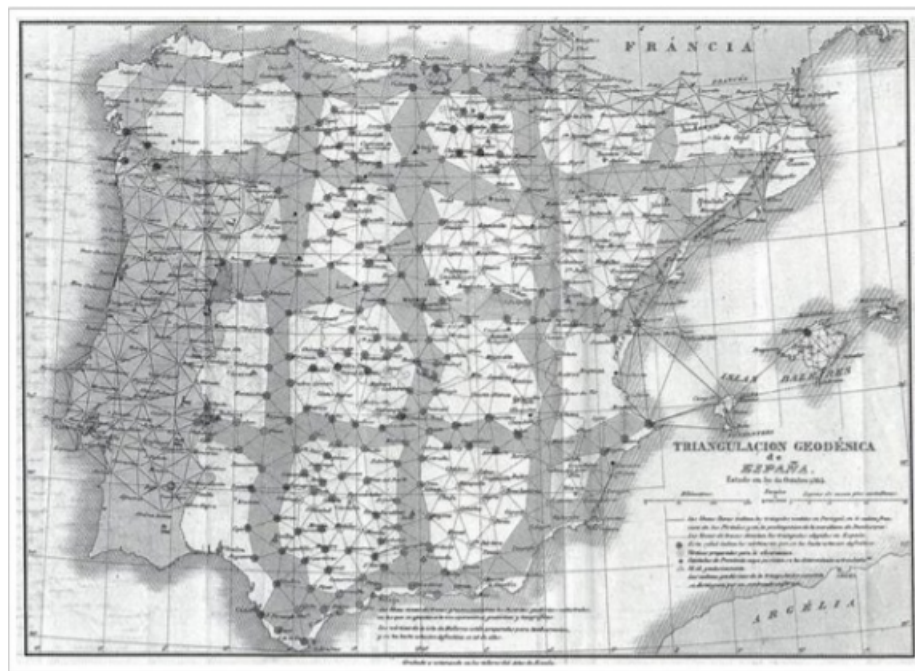


Figura 1: Triangulación geodésica en la península y baleares en 1865
[3]

Este sistema geodésico de referencia estuvo vigente hasta 1970, en que por el decreto 2303/1970, se adopta el European Datum de 1950 (ED50), con elipsoide de referencia el internacional de Hayford y el meridiano de Greenwich como origen de longitudes y punto fundamental el observatorio de Potsdam (Alemania). Para la revisión y nueva formación del mapa topográfico Nacional a escala 1:50.000 y resto de escalas se adopta como reglamentaria la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), con la distribución de husos y zonas internacional.

3.5.2. Sistemas de información geográfica

Almacenan información en sistemas controlados por computadoras, las cuales son de ayuda para diferentes entidades porque tienen fácil acceso a información que tiene relación a geografía, este tipo de información puede ser brindada mediante planos que contienen información geográfica del punto de interés. [2]

3.5.3. Funcionamiento de un GPS

Este sistema funciona mediante señales de satélites, que son captadas por un receptor en la superficie terrestre, haciendo que el cálculo sea preciso en la posición de receptores. El proceso de medición de distancias que va de un punto específico en la tierra y un satélite se realiza mediante el tiempo requerido por él envío de las señales desde un satélite a más de 186000 millas por segundo que lleguen a la posición del receptor que capta estas señales.

3.5.4. Sistemas globales de navegación satelital

Son sistemas de posicionamiento global que transmiten señales de los satélites para buscar puntos de precisión en la superficie terrestre. Este tipo de sistema fue financiado por el departamento de defensa de los estados unidos para que pudiera concretarse y hacer buen uso de ello, los sistemas de posicionamiento global son precisos y rápidos, ya permiten encontrar puntos y localizarlos de manera exacta sobre la superficie terrestre. Existen muchas constelaciones de satélites, entre las cuales se encuentran las de gama completa como los GNSS o también conocidos como sistema global de navegación satelital y las constelaciones que lo conforman son la de Galileo, Beibou y GLONNAS. [4]

Los receptores GNSS, obtienen información en cualquier parte del mundo con gran precisión y de muy tal confiabilidad, no se ven afectados por los cambios climáticos como otras herramientas para topografía. Existen cinco estaciones ubicadas en la superficie terrestre para monitorear los satélites espaciales, las cuales se encuentran localizadas en Hawái, Isla Ascensión, Kwajalein, Diego García y Colorado Springs. [2]

3.5.5. Sistemas de coordenadas para un GPS

Para determinar puntos específicos en la superficie terrestre mediante el uso de satélites, se tiene que considerar tres tipos de sistemas de coordenadas, el primero es el sistema de coordenadas de referencia satélites, el segundo es el sistema de coordenadas geocéntricas y el tercero es el sistema de coordenadas geodésicas. [2]

3.5.6. Sistema de coordenadas de referencia satelital

Es un sistema rectangular tridimensional el cual se define por las orbitas de los satélites, el objetivo de este sistema es localizar los puntos sobre la superficie terrestre. Se debe de tomar en cuenta los factores existentes al momento de realizar mediciones como, las fuerzas

gravitacionales que ejerce el solo y la luna, las fuerzas ejercidas que no son uniformes por lo cual los diferentes movimientos que realiza el satélite varían con respecto a la trayectoria que se considera ideal. [2]

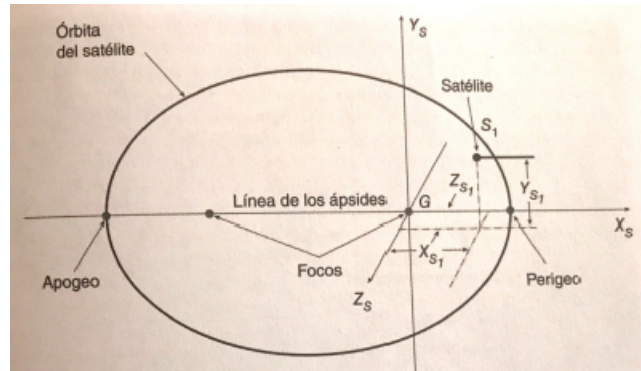


Figura 2: Parámetros para la transformación del sistema de coordenadas geocéntrico [2]

3.5.7. Sistema de coordenadas geocéntrico

Es un sistema rectangular tridimensional que físicamente se relaciona con la tierra, el objetivo del sistema es ser un marco de referencia en la superficie terrestre para permitir la ubicación de nuevos puntos en la Tierra utilizando un cuadro de parámetros angulares que definen las líneas de referencia sobre la Tierra. [4]

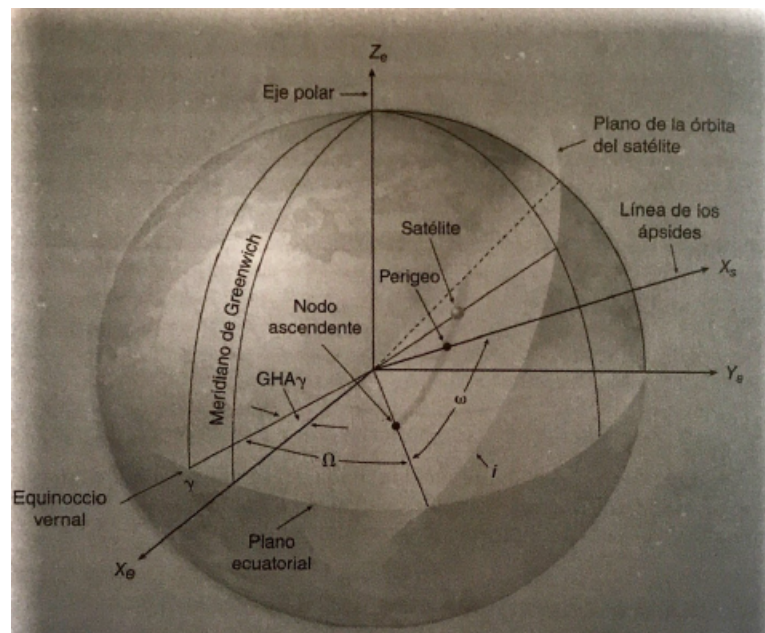


Figura 3: Sistema de coordenadas geodésico [4]

3.5.8. Sistema de coordenadas geodésico

Este tipo de sistema transforma las coordenadas geocéntricas a geodésicas, las cuales se utilizan para una mejor orientación local en la superficie de la Tierra, y esto se debe a que el sistema de coordenadas geocéntrico brinda valores muy grandes y no están orientados con las direcciones de norte, sur, este y oeste, por lo que es difícil recibir indicaciones al no tener elevaciones de los puntos por eso se recomienda transformar las coordenadas al sistema geodésico para obtener valores con las direcciones requeridas como latitud, longitud y altura. [4]

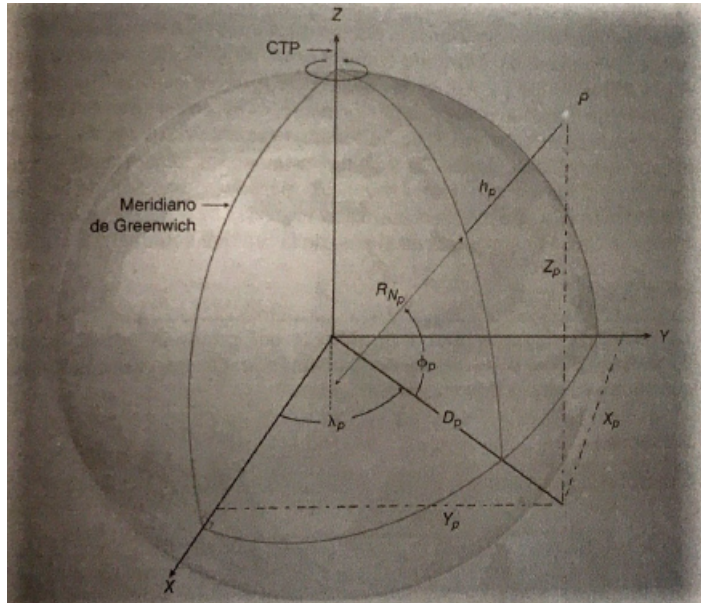


Figura 4: Sistema de coordenadas geodésico [4]

3.5.9. Otros sistemas de navegación satelital

Existen varios sistemas de navegación global y esto se debe a que es una herramienta muy útil en cuanto a la precisión de puntos necesarios para aplicaciones como la topografía, los avances tecnológicos para estos sistemas han avanzado de tal manera que el costo para mantener actualizado este tipo de sistema es elevado, por lo que varios países han intentado implementar nuevos sistemas para su uso diario.

3.5.10. Sistema Galileo

Sistema creado con el propósito de ayudar al posicionamiento de puntos en la superficie terrestre, se dio inicio a este sistema en el año de 1998 por la Unión Europea con el acompañamiento de cinco servicios, y el fin por el cual fue creado es para ayudar a las personas que tuvieran cualquier tipo de aparato que requiera receptores GPS permitirle acceso a esta herramienta, por lo que algunas suscripciones a este sistema no son gratuitas pero de gran

ayuda. Este sistema cuenta con una constelación de 27 satélites, los cuales están a 23 km sobre la superficie de la Tierra y transmiten seis tipos de señales diferentes, las cuales son: L1F, L1P, E6C, E6P, E5a y E5b. También ofrece cinco niveles de servicio entre los cuales son:

- Servicio Abierto: Este servicio es gratuito y proporciona un posicionamiento de 1m.
- Servicio Comercial: Es un servicio por suscripción de paga y ofrece un posicionamiento de centímetros.
- Servicio de Seguridad de Vida: Este servicio es gratis.
- Servicio Público Regular Este servicio está disponible únicamente para dependencias de gobierno.
- Servicio de Búsqueda y Rescate: Este servicio es gratis y ofrece mensajes que indican que la ayuda va en camino.

3.5.11. Constelación GLONASS

Es un sistema de navegación satelital creado por Rusia y está conformado por 24 satélites que se encuentran espaciados en tres planos orbitales. Estos satélites se encuentran a una altura de 19,100 km sobre la superficie terrestre y poseen un periodo de 11.25 horas, este tipo de sistema se puede captar por receptores terrestres, aunque es difícil obtener datos porque los datos se encuentran restringidos por códigos militares. [4]

3.5.12. Sistema Beidou

Este tipo de sistema aún se encuentra en proceso de elaboración, y contara con una cuarta constelación de 35 satélites, los cuales tendrán una distancia de 210,000 km y un ángulo de 50 grados. Este sistema ofrecerá 2 niveles de servicios, un nivel gratuito y el otro será de uso comercial. [4]

3.6. Tipos de levantamiento

Los sistemas de navegación ofrecen diferentes técnicas que permiten obtener varios datos con distintos procedimientos que se investigaron a lo largo de los años por expertos en el área, estos métodos dependen mucho de los receptores y del tipo de levantamiento que se este utilizando, los cuales en la actualidad los más utilizados son: levantamiento estático, levantamiento estático rápido, levantamiento pseudocinemático, levantamiento cinemático y el levantamiento cinemático en tiempo real. [4]

3.6.1. Levantamiento estático

Este tipo de levantamiento es uno de los de mayor uso para el control geodésico, porque puede obtener precisiones de gran calidad y se lleva a cabo con dos o más receptores, los cuales tienen una función específica dependiendo del proceso. Comenzando por el receptor móvil o Rover el cual cumple la función de moverse en diferentes puntos para obtener puntos de control con coordenadas desconocidas que se sitúan estratégicamente para realizar el levantamiento. El receptor base tiene la función de obtener los datos durante el tiempo de duración del levantamiento, mientras que los receptores móviles realizan su objetivo de moverse en puntos diferentes con un tiempo específico, el receptor base realiza la toma que hacen los receptores para formar un levantamiento con una figura cerrada. [4]



Figura 5: Receptor GNSS aplicado en obra [4]

3.6.2. Posicionamiento relativo estático rápido

Este tipo de levantamiento tiene parecido al estático con la diferencia del tiempo de obtención de los receptores el cual es mucho menor y puede abarcar una superficie de hasta 20 km desde el punto base, tomando en cuenta que las condiciones del terreno deben de ser óptimas, los receptores deben de estar en buenas condiciones y de buena calidad para que la sincronización se realice correctamente y así obtener buenos resultados. [3]

3.6.3. Levantamiento pseudocinemático

Este levantamiento se conoce con el nombre de método de recuperación, que a diferencia de los demás, el receptor móvil o rover se traslada a puntos desconocidos y con un tiempo de 5 minutos por cada uno, mientras que la estación base se instala en un mismo lugar durante todo el proceso, este tipo de levantamiento puede durar 1 hora o más, y esto se debe a que este proceso pretende corroborar sus datos mediante otra sección, fortaleciendo la geometría de observación porque los satélites pueden cambiar su ubicación y esto alteraría

toda la geometría del proceso. Este proceso tiene la desventaja de volver a las estaciones nuevamente y es por eso que los puntos de control deben ser colocados correctamente para evitar eso, el proceso de levantamiento pseudocinemático es muy utilizado cuando los puntos se encuentran a lo largo del camino y un ejemplo del uso de este proceso es la construcción de una carretera, la gran ventaja del proceso es que los receptores móviles pueden apagarse y encenderse sin perder los datos y funcionar correctamente. [3]

3.6.4. Levantamiento cinemático

Este tipo de levantamiento es uno de los más utilizados en áreas de construcción, cartografía, fotogrametría, etc. Este proceso tiene la gran ventaja es la velocidad con la que se obtienen los datos y esto se debe que para las áreas de topografía es muy importante obtener los datos en el menor tiempo posible, aunque la gran desventaja de esto es que tiene una menor exactitud a la de los demás procesos. Tiene dos tipos de método, los cuales son: el levantamiento cinemático en tiempo real y el levantamiento cinemático pos procesado. La gran diferencia de este tipo de levantamiento es que sus receptores móviles están en constante movimiento mientras están cumpliendo con la función de recolectar datos. También utilizan dos o más receptores para realizar los levantamientos, y hacen uso de procesos computacionales de posicionamiento relativo, y tienen un margen de error de ± 1 ó $\pm 2cm$. [3]

3.7. Fotogrametría

Es una técnica utilizada para obtener datos de dimensiones y posiciones de los objetos a través del espacio, por medio de la intersección de fotografías aéreas o terrestres para generar un modelo digital del terreno que se vaya a analizar. [4]

3.7.1. Aplicaciones de la fotogrametría

El uso de la fotogrametría es importante para la cartografía porque ayuda a agilizar el proceso de obtener datos espaciales, gracias a su importancia ha ido evolucionando para tener mejores resultados en menor tiempo, es por eso que los vehículos aéreos no tripulados van de la mano con el avance de esta tecnología, porque estos poseen cámaras profesionales y radares que son importantes para la obtención de datos confiables y de la mejor calidad. [4]

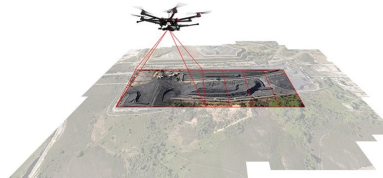


Figura 6: Drone tomando fotografías

[5]

La fotogrametría tiene varias aplicaciones dependiendo del trabajo que se desea realizar, entre las cuales podemos encontrar: levantamientos topográficos, agronomía, control de estructuras, cartografía, orto fotografía, movimiento de tierras, planeamiento de ordenamiento territorial, etc. Haciendo buen uso de la fotogrametría para tener un avance en el futuro y así obtener credibilidad para las personas que no confían en los métodos tecnológicos. [4]

3.7.2. Ventajas y desventajas de la fotogrametría

La fotogrametría tiene muchas ventajas que pueden ayudar a los profesionales, pero como en todos los procesos conocidos también se encuentran algunas desventajas, y estas son las siguientes:

Ventajas:

- Representaciones completas de los objetivos.
- Velocidad de obtención de datos.
- Reduce costos.
- Detalles de zonas grandes para realizar mapas.
- Acceso a lugares de poco acceso por vía terrestre.
- Fácil manejo de su tecnología.
- Registro instantáneo de datos.

Desventajas:

- Clima
- Tiempo de vida de baterías
- Rango de señal para el control de vehículos aéreos no tripulados

3.7.3. Tipos de fotogrametría

1. **Fotografía interpretativa**

La característica principal de esta fotogrametría es el uso de imágenes aéreas para inspeccionar de manera específica, aunque para este tipo de fotogrametría no es necesario que un profesional pueda aplicarla porque se puede interpretar varios factores de interés en la imagen aérea tal como color, tamaño, forma, tono, textura, etc. Como su nombre lo indica interpretativa porque no necesita de cálculos, escalas ni mediciones para poder aplicarla. Hoy en día con el paso de la tecnológica este tipo de fotogrametría esta evolucionado porque se pueden utilizar, radares térmicos, radiómetros y otros tipos de radares especiales para cada uso necesario. [4]

2. Fotografía métrica

Permite obtener datos terrestres para el uso en geomática, estos datos pueden ser: distancias, elevaciones aéreas, volúmenes, secciones transversales, etc. Es de gran uso porque se crean mapas cartográficos mediante el uso de imágenes aéreas o terrestres. [4]

En este tipo de fotogrametría si es necesario realizar cálculos para obtener y analizar datos específicos, dependiendo siempre de las necesidades que se estiman. También se puede hacer uso de planos impresos y por medio de herramientas de dibujo se obtienen datos que fueron tomados por imágenes aéreas o terrestres. La aplicación del método analítico en este tipo de fotogrametría es más preciso porque la posición de las fotografías tomadas es tomada en cuenta para los cálculos de ubicación del objeto de interés y se hace uso de software sofisticado para poder procesar los datos obtenidos. A diferencia del método analógico el cual hace uso de dispositivos mecánicos y ópticos para crear modelos del terreno. La fotogrametría métrica abarca mayores extensiones de tierra que la interpretativa. [4]

3. Fotografía digital

Se basa en el uso de imágenes procesadas para reconstruir el modelo espacial de forma numérica y obtener geometrías, radiometrías de los objetos en 2D y 3D, no es necesario el uso de cálculos porque se basa en la fotografía digital. [4]

3.8. Tipos de fotografías aéreas

Cámaras utilizadas

La fotogrametría se basa en el uso de la cámara o radar que puedan ser adaptadas al vehículo que se utilizara y con eso se obtendrá datos necesarios y en la calidad que sea requerida. para hacer uso de la cámara es necesario tener conocimientos básicos de su funcionamiento y esto se debe a que la cámara está puesta en un vehículo que tiene movimiento por lo que puede afectar la toma de fotografía, es por ello que es necesario tener una cámara de ciclo corto, lente rápida, y estabilizador para que la fotografía no se vea afectada por el movimiento. Las más utilizadas son de cuadro de una sola lente porque se tienen mejores resultados en la captura de la imagen, aunque existen más tipos de cámaras que pueden ser utilizadas para este tipo de trabajo y entre ellas se encuentran las panorámicas, multibanda y aerofotográficas. [4]

3.8.1. Aerofotográficas

Son cámaras utilizadas para un fin métrico exclusivo para cartografía, porque analiza la zona de mejor manera para generar mapas. [4]

3.8.2. Panorámicas

Cubren mayor superficie en una sola exposición, deben de tener una resolución alta para identificar factores geográficos para una mayor exactitud de análisis. [4]

3.8.3. Multibanda

Toman fotografías en varios disparos con mucha rapidez para obtener buenos resultados que serán analizados sin perder detalles en la calidad.

Para tener los mejores resultados se debe de conocer el tipo de lente y película para la calibración de la cámara porque al calibrarla los valores obtenidos especificaran la distancia focal. [4]

Para un tipo de cámara en específico se debe de conocer el lente que se utiliza porque su uso debe de estar libre de luz para permitir una mayor resolución sin distorsiones y que sea capaz de distribuir la luz para no dañar la fotografía, obteniendo comúnmente una distorsión focal menor a 0.01 mm. Las lentes de las cámaras se clasifican en las siguientes categorías: superangular, gran angular, ángulo normal y ángulo estrecho. [6]

- Las lentes de super angular:
Tienen un campo angular de 120 grados, poseen menor distancia focal y cubren más terreno. Son utilizadas para grandes escalas, aunque baja presión métrica les afecta.
- La lente gran angular:
Tienen un campo angular de 90 grados y permiten tener un Ángulo de campo mayor que los lentes de ángulo normal, aunque exagera la perspectiva de los objetos.
- Las lentes de ángulo normal: Tienen un campo angular de 60 grados y tienen una distancia focal mayor, las imágenes que proporciona tienen semejanza a la percepción del ojo humano.
- Las lentes de ángulo estrecho:
Tienen un campo angular de 30 grados y permiten tener una distancia focal de 30 grados, y esto ayuda a que tengan una distancia focal mayor para facilitar obtener fotografías en zonas reducidas y de gran escala a mínimas alturas.

La película en una cámara es muy importante porque permiten la sensibilidad de la luz en la fotografía, y también emite colores para tener fotografía con mayor detalle. Se pueden clasificar según la emulsión, puede ser blanco y negro y color. [6]

3.8.4. Planeamiento de vuelo

El planeamiento de vuelo en la fotografía es muy importante porque en base a varios cálculos se realiza el vuelo con el dron, sin embargo, hoy en día no es tan necesario hacer cálculos previos al vuelo ya que existen softwares que facilitan el plan de vuelo, aunque no

está demás decir que realizar este tipo de cálculos ayuda al operador a entender más la teoría detrás del software que procesan el plan de vuelo. [4]

3.8.5. Escala de fotografía

La escala de la fotografía es muy importante debido a que de ahí se obtienen ciertos datos necesarios para realizar cálculos, es por eso que existen ciertas distancias en un plano y la distancia real del terreno, por ello es necesaria la escala de la fotografía. Para realizar una escala correcta se percibe la siguiente fórmula que ayuda a relacionar la foto vertical a uno de los puntos del plano del terreno.

$$S_A = \frac{f}{H - h_A}$$

Donde

S_A Representa la escala en el punto del plano A.

f Representa la distancia focal de la cámara utilizada.

H Es la altura total tomada sobre el plano de referencia.

h_A Representa la elevación por arriba del plano de referencia.

Esta fórmula puede utilizarse únicamente si el plano no presenta grandes elevaciones en su plano de referencia. [4]

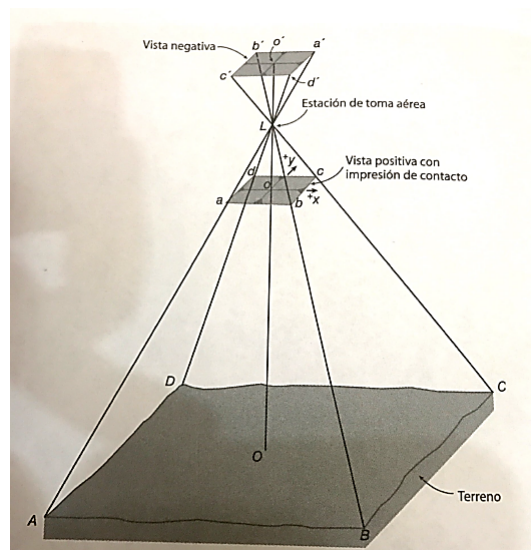


Figura 7: Relación geométrica en una fotografía aérea [4]

3.8.6. Desplazamiento por relieve

Es el cambio de movimiento o posición de una imagen a partir de la ubicación inicial del plano de referencia de esta. Debido a que se produce por medio de líneas radiales desde el punto de inicio y aumenta la imagen a ese punto inicial. Existe una fórmula que obtiene el desplazamiento de relieve de una fotografía. [4]

$$d = \frac{rh}{H}$$

Donde

d Representa el desplazamiento por relieve.

r Representa la distancia radial de la fotografía desde el punto inicial hacia el punto en desplazamiento

h Representa la altura del punto en desplazamiento sobre el plano.

H Representa la altura de vuelo sobre el plano de referencia. [4]

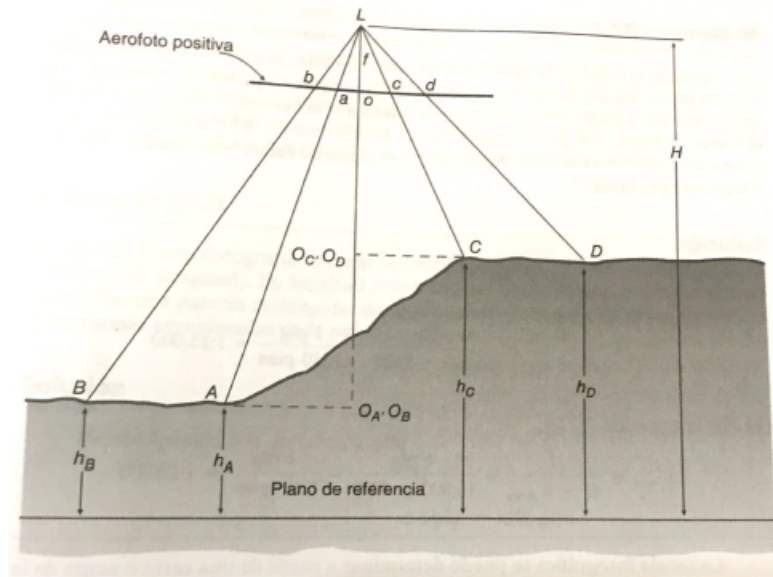


Figura 8: Escala de una fotografía vertical [4]

3.8.7. Altura de vuelo

Para cualquier cálculo de plan de vuelo es necesario obtener la altura de vuelo, ya que la resolución de la fotografía depende de dicha altura. [4]

$$H = \frac{f * d}{S_w}$$

Donde

H Representa la altura de vuelo.

f Representa la distancia focal.

d Representa la distancia cubierta en el plano de referencia por una imagen.

S_W Representa la anchura del sensor óptico.

3.8.8. Paralaje estereoscópica

Es el tipo de desplazamiento de la posición de cualquier objeto hacia un marco de referencia causado por un movimiento en el punto de observación. [4]

$$p = x - x_1$$

Donde

P Representa paralaje.

x Representa un punto medido a escala.

x_1 Representa la medición de impresiones de la izquierda y derecha con signos algebraicos. [4]

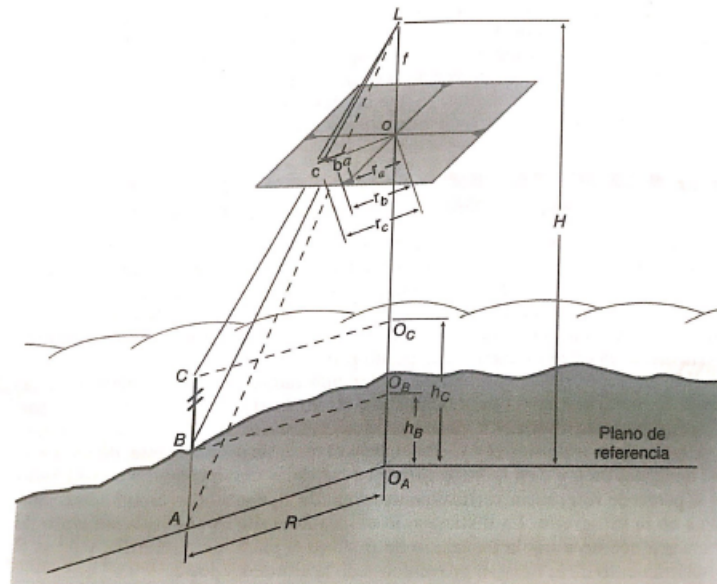


Figura 9: Coordenadas en tierra de una fotografía aérea [4]

3.9. Softwares para el uso de fotogrametría

Debido a la gran evolución de los drones, las herramientas y programas han ido evolucionando conforme las necesidades requeridas, es por esto que se han creado varios programas de uso avanzado para obtener, procesar y analizar las imágenes tomadas por los vehículos aéreos no tripulados. Algunos de los programas más populares utilizados son:

3.9.1. Pix4D

Este software es uno de los más reconocidos por los usuarios de drones, debido a que es uno de los pioneros de las multiplataformas, las cuales tienen diferentes aplicaciones como: mapeo en 2D y 3D, plan de vuelo, minería, construcción, inspección de obras, agricultura, cálculo de áreas y volumen, alturas, curvas de nivel, etc. La aplicación para el teléfono móvil es gratuita, aunque para el uso del ordenador es gratuito únicamente para las funciones básicas.

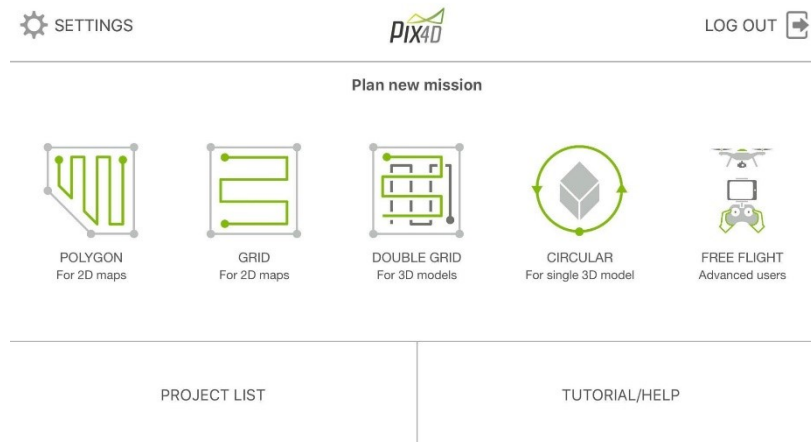


Figura 10: Software Pix4D
Fuente: Elaboración propia

3.9.2. Photoscan

Software con potencial de gestión espacial para la elaboración de orto mosaicos con las imágenes aéreas tomadas por el Dron, y Modelos Digitales de Elevación bajo los principios de la fotogrametría aérea y restitución. Permite trabajar con diferentes sistemas de proyección y exportar los orto mosaicos y modelos en los sistemas de referencia deseados. Permite realizar tareas de mapeo en 2D y 3D, visualización, topografía, cuantificación de materiales, cálculos de área y volumen, etc.

3.9.3. Drone2Map

Software con la capacidad de procesar imágenes de alta calidad, para analizar, procesar y explotar los datos necesarios para el trabajo deseado. Este programa tiene la ventaja que utiliza sistemas de información geográficas SIG para que los usuarios tengan una mejor visión de trabajo para reducir el tiempo de procesamiento y toma de decisiones, convierte las imágenes obtenidas en orto mosaicos y mallas de imágenes en 3D.

3.9.4. VisulaSFM

Este software no se encuentra para uso comercial en comparación con las demás, sin embargo, tiene un interfaz gráfica que reconstruye las imágenes en 3D. Permite cargar las imágenes obtenidas por el dron para reconstruirlas en 3D. Es gratis y se puede utilizar en todos los sistemas operativos.

3.9.5. Photodeler

Este software es de uso comercial, creado por la casa EOS system, el cual permite la creación de elementos tridimensionales y nube de puntos. También se utiliza para fotogrametría, es compatible con muchos sensores y esto permite que las cámaras no métricas se calibren de manera correcta.

3.9.6. Easy map pilot

Este software ayuda a crear y planificar la ruta de vuelo óptimo para el trabajo deseado, crea planos aéreos y facilita el plano de vuelo del dron.

3.9.7. Drone deploy

Tipo de software reciente para el uso de los drones, es uno de los innovadores ya que compete con el software de Pix4D ya que ofrece varios servicios como plan de vuelo, inspección, minería, mapeo en 2D y 3D, construcción, agricultura, líneas eléctricas, etc. Este software es gratuito para el uso de plan de vuelo en el móvil y en el ordenador, aunque para el uso avanzado se tiene una licencia que dura 14 vuelos gratuitos para las plataformas que ofrece.

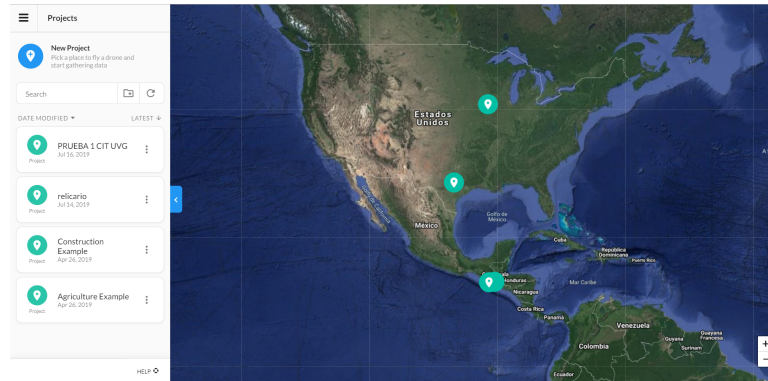


Figura 11: Software Drone Deploy
Fuente: Elaboración propia

3.10. Vehículos aéreos no tripulados

3.10.1. Historia de los vehículos aéreos no tripulados

Se desconoce la fecha exacta de la creación de los vehículos aéreos no tripulados, pero se cree que sus comienzos se dieron durante el desarrollo de torpedos aéreos, conocidos como miles de crucero, que actualmente este tipo de misil se desarrollaron para ser bombas teledirigidas, posteriormente se llevaría a cabo lo que conocemos hoy en día como drones, o vehículos aéreos más blandos, que se crearon con el fin de movimientos recreacionales, deportivos, investigativos, para uso militar y modelos de uso extra atmosférico. [7]

3.10.2. Uso y aplicaciones de los vehículos aéreos no tripulados

1. Cartografía

Es el tipo de técnica que permite realizar mapas de la superficie terrestre con el objetivo de obtener datos espaciales que son obtenidos por medio de instrumentos y softwares que son capaces de reducir el tiempo para obtener la información, por lo que hoy en día la tecnología ha ido en aumento por lo que ahora se realiza por medio de cartografía digital la cual se realiza por medio de los avances de la tecnología de los vehículos aéreos no tripulados o UAV, los cuales ayudan en disminuir el tiempo y ahorrar dinero significativamente para poder generar resultados precisos y satisfactorios. [7]

Los drones son utilizados mediante la cartografía para la toma de fotografías aéreas, que permiten obtener datos y propiedades geométricas, debido a que con el manejo de este tipo de fotografías se puede recopilar información, como la geometría del objeto a analizar, para poder crear modelos en 2D y 3D, y tener una mejor precisión de las áreas u objetos analizados mediante la unión de tecnologías de referencia geográfica como los GPS, sistema de posicionamiento global. [7]

2. Topográficos

Mediante la tecnología de drones se pueden obtener los mismos resultados que se obtienen con la topografía tradicional, en menor tiempo y abarcando extensiones de

áreas muchos mayores, este tipo de aplicación hoy en día se está volviendo más exacto, ya que los vuelos topográficos se convidan con avances tecnológicos como los radares lidar, que obtienen imágenes digitales y puntos de coordenadas en la superficie terrestre con mayor precisión y mediante la toma de fotografías simultaneas. [7]

3. Minería

Esta aplicación se usan los vehículos aéreos para agilizar los procesos de extracción de material, también explorar áreas de interés de la minería delimitando terrenos para realizar planes de trabajo para tener un mejor aprovechamiento de los recursos naturales de las canteras que se encuentran en constante trabajo. [7]

4. Agricultura

Los drones tienen un gran papel en el área de aplicación para la agricultura, ya que ayudan a la inspección de terrenos en donde se encuentran los cultivos, como también los cultivos y su estado, detección de plagas y áreas afectadas por la misma, delimitar linderos, riego de cultivos, fumigación de cultivos mediante pesticidas. Han reemplazado a los métodos tradicionales debido a que en la actualidad los agricultores contratan los servicios de estos para agilizar procesos que los hacen más eficientes, rápidos y reducen los costos de procesos diferentes. [7]

5. Recursos forestales

El medio ambiente ha causado mucha polémica debido a la tala indebida de árboles, es por eso por lo que los drones han favorecido a los gobiernos y entidades que están a favor del ambiente porque ayudan a inspeccionar grandes extensiones de tierra y esto es útil para obtener datos de áreas a reforestar, obtener índice de vegetación y la detección temprana de áreas propensas a incidentes forestales. [7]

6. Gestión de patrimonio y herencia cultural

Los drones ayudan a inspeccionar áreas de difícil acceso para realizar estudios históricos y arqueológicos, ya que dan a conocer el patrimonio y la herencia cultural de cada lugar mediante la documentación de imágenes y videos que son de ayuda para tomar decisiones en esta área. [7]

7. Control de fronteras

Cada país debe delimitarse por medio de fronteras debido a la migración de personas, es por eso que los drones ayudan al control de las fronteras inspeccionando la seguridad y vigilancia de estas para evitar la migración ilegal de personas, también son utilizados para delimitar fronteras mediante la aplicación de topografía. [7]

8. Mantenimiento de líneas eléctricas

El mantenimiento de líneas eléctricas tiene alto costo por las dificultades de acceso y lleva mucho tiempo llegar a las mismas por la vía terrestre, aquí los drones tienen un papel importante porque las empresas hacen uso de esta tecnología para realizar inspecciones aéreas y en tiempo real para obtener fotografías mediante una cámara especial que permite obtener termografía de estos, así brindar apoyo cuando sea de emergencia para reparaciones de las líneas eléctricas, también brindan topografía para los terrenos en donde serán colocadas las estructuras que sostienen las líneas eléctricas, también realizan limpieza de las líneas para evitar el uso de personal ya que es de gran peligro estar cerca de estas líneas. [7]

9. Urbanísticas

La urbanización es muy importante es por eso que los vehículos aéreos no tripulados realizan este tipo de trabajo reemplazando a los vehículos tripulados, permiten obtener información para el desarrollo de proyectos urbanísticos, crean cartografías, ortofotos, modelos en 2D y 3D, modelos de elevación digital los cuales brindan información de los proyectos que se desarrollan o se desarrollaran en un futuro, y sirven mucho porque reducen el tiempo en que se obtiene este tipo de información y reducen los costos significativamente. [7]

10. Aplicaciones de rescate

Existen vehículos aéreos no tripulados que son utilizados específicamente para este tipo de aplicación porque cuando ocurre un desastre natural o accidente por lo general son en lugares que tienen difícil acceso, es aquí donde intervienen los drones porque ayudan a delimitar el área afectada, y a agilizar el proceso de rescate debido a que dan información inmediata del suceso y también poseen altavoces y micrófonos para escuchar a las víctimas, también ayudan a llevar alimentos y medicinas a los afectados en caso que estos tengan que esperar el rescate. [7]

11. Importancia del uso de vehículos aéreos para levantamiento catastral

El uso de vehículos aéreos no tripulados permite tomar fotografías aéreas de mejor calidad y resolución para convertirla en información digital mediante ortofotos, modelos digitales de elevaciones del terreno. Mediante el uso de fotogrametría se puede vectorizar los límites de los predios, así como los diferentes niveles de construcción para generar un inventario catastral con muy alta resolución.

El uso de técnicas fotogramétricas puede convertir las fotos capturadas por el Drone en información digital como ortofotos, modelos digitales de elevaciones y del terreno (modelos 3D). Mediante Restitución Fotogramétrica se vectorizan los límites de los predios, así como los diferentes niveles de construcción generando un inventario catastral con alta resolución. Con las imágenes obtenidas de vehículos aéreos no tripulados se tiene una representación fidedigna del comportamiento de los predios en tiempo real, que permiten la aclaración de problemas de deslindes, construcciones, expansión urbana, entre otros.

El Catastro y la fotogrametría con Drones hacen un elemento vital para el desarrollo de la economía de los municipios y del país, la planificación urbana, la dotación de servicios, la regulación de la tenencia de la tierra y el uso del suelo. Por tal motivo, es indispensable contar con un Sistema de Información Geográfica y Catastral actualizado para la administración adecuada del territorio. [7]

12. Uso en la ingeniería civil

En el campo de la ingeniería civil el uso de los vehículos aéreos no tripulados ha dado un paso significativo debido a que han ayudado a reducir el tiempo de ejecución de obras por medio de monitoreo de los sitios que están en construcción. Haciendo uso de ortofotos y de datos en 2D y 3D para tener mejor información del lugar por medio de mediciones actualizadas y análisis continuos, es por ello que la administración de las obras se encuentran en constante supervisión y esto ha impactado en este campo porque se puede tener información más detallada y más eficiente y también son notables las siguientes ventajas: [7]

- Permite el uso continuo de datos con cualquier tipo de dron sin afectar el trabajo en el sitio.
- Permite cálculos de áreas y volúmenes, para topografías y movimiento de tierras por medio de imágenes aéreas.
- El uso de estos ha ido evolucionando debido a la popularidad que tienen para agilizar procesos y reducir costos. [7]

3.11. Tipos de vehículos aéreos no tripulados

Los vehículos aéreos no tripulados se clasifican en dos categorías las cuales son: Ala fija o biplanos y vehículos aéreos de ala rotativa.

3.11.1. Vehículos aéreos de ala fija

Este tipo de vehículos tiene mucho parecido a los vehículos aéreos convencionales como los aviones y tienen mejores ventajas que los de tipo de ala rotativa, la cual se destaca mencionar que son más eficientes porque permite tener mayor velocidad y esto indica que puede abarcar mayor área, lo cual son de uso especial para las actividades que se pueden aplicar a su uso como lo es la cartografía. Otra ventaja que tienen este tipo de vehículos es que son resistentes a los cambios climáticos y esto se debe a su diseño en forma de avión por lo que tiene mayor resistencia al viento. [7]



Figura 12: UAV de ala fija
[7]

3.11.2. Vehículos aéreos de ala rotativa

Este tipo de vehículo aéreo no tripulado se puede clasificar dependiendo de su forma, entre estas encontramos los helicópteros, *Quadcopters*, *Sixcopters* y ortópteros. Son llamados de ala rotativa porque tienen una unidad de control central la cual permite el giro de los motores de manera inmediata, es decir pueden permanecer estativos en el aire que son capaces de girar a otra dirección sin recorrer una gran distancia como lo harían los de tipo de ala fija, tienen varias ventajas como el despegue y el aterrizaje vertical lo cual hace que

el usuario tenga mayor comodidad al no necesitar de una extensión grande de área para poder hacer el despegue y el aterrizaje, también otra ventaja es que son más seguros porque pueden ir de una dirección a otra a menor velocidad y esto implica que el operador tiene mejor control en el manejo del mismo para evitar accidentes porque los radios de giro son sobre su mismo eje lo que le hace más fácil dirigirse de un lugar a otro sin tener que usar una trayectoria fija. [7]



Figura 13: UAV Quadcopter
[7]



Figura 14: UAV Sixcopter
[7]

3.12. Partes básicas de un vehículo aéreo no tripulado

- Motores, hélices y control electrónico de velocidad: Estos componentes son esenciales para mantener el vehículo en el aire. El control electrónico de velocidad regula la potencia eléctrica a los motores para reducir la velocidad de giro del rotor, las hélices ayudan a girar a alta velocidad por lo que el dron se suspende en el aire.
- Controlador de vuelo: Es el cerebro de la maquina ya que su principal función es detectar todos los aspectos de esta. Todos los componentes eléctricos están conectados al controlador.
- Mando o control remoto: Es un dispositivo inalámbrico el cual brinda al usuario el manejo del dron mediante botones y palancas que le dan dirección y altura al mismo.

- Radio receptor: Es el componente encargado de recibir las ordenes que el mando realice, transmitiéndolas al controlador de vuelo para que esta instrucción sea ejecutada mediante variaciones en la velocidad de los rotores que ayudan a modificar el curso del dron. En caso de agregar un accesorio, se puede activar mediante la placa para que después pueda recibir señales de parte del mando.
- Baterías: Componentes recargables capaces de ser desmontados del dron para su recarga. Brindan energía necesaria para realizar todas sus funciones, suelen ser de polímero de litio, poco peso y de alta descarga con capacidad suficiente para maniobrar el dispositivo.
- Cargador de baterías: Componente externo utilizado para la recarga de las baterías.

3.12.1. Diagrama del Mavic 2 Pro

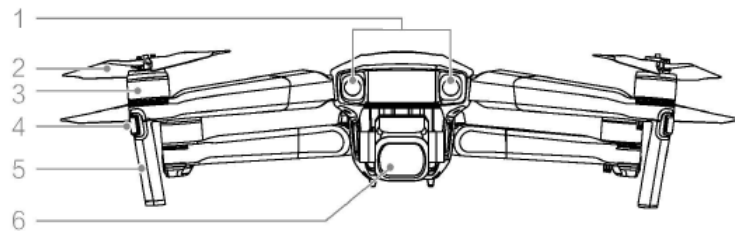


Figura 15: Frente Mavic 2 Pro
[5]

1. Sistema de visión hacia adelante
2. Hélices
3. Motores
4. Indicador LED delantero
5. Antenas
6. Estabilizador y cámaras

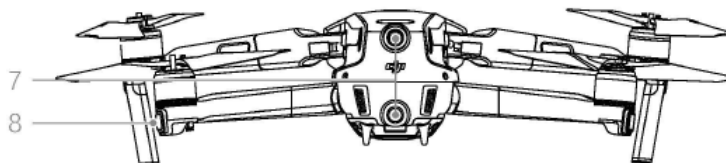


Figura 16: Reverso Mavic 2 Pro
[5]

7. Sistema de visión hacia atrás

8. Indicador de estado de la aeronave

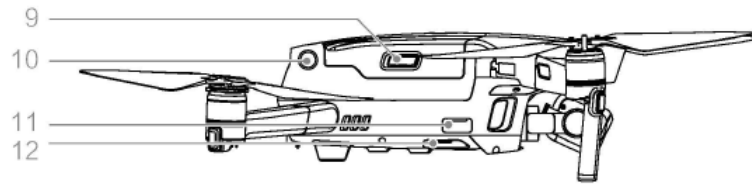


Figura 17: Lateral Mavic 2 Pro
[5]

9. Botones de la batería

10. Sistema de visión lateral

11. Puerto USB-C

12. Indicador de estado de vinculación

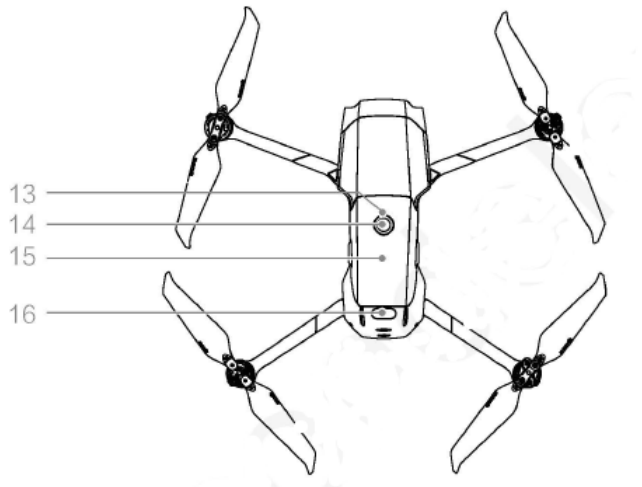


Figura 18: Superior Mavic 2 Pro
[5]

13. Indicador LED de nivel de batería

14. Botón de encendido

15. Batería de vuelo inteligente

16. Sistema de detección infrarroja hacia arriba

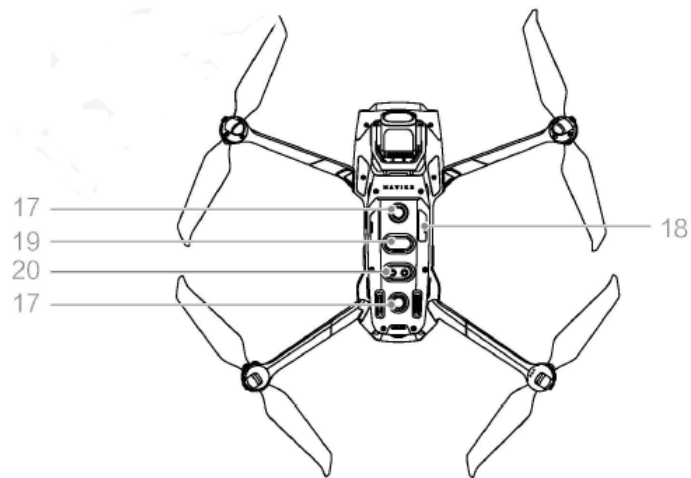


Figura 19: Inferior Mavic 2 Pro
[5]

- 17. Sistema de visión hacia abajo
- 18. Ranura para tarjeta microSD
- 19. Sistemas de detección de infrarrojos hacia abajo
- 20. Luz inferior auxiliar

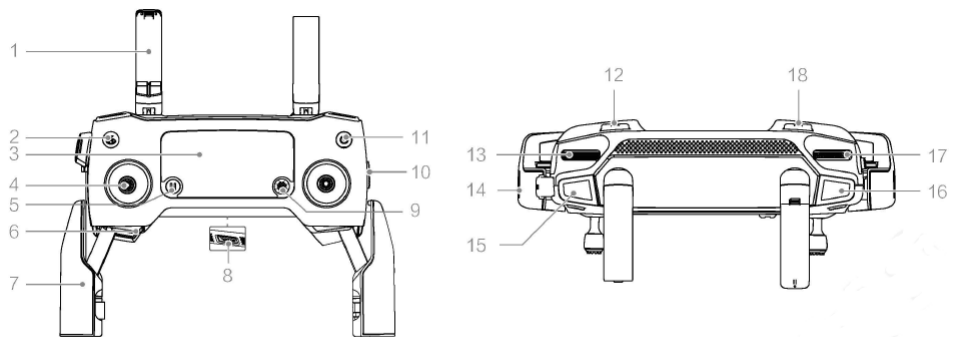


Figura 20: Mando de UAV Mavic 2 Pro
[5]

- 1. Antenas: Transmiten el control de la aeronave y la señal de video.
- 2. Botón de regreso al punto de origen (RTH): Regresa al punto de origen automáticamente.
- 3. Pantalla LCD: Muestra la aeronave y el estado del sistema del control remoto.
- 4. Palancas de control extraíbles: Las barras de control extraíbles son fáciles de almacenar.

5. Botón de pausa durante el vuelo: Presionar para hacer que la aeronave frene y se espere en el lugar.
6. Ranura de almacenamiento control sticks: Para almacenar las palancas del control.
7. Abrazadera para dispositivo móvil: Permite anclar el dispositivo móvil al control remoto.
8. Puerto USB de reserva: Conecta a un dispositivo móvil para video.
9. Botón 5D: Configuración predeterminada, se define mediante la aplicación DJI 4 GO.
10. Conmutador de modo de vuelo: Permite cambiar entre modo S, modo P y modo T.
11. Botón de encendido: Se utiliza para encender y apagar el control remoto.
12. Botón C1: Se configura para un uso determinado mediante la aplicación DJI 4 GO.
13. Dial del estabilizador: Controla la inclinación de la cámara.
14. Puerto para cargar el control remoto y puerto para dispositivo móvil para video: Se conecta a un dispositivo móvil para la vinculación de video a través del cable RC. Se conecta a un adaptador de alimentación CA para cargar la batería interna del controlador remoto.
15. Botón de grabación: Pulsar para comenzar a grabar video. Volver a pulsar para detener la grabación de video.
16. Botón enfoque / obturador: Presionar a la mitad para enfocar automáticamente. Pulsar completo para la toma de fotos.
17. Dial de ajuste de abertura / obturador: Ajusta la compensación de exposición.
18. Botón C2: Se configura para un uso mediante la aplicación DJI 4 GO.

4.1. Historia de Mazatenango

4.1.1. Época precolonial

Durante la época precolonial de Mazatenango se comprendo dentro del reino maya quiche y es en este periodo donde la agricultura alcanzo cierto grado de desarrollo debido a la fertilidad que tienen estas tierras, fuentes de agua natural y al perfecto clima. En Mazatenango no se encuentra ningún monumento arqueológico antropológico que testimonie aspectos culturales. [8]

4.1.2. Época colonial

El conquistador español Don Pedro de Alvarado pasó por el reino de Xochiltepetl en el año de 1524, en donde se enfrentó a los habitantes de este reino en las duras batallas de Zapotitlán. En dicho lugar se encontraban los escuadrones de guerreros esperando en contra de Pedro de Alvarado para evitar el paso por la conquista de estas tierras, pero al final vencieron Pedro de Alvarado junto a sus hermanos Jorge y Gonzalo, en donde Gonzalo fue el encargado de conquistar Mazatenango.

Los hermanos Alvarado lograron conquistar estas tierras gracias a que contaban con mejor armamento que los habitantes indígenas de estas tierras y además, los acompañaban indígenas mexicanos: Olmecas, Nahuatl y Tlascaltecas. [8]

4.1.3. Fundación de los primeros pueblos

Al terminar la conquista, los españoles notaron que el sistema de vida de los indígenas no era el adecuado para sus intereses, por lo que se les hacía difícil controlarlos y convertirlos al cristianismo. Por lo que decidieron crear una solución y para ello tomaron como ejemplo a los pueblos de España, en donde se juntaron como pueblos con plaza, iglesias y casas de habitación. Las órdenes para realizar estas reducciones fueron emprendidas por los conquistadores y por las ordenes mendicantes de los dominicos, franciscanos, mercedarios y agustinos.[8]

Los indígenas se negaban a abandonar su antiguo estilo de vida y se resistían, pero no la dejaron del todo, porque hoy en día existe gente que aún vive esparcidos en los campos que rodean a los pueblos. [8]

Cuando murió Don Pedro de Alvarado fue sustituido por Don Francisco de la Cueva, primer gobernador de Guatemala, y fue sustituido por Don Alonso de Maldonado quien dio la orden de enviar a los clérigos: Fray Bartolomé de Las Casas, Fray Bernardino de Villalpando y Fray Francisco de Colemar, a realizar las reducciones o divisiones de los lugares.[8]

Fray Bartolomé de Las Casas fue el principal fundador de San Bartolomé (Mazatenango), San Antonio, Zamayake, San Pablo y San Francisco Zapotitlán, en el año 1525. Durante el periodo indígena el actual Mazatenango fue conocido con el nombre de Ah Cakolquej como aparece en el título Real de Don Francisco Ixquin Nehaib de 1558. En donde dicho título se le mencionó como Ah Cakolquej y Ah Cacolquej. Durante las batallas de Zapotitlán se dice que los indios avanzaron un caballo y lo escondieron, de donde viene la palabra “Cacolquej”, es decir, “Venado preso, escondido o guardado,” ya que los indios no conocían a los caballos es por ello que los llamaban venados porque en esas tierras abundaban los venados. El nombre de “Mazatenango”, es una traducción que hicieron los Nahuatl de Kakolquej a su lengua, llamándola con el mismo significado y dialecto, con el siguiente significado:[8]

Mazatl = venado,

Tenango = Lugar.

“Valle del venado o tierra del venado”.

4.1.4. Fundación de Mazatenango

El pueblo de Mazatenango fue fundado por Fray Bartolomé de Las Casas en el año de 1525, con el nombre de San Bartolomé, a orillas del río Sis, en el cantón La Otra Banda. Todos los pueblos se fundaban a orillas de los ríos porque de esa manera aseguraban una fuente permanente de agua para los servicios necesarios. El cantón La Otra Banda es el mas antiguo y fue considerado el centro del pueblo de Mazatenango. [8]

La salida hacia la capital de la Republica se realizaba por el puente Copante ubicado en el río Sis en la bajada del corinto. En el año 1611, aparecieron casas rústicas con tejas de barro a la orilla de lo que se conoce hoy en día como el parque central en la parte occidental de La Otra Banda tomo el nombre de “Cantón El Tejar”, de esta manera se formaron los cantones:

San Benito, El Tejar, San José, Buena Vista y La Otra Banda. En el cantón El Tejar se construyó el Parque Central, La Iglesia Parroquial, la Gobernación, la Municipalidad, el Mercado Central, la Zona Militar. [8]

Durante la época colonial, los pueblos fueron organizados en curatos, el cual Mazatenango era cabeza de curato conformado por los siguientes pueblos: San Bartolomé (Mazatenango), San Gabriel y San Lorenzo. La cabeza de curato era una organización que atendía una jurisdicción religiosa. [8]

4.1.5. Época independiente

Inició el 15 de septiembre de 1821, se marcó la etapa de desarrollo agrícola, comercial y cultural de Mazatenango. En 1830, se procedió a organizar el país en siete departamentos, los cuales eran: Guatemala, Chiquimula, Verapaz, Quetzaltenango, Totonicapán, Sacatepéquez y Sololá. Esta iniciativa otorgó a Suchitepéquez la categoría de distrito del departamento de Sololá. El distrito de Suchitepéquez comprendía: Mazatenango, San Gabriel, San Lorenzo, Santo Domingo, Retalhuleu, San Bernardino, San Antonio, Samayac, San Pablo Jocopilas, Santiago Zambo, Santo Tomás La Unión, Patulul, San Juan de los Leprosos, Santa Bárbara de la Costilla. Suchitepéquez estuvo unido a Sololá hasta el 12 de agosto de 1872, cuando el presidente Miguel García Granados separó el departamento de Quiché de Suchitepéquez. [8]

4.2. Factores configurativos de Mazatenango

4.2.1. Descripción geográfica

El municipio de Mazatenango es la cabecera departamental de Suchitepéquez, la cual se encuentra ubicada en la parte centro occidental del departamento. Territorialmente está dividido en dos partes: norte y sur. Entre la parte norte y sur, se localizan otros municipios de por medio y estos ocasionan que no se prosiga el criterio de continuidad territorial y solamente están unidas por la franja de tierra por donde corre el río Iacán Sis. La cabecera municipal se localiza en la parte norte. La parte sur inicia en el lugar llamado “El Tecolote” y tiene finalidad en las playas del océano Pacífico. Mazatenango tiene un área de 356 km^2 , la parte norte tiene un área de 65.25 km^2 y la parte sur tiene 290.75 km^2 . [8]

4.2.2. Distancia

Mazatenango se encuentra a 160 kilómetros de la capital de la República de Guatemala. [8]

4.2.3. Banco de marca

El banco de marca establecido por la dirección geográfica de cartografía en el parque de la cabecera departamental indica que el municipio de Mazatenango se encuentra a 371.13 metros sobre el nivel del mar. Su posición geográfica en 14°32'04"latitud norte y 91°30'10"longitud oeste. [8]

4.2.4. Clima

Mazatenango tiene un clima cálido con una temperatura mínima de 21 grados centígrados y máxima de 33 grados centígrados. [8]

4.2.5. Topografía

Mazatenango cuenta con 59.82 km^2 de llanura costera y 13.39 km^2 de pendiente volcánica. La pendiente del terreno es aproximadamente de 4% lo que quiere decir que el terreno puede considerarse plano. [8]

4.2.6. Orografía

Mazatenango se encuentra entre los volcanes Santa María, Zunil y Santo Tomás Pecul. El casco urbano está ubicado en un terreno plano. [8]

4.2.7. Cuenca hídrica Sís Icán

La cuenca hídrica es un territorio montañoso el cual tiene una altura de 300 metros, se encuentra ubicada en el volcán Santo Tomás Pecul (Cerro sin cráter). Este cerro captura gran cantidad de agua y la filtra en forma subterránea a través de las raíces de los árboles, a este fenómeno se le conoce como recarga hídrica. A cierta altura en este caso aproximadamente 200 metros expulsa el agua y eso da lugar al nacimiento de los ríos, este fenómeno se conoce como descarga hídrica. [8]

El Cerro Pecul tiene un bosque de coníferas en la parte alta, las cuales se encuentran: pino blanco, pino colorado, pinabete y ciprés. Debido a la falta de atención de parte de las autoridades, este bosque está sufriendo talas inmoderadas, incendios ocasionados intencional o accidentalmente, caza de animales, invasión de tierras, etc. Es necesario que las autoridades tomen iniciativa para conservar esta área ecológica del departamento para evitar daños que puedan escasear el agua. [8]

4.2.8. Aspectos de la población

Mazatenango tiene un aproximado número de habitantes de 327 habitantes por km^2 [8]

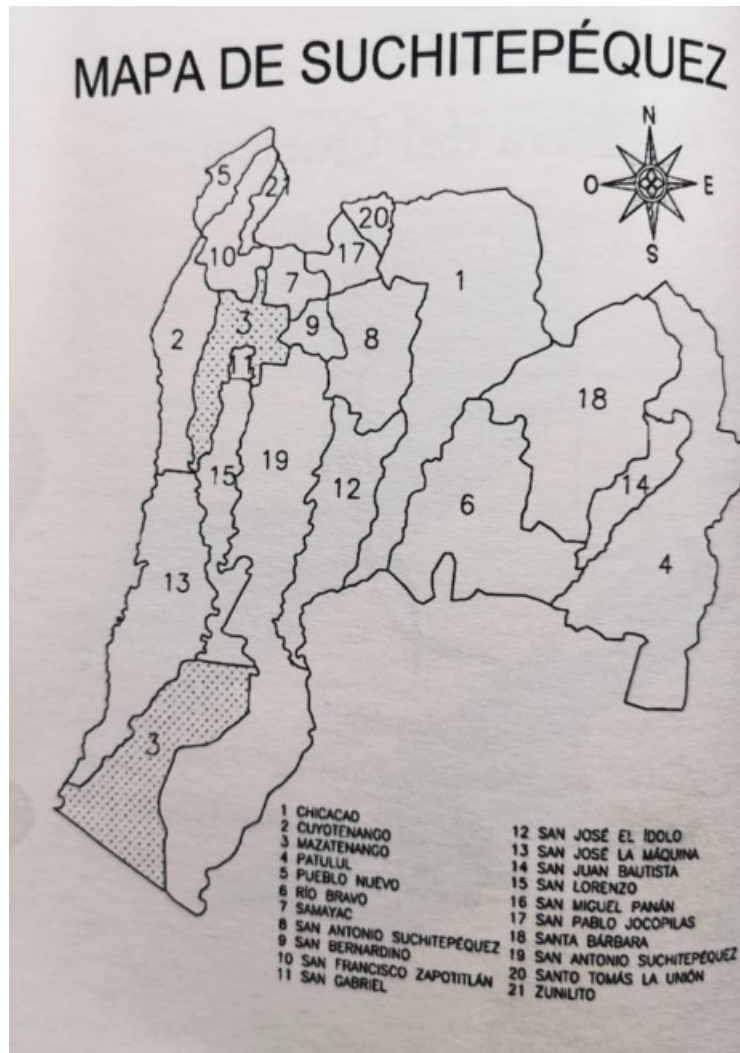


Figura 21: Municipios de Suchitepéquez [8]

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1. Chicacac | 12. San José El Ídolo |
| 2. Cuyotenango | 13. San José La Máquina |
| 3. Mazatenango | 14. San Juan Bautista |
| 4. Patulul | 15. San Lorenzo |
| 5. Pueblo Nuevo | 16. San Miguel Panán |
| 6. Río Bravo | 17. San Pablo Jocopilas |
| 7. Samayac | 18. Santa Bárbara |
| 8. San Antonio Suchitepéquez | 19. San Antonio Suchitepéquez |
| 9. San Bernardino | 20. Santo Tomás La Unión |
| 10. San Francisco Zapotitlán | 21. Zunilito |
| 11. San Gabriel | |

4.2.9. Sectores de Mazatenango

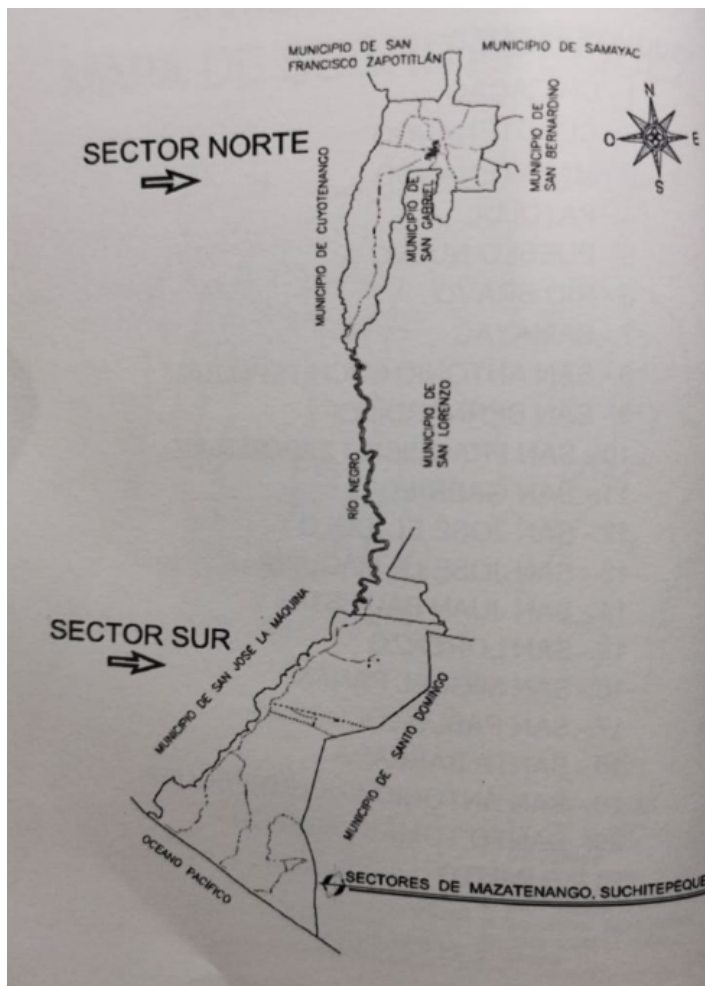


Figura 22: Sectores de Mazatenango
[8]

El municipio de Mazatenango consta de dos sectores

- Sector norte
- Sector sur

Ambos sectores se encuentran unidos por la franja del río Icán Sís.

4.2.10. Límites de Mazatenango

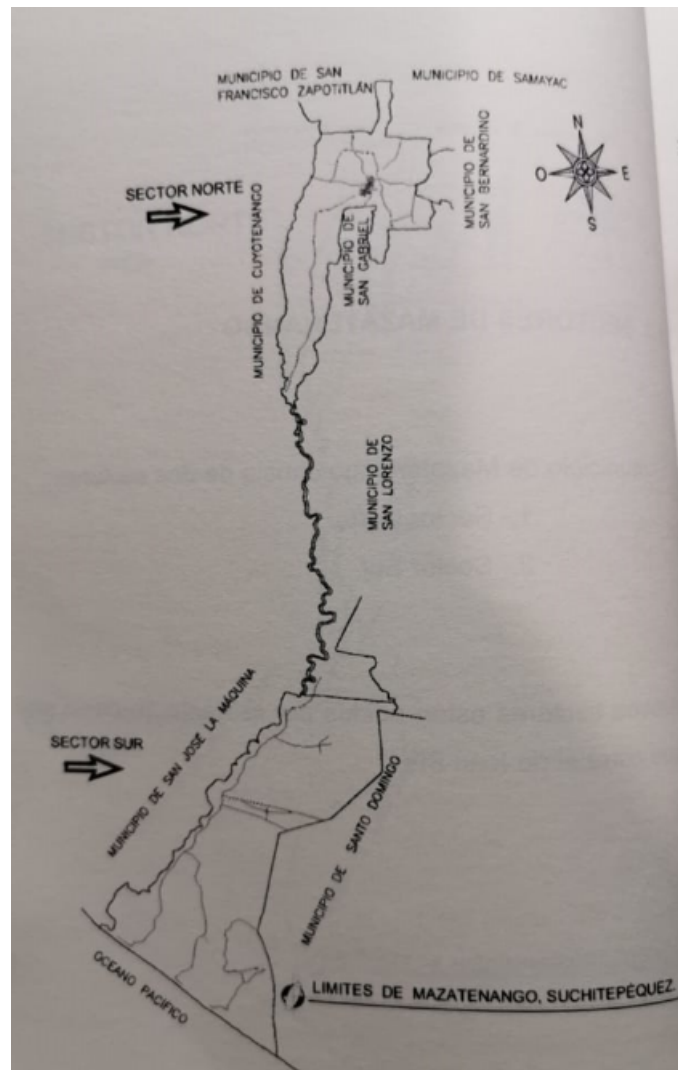


Figura 23: Límites de Mazatenango
[8]

Mazatenango se encuentra limitado por:

Norte

- Municipio de San Francisco Zapotitlán
- Municipio de Samayac

Sur

- Océano Pacífico

Este

- Municipio de Santo Domingo
- Municipio de San Lorenzo
- Municipio de San Gabriel
- Municipio de San Bernardino

Oeste

- Municipio de Cuyotenango
- Municipio San José La Máquina

4.2.11. Mapa de cantones y barrios de Mazatenango

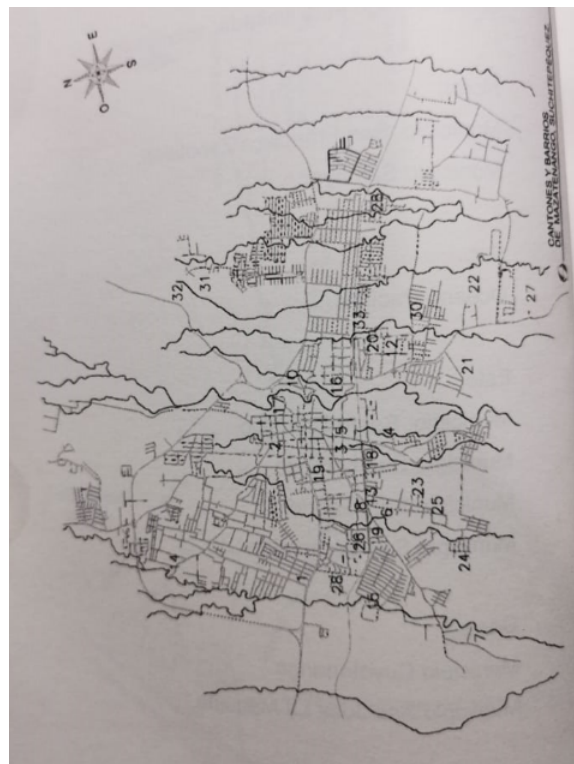


Figura 24: Cantones y barrios de Mazatenango
[8]

1. Aceituno
2. Buena Vista
3. El Calvario
4. El Porvenir
5. El Tejar
6. Diaz Cajas

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 7. Cocales | 21. Tabasco |
| 8. La Cruz | 22. San Bartolomé |
| 9. La Florida | 23. Nuevo León |
| 10. La Otra Banda | 24. Perú |
| 11. La Soledad | 25. Barrio El Milagro |
| 12. Las Flores | 26. Barrio La Unión |
| 13. Pueblo Nuevo | 27. Monte Cristo |
| 14. La Independencia | 28. Brasilia |
| 15. Nueva Esperanza | 29. Barrio La Esperanza |
| 16. San Benito | 30. Salache |
| 17. San José | 31. Chilión |
| 18. Rayos del Sol | 32. Vaqueros |
| 19. Santa Cristina | 33. Barrio Candelaria |
| 20. Santa Marta | |

4.2.12. Mapa de fincas sector norte de Mazatenango

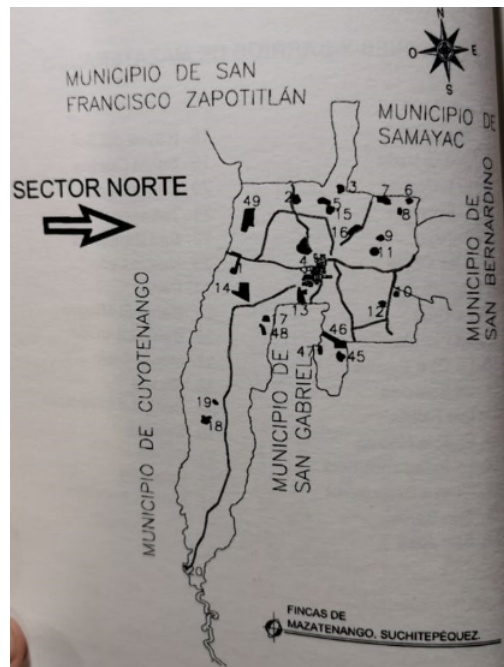


Figura 25: Mapa de fincas sector norte de Mazatenango [8]

1. San Antonio Chitalón
2. San Rafael Sacuá
3. Santa Rosita
4. Buena Vista
5. Quinta Barcenás
6. La Cuchilla
7. La Montaña
8. San Isidro
9. Isidro
10. Las Delicias
11. Quila Chavarría
12. Salaché
13. Perú
14. Chitá
15. San Juan
16. La Giralda
17. La Esperanza
18. Río Negro
19. Entre Ríos
20. La Colocha
21. Covadonga
22. Ceibilla
23. Monte Carlo
24. Santa Mónica
25. Cabán
26. La Legua
27. San José
28. Trapiche
29. Villaluz
30. Chitalon

4.2.13. Mapa de fincas sector sur de Mazatenango

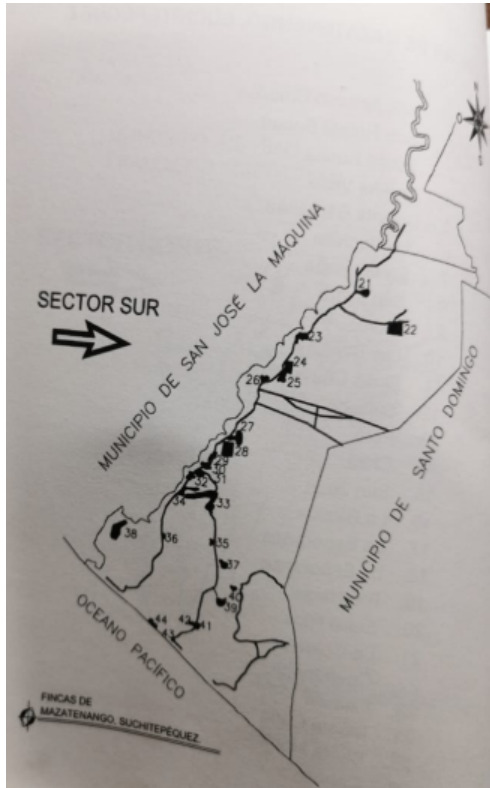


Figura 26: Mapa de fincas sector sur de Mazatenango [8]

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| 31. San Nicolás | 40. San Simón |
| 32. El Paraíso | 41. San José Icán |
| 33. San Francisco | 42. Chicales |
| 34. Los Encuentros | 43. Salinas El Carmen |
| 35. Santa Elena | 44. Panamá |
| 36. San Antonio Conacaste | 45. Cuyutlán |
| 37. El Recuerdo | 46. La Promesa |
| 38. El Platanarcito | 47. Salinas Marías |
| 39. El triunfo | 48. Laguna Sarca |

4.2.14. Aldeas de Mazatenango

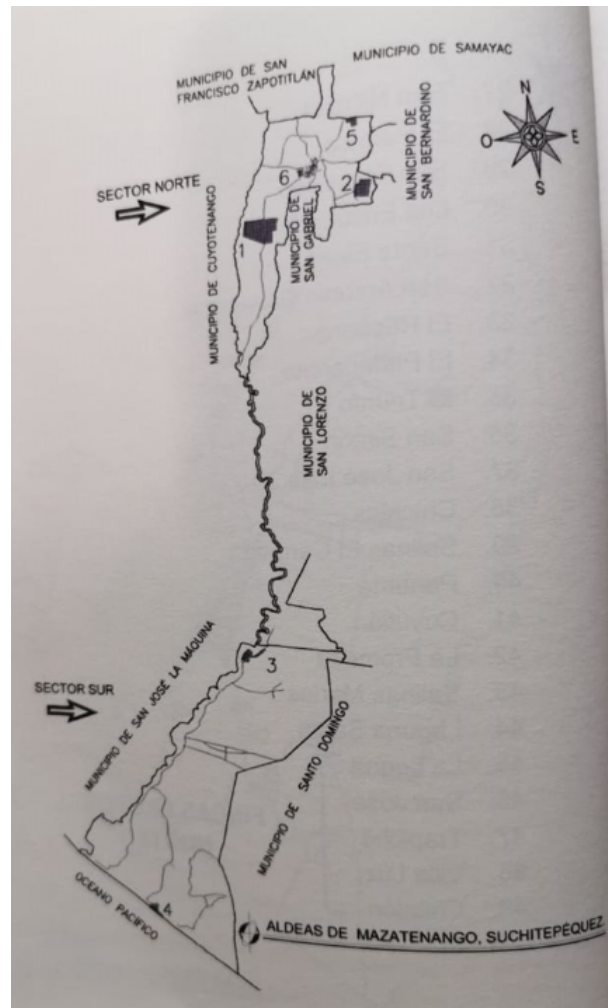


Figura 27: Aldeas de Mazatenango
[8]

- | | |
|----------------------------------|-----------------|
| 1. San Rafael Tierras del Pueblo | 4. Tahuexco |
| 2. El Progreso | 5. La Montañita |
| 3. Bracitos | 6. Pachonté |

4.2.15. Mapa de colonias, lotificaciones y residenciales de Mazatenango

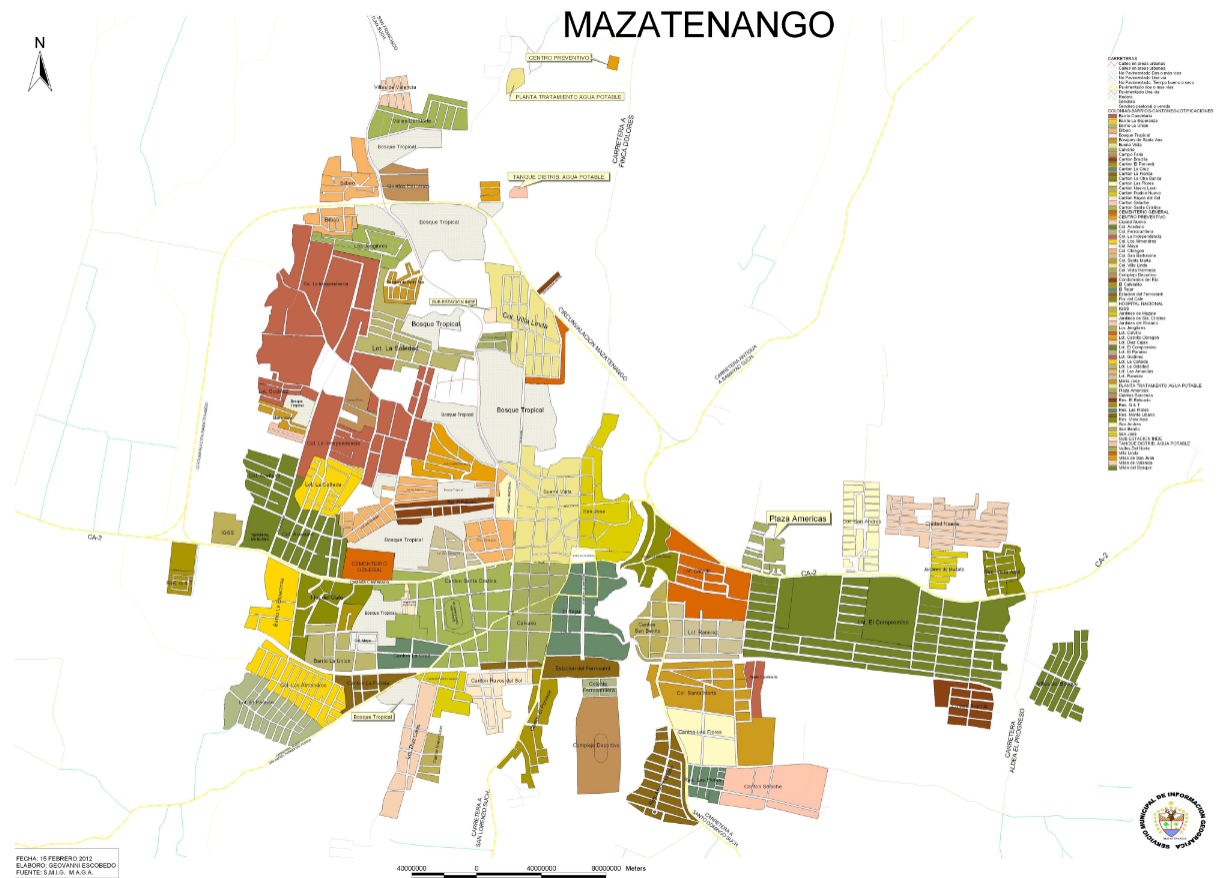


Figura 28: Mapa de colonias, lotificaciones y residenciales de Mazatenango [8]

1. Ciudad Luz
2. Colonia Bilbao
3. Colonia Ciudad Nueva
4. Colonia El Aceituno
5. Colonia El Relicario
6. Colonia Ferrocarrilera
7. Colonia Flor del Café
8. Colonia La Independencia
9. Colonia Los Almendros
10. Colonia Los Jengibres
11. Colonia Maya
12. Colonia Mira El Bosque III
13. Colonia Obregón
14. Colonia Obregón
15. Colonia Quintas de Bárcenas
16. Colonia San Andrés
17. Colonia San Bartolomé
18. Colonia Valles del Norte
19. Colonia Villa Linda
20. Colonia Villas de San Juan
21. Colonia Villas de Zapotitlán
22. Condominio Bosque de Santa Ana

23. Condominio Condado San Andrés
24. Condominio El Roble
25. Condominio Villas del Bosque
26. Condominios El Río
27. Jardines de Mazatenango
28. Lotificación Calvio
29. Lotificación Castillo Obregón
30. Lotificación El compromiso
31. Lotificación El Paraíso
32. Lotificación Godínez
33. Lotificación La Cañada
34. Lotificación La Soledad
35. Lotificación Las Amandas
36. Lotificación Naranjales
37. Lotificación Pasadena
38. Lotificación Ramírez
39. Lotificación Vista Hermosa
40. Residencial Bello Jardín
41. Residenciales Adelita
42. Residenciales G y t
43. Residenciales Las Flores
44. Residenciales María José y El Roble
45. Residenciales Monte Bello I
46. Residenciales Monte Bello II
47. Residenciales Monte Líbano
48. Residenciales Portal de Las Américas
49. Residenciales Villa Toscana
50. Villas de Valencia

4.2.16. Mapa de calles y avenidas del casco urbano de Mazatenango

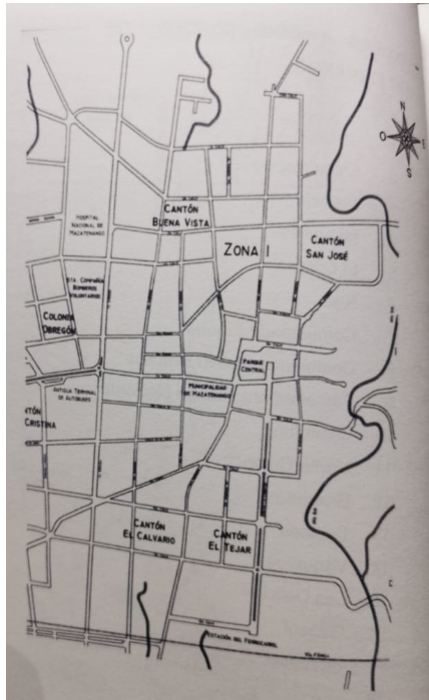


Figura 29: Mapa de calles y avenidas del casco urbano de Mazatenango [8]

El centro de Mazatenango cuenta en su casco central con 12 calles y 7 avenidas, estas son las calles y avenidas más antiguas del centro histórico de Mazatenango.

4.3. Factores económicos de Mazatenango

4.3.1. Agricultura

Uso de la tierra

La economía del municipio está basada en tres elementos: agricultura, industria y comercio. En épocas precolombinas el territorio de Mazatenango estaba cubierto de bosques que poseían una riqueza en flora y fauna, al llegar la conquista se produjo un cambio en el uso original de la tierra, porque dio inicio a la actividad agrícola con la intención de explotar la tierra y del trabajo del hombre, también con el desarrollo de la urbanización se efectuaron cambios de las tierras para cultivo a las actividades urbanas. Dichos cambios han causado varios problemas como: la contaminación del medio ambiente, la contaminación de las fuentes de agua, deforestación, etc. [8]

Principales cultivos

Las explotaciones agrícolas de este municipio se clasifican en:

- Explotaciones agrícolas de auto consumo.
- Explotaciones agrícolas para el mercado interno.
- Explotaciones agrícolas para el mercado externo.

Explotación agrícola de auto consumo

En las aldeas se cultiva solamente para el auto consumo, en donde podemos encontrar los cultivos de: Banano, plátano, cítricos, frutas tropicales. [8]

Explotación agrícola para el mercado interno

Para este tipo de explotación se realiza en terrenos que no excedan las 64 manzanas, y en donde podemos encontrar los cultivos como: ajonjolí, maíz, frijol, plátanos, jocotes, arroz, maní y frutas tropicales. Todos estos productos cultivados son para la comercialización del mercado interno de Mazatenango. [8]

Explotación agrícola para el mercado externo

En las fincas de Mazatenango se dedican a los cultivos de caña de azúcar, hule, café, maíz, tabaco, citronela, cacao, banano y palma africana. Estos cultivos son para la exportación del municipio. [8]

4.3.2. Comercio e industria

Mazatenango se considera como una ciudad de servicios y comercio porque es una ciudad predominante en donde prevalecen las dos actividades de comercio e industria en el sector urbano, y es donde concurren todos los habitantes de este y otros municipios del área urbana y rural en busca del desarrollo económico y social. Cuenta con la infraestructura necesaria para desarrollar actividades de comercio y servicios en educación, producción industrial, y otras de acuerdo con las necesidades actuales. [8]

Toda la información de este capítulo fue obtenida del libro *Monografías de Mazatenango*.

5.1. Equipo utilizado

Se utilizó el siguiente equipo para la recolección de datos necesarios:

Drone DJI Mavic 2 Pro:

Se utilizó para realizar el vuelo fotogramétrico.



Figura 30: Drone DJI Mavic 2 Pro utilizado
(Fuente: Elaboración propia)

Receptores Geodésicos

Se utilizaron 2 receptores geodésicos para la toma de coordenadas de cada punto de control utilizado en el área de la muestra.

- Trimble r8s gnss:
- Estación base.
- Estación rover.



Figura 31: Estación base y estación rover
(Fuente: Elaboración propia)

Instrumentos

Se utilizaron los siguientes instrumentos de apoyo para las etapas de recolección de datos de campo y gabinete.

- Laptop Asus Rog Strix G1 555VD
- Huawei P30 pro.
- Ficha catastral aplicada en campo.
- Planos de la muestra de estudio para orientación del límite de área de esta.

- Conos de señalización. Softwares utilizados
- Qgis: Programa utilizado para realizar diseños, análisis y edición de los datos obtenidos mediante ortofotos para mapas temáticos de los resultados obtenidos.
- Agisoft Photoscan profesional: Programa utilizado para el procesamiento de las fotografías obtenidas por el dron.
- Pix4D capture: Aplicación utilizada para crear plan de vuelo del dron para la toma de fotografías.
- Ctrl+dji: Aplicación utilizada para conocer el estado del dron antes de realizar el plan de vuelo.
- DJI GO 4: Aplicación utilizada para hacer el reconocimiento del área de estudio.
- Trimble Bussines 4.0: Se utilizo para los cálculos realizados del post proceso para los puntos de control.
- Excel: Utilizado para realizar gráficos de los datos obtenidos en campo.

Información cartográfica

Para realizar toda la información cartográfica y generar la información, es necesario tenerla en la proyección del país la cual es WGS 84 Z 15 N.

- Planos de ubicación de las residenciales de Mazatenango los cuales fueron brindados por la municipalidad de Mazatenango.
- Plano de la muestra para conocer los límites y numeración de lotes cada lote.
- Ortofoto de Mazatenango del año 2006.

5.2. Etapa pre-gabinete

5.2.1. Reconocimiento de la muestra

Como muestra para investigación se hizo uso de la información de la Colonia El Relicario ubicada en Mazatenango. Para esto fue necesario conocer los límites de la colonia y la ubicación de los lotes para generar un plan de vuelo con el dron y hacer tomas de fotografías aéreas.

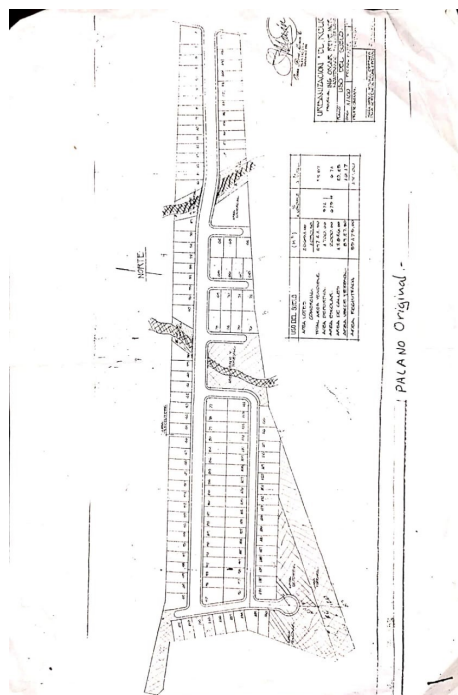


Figura 32: Plano original de límites de colonia El Relicario
Fuente: Municipalidad de Mazatenango

5.3. Etapa de campo

5.3.1. Ubicación de los puntos de control

Este paso se realiza para agilizar el proceso de medición del área de estudio, en este caso se utilizaron 4 puntos de control móviles y un punto de control base, para ello fue necesario marcarlos con el uso de espray de neón color rosado y verde, esto se hace para tener una mejor distinción de los puntos al momento de localizarlos en las imágenes aéreas.



Figura 33: Pinturas neón utilizadas para trazar marcas
(Fuente: Elaboración propia)



Figura 34: Trazados de marcas de puntos de control
Fuente: Elaboración propia



Figura 35: Marca de punto de control
Fuente: Elaboración propia

5.4. Metodología directa: Programación y toma de datos de receptores trimble R8s GNSS Base y Rover

Para que los datos tomados sean precisos es necesario realizar este paso, ya que, en base a los datos obtenidos por los receptores se puede realizar una corrección de los puntos de control en las fotografías aéreas y así obtener resultados más precisos.

- Como primer paso se debe armar los receptores utilizando trípodes que sirven para sostenerlos y hacer uso de niveladores burbuja de agua para que las tomas de datos sean más precisas.



Figura 36: Armado y nivelado de receptores
Fuente: Elaboración propia

- El segundo paso es tomar las alturas de los receptores a la cual se realizará la toma de datos. En este caso el receptor base tuvo una altura de 1.625 metros medidos desde el centro del tope del protector hasta el suelo y el receptor móvil se midió a una altura de 1.50 metros medidos desde el suelo hasta la base del soporte de la antena.
- El tercer paso es la programación de los receptores mediante el uso de la aplicación Trimble DL y para ello es necesario hacer uso de un teléfono inteligente porque serán conectados por medio de bluetooth a cada receptor para así modificar el tiempo estimado total para realizar la toma de cada punto de control, en este caso se utilizaron 3 horas como máximo para realizar todo el movimiento de traslado y toma de puntos en cada punto de control marcado.
- El cuarto paso es realizar la toma de datos del receptor base la cual duró 15 minutos y realizar la toma de datos de cada punto móvil los cuales duraron 10 minutos cada uno, y con eso se mide cada punto con los receptores.

- Por último se debe cerrar el levantamiento con la aplicación para que los receptores terminen puedan enviar la información mediante correo electrónico.



Figura 37: Toma de datos de punto de control 1
Fuente: Elaboración propia



Figura 38: Toma de datos de punto de control 2
Fuente: Elaboración propia



Figura 39: Toma de datos de punto de control 3
Fuente: Elaboración propia



Figura 40: Toma de datos de punto de control 4
Fuente: Elaboración propia

5.5. Metodología indirecta: Generación de ortofoto mediante el dron Mavic 2 Pro

Para obtener la información necesaria mediante el vehículo aéreo no tripulado fue necesario realizar un plan de vuelo con el dron mediante el uso de una grilla, esto permitiría tener mejor detalle de las imágenes del área de estudio para obtener resultados requeridos. También se definió la ubicación de cada punto de control en el área de estudio, los cuales se pueden apreciar en lugares estratégicos para que cuando sean procesados no fuera difícil encontrarlos en las imágenes obtenidas para realizar las correcciones fotogramétricas con los receptores GNSS.

- Como primer paso se debe de calibrar el dron para que este funcione en optimas condiciones y así realizar el vuelo sin problema.
- Segundo paso se debe realizar un reconocimiento del lugar de forma manual, mediante la aplicación DJI GO 4, esto se hace para conocer los obstáculos que puedan afectar nuestro plan de vuelo, en este caso se hizo para conocer la altura aproximada de los arboles que se encuentran en el área de estudio.



Figura 41: Aplicación DJI GO 4
Fuente: Elaboración propia

- Tercer paso se debe programar el plan de vuelo mediante la aplicación Pix4D y esto permite a la aplicación indicarnos el tiempo estimado de vuelo, las dimensiones del área que se desee abarcar, la altitud del dron, la velocidad, el número de imágenes que serán tomadas, el tipo de grilla, etc.

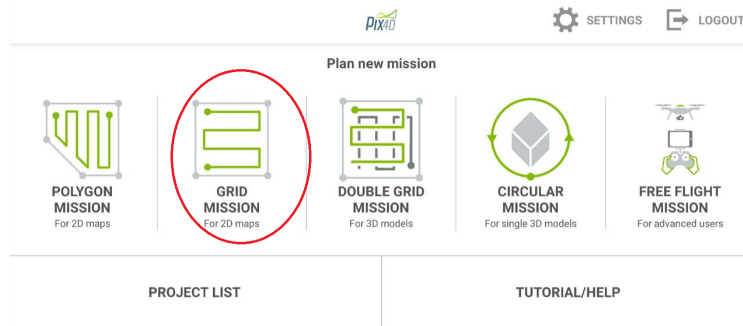


Figura 42: Selección de Grill
Fuente: Elaboración propia



Figura 43: Programación de plan de vuelo
Fuente: Elaboración propia

- Cuarto paso se debe dar inicio al plan de vuelo y para ello la aplicación Ctrl+DJI realizara un chequeo previo para dar autorización al inicio del plan de vuelo.

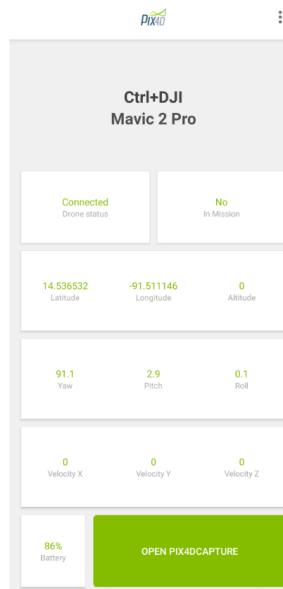


Figura 44: Chequeo de Ctrl+DJI
Fuente: Elaboración propia



Figura 45: Ejecutando plan de vuelo
Fuente: Elaboración propia

- Último paso se debe esperar a que el dron regrese automáticamente al lugar de despegue para el aterrizaje, siempre teniendo el acceso manual para evitar obstáculos que se encuentren alrededor que puedan dificultar el aterrizaje del mismo.

Information			
Drone	Date	Time	Type
Mavic 2 Pro	26/09/2019	11:09:47 a. m.	Grid
Location	Dimensions	Overlap	Camera Angle
14.536690°, -91.509703°	130 m x 595 m	80% (72%)	90°
Altitude	Images	Path	Flight time
90 m	207	3245 m	11min:38s

Figura 46: Información del plan de vuelo terminado
Fuente: Elaboración propia

5.6. Etapa de gabinete

Esta parte es la más importante porque aquí se debe realizar las correcciones entre los puntos de control y las fotografías aéreas para generar fotografías que se encuentren georreferenciadas para generar información como cálculos y resultados más precisos.

5.6.1. Extracción de datos de receptores GNSS y dron

Al obtener toda la información requerida para realizar el levantamiento es necesario extraer los archivos obtenidos por medio de los receptores GNSS y dron, ya que con esto nos permitirá obtener la lista de puntos con sus coordenadas y sus especificaciones para realizar la corrección de las fotografías y así tener resultados precisos.

- Para extraer los datos del dron se necesita abrir la ranura en donde se encuentra la memoria microSD y se debe extraer para luego introducirla a cualquier ordenador y extraer las imágenes.
- Para extraer los datos de los receptores GNSS se debe de enviar por correo electrónico por medio de la aplicación los archivos que estos brindan para luego ser procesados mediante el software trimble bussines 4.0 el cual necesita de una licencia para procesar dichos archivos y así obtener los datos requeridos.

5.6.2. Post Proceso de puntos de control

Para este proceso se debe utilizar el software Trimble Bussines center 4.0 para obtener la información ya procesada y así brindarnos datos como las coordenadas exactas de cada uno de los puntos de control para luego ser georreferenciadas en las imágenes tomadas con el dron. Para conocer más este proceso se debe de consultar el manual de uso de Trimble Bussines Center 4.0.

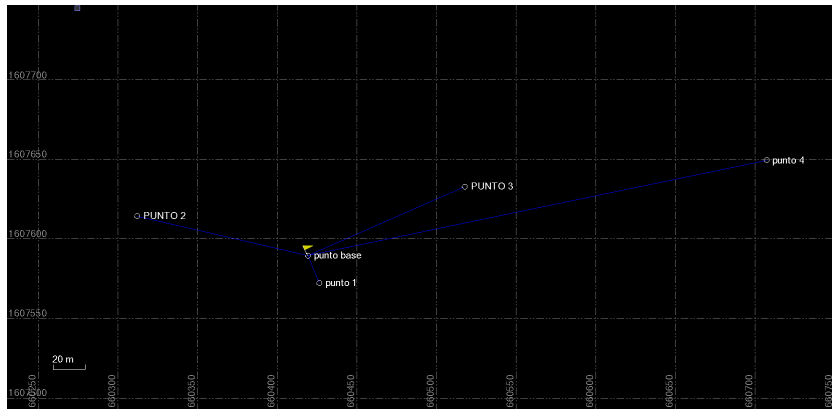


Figura 47: Post posicionamiento de punto base y puntos de control
Fuente: Elaboración propia

Lista de puntos

ID	Este (Metro)	Norte (Metro)	Elevación (Metro)	Código de característica
punto 1	660426.498	1607572.333	386.882	PT01R
PUNTO 2	660312.048	1607614.314	389.542	pt02R
PUNTO 3	660517.721	1607632.863	387.948	pt03R
punto 4	660707.316	1607649.435	391.835	Pt04R
punto base	660419.344	1607589.562	394.206	B01

Figura 48: Lista de puntos procesados
Fuente: Elaboración propia

5.6.3. Proceso de generación de ortofoto

Para generar la ortofoto del área de estudio con las fotografías tomadas en el plan de vuelo y realizar un proceso fotogramétrico por medio de las coordenadas de los puntos de control es necesario hacer el uso del software Agisoft Photoscan Pro y para ello es necesario tener en una carpeta las fotografías tomadas con el dron, en este caso se tomaron 207 fotografías.

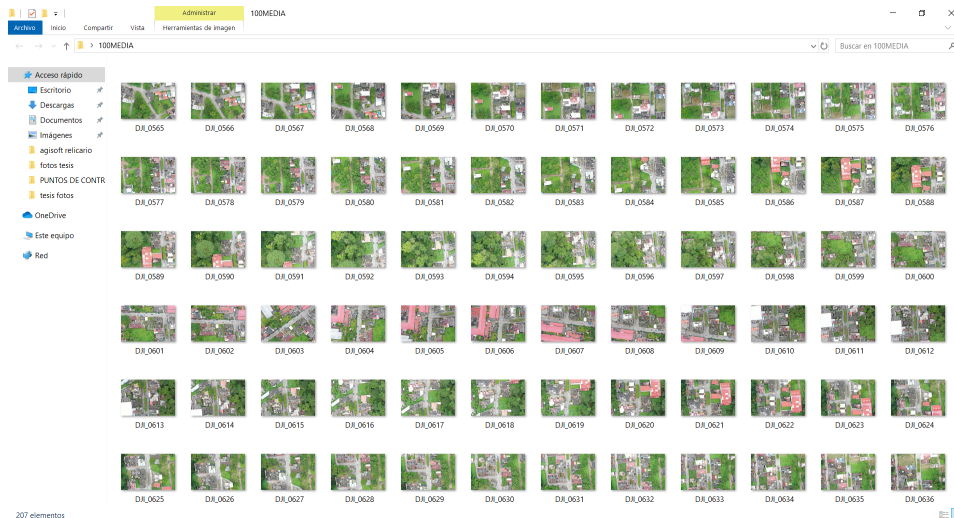


Figura 49: Toma de fotografías
Fuente: Elaboración propia

Al tener todas las fotografías en una misma carpeta se prosigue a realizar los siguientes pasos:

- - Para empezar, se debe abrir el programa Agisoft Photoscan Professional.

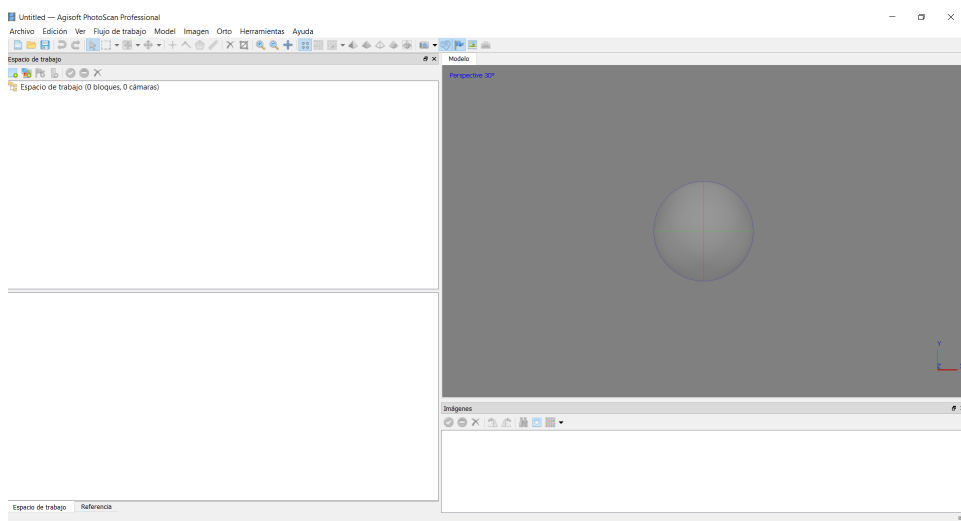


Figura 50: Agisoft PhotoScan Professional
Fuente: Elaboración propia

- Al tener el programa abierto se debe ir a la opción de flujo de trabajo y seleccionar añadir fotos. En este proceso se debe de seleccionar la carpeta en donde se encuentran las 207 fotografías obtenidas por medio del plan de vuelo del dron.
- Luego se debe de seleccionar el sistema de coordenadas y para este caso como el área de estudio es en Guatemala se utiliza el sistema de coordenadas WGS 84 / UTM zone 15N EPSG:32615.

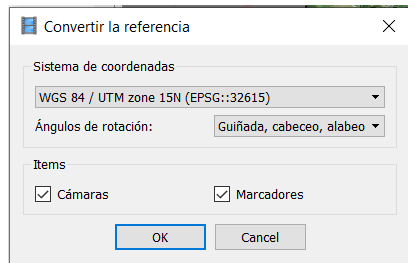


Figura 51: Conversión de referencial
Fuente: Elaboración propia

- Seleccionar la opción referencia, importar y se importan los puntos de control. Para ello es necesario ubicar el archivo Excel con formato CSV obtenido del programa trimble bussines center 4.

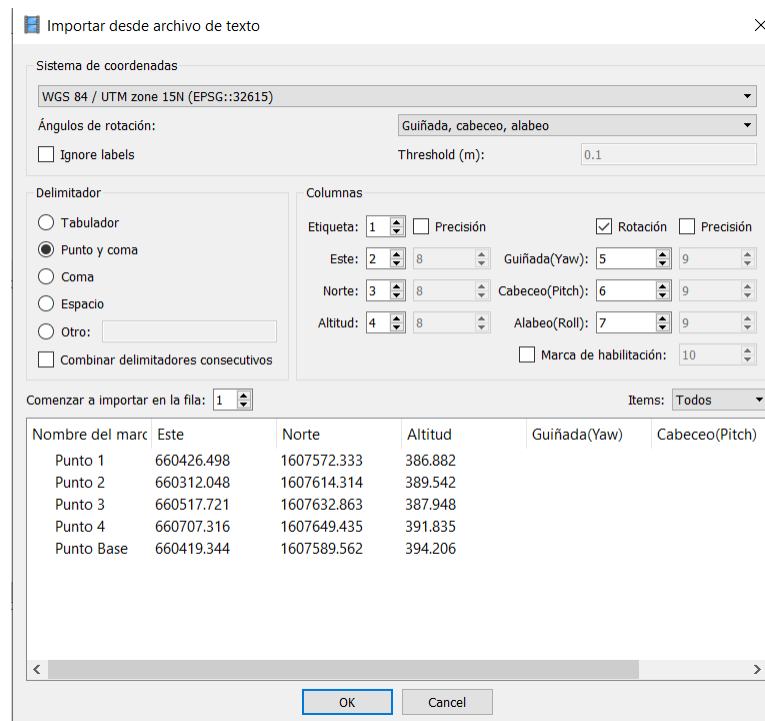


Figura 52: Importación de archivo de texto
Fuente: Elaboración propia

- Seleccionar la opción flujo de trabajo, orientar fotos, precisión alta y aceptar.
- Al estar las fotografías orientadas y los puntos de control se debe activar las fotografías para comenzar con la corrección de estas. Para esto se colocan los puntos de control en cada foto donde aparece la marca colocada en la etapa de campo. En total fueron 4 puntos de control y 1 punto base, por lo tanto, se debe de georreferencias cada punto en todas las fotografías tomadas con el dron.



Figura 53: Punto sin georreferenciar
Fuente: Elaboración propia



Figura 54: Punto base y punto 1 georreferenciado
Fuente: Elaboración propia



Figura 55: Punto 2 georreferenciado
Fuente: Elaboración propia



Figura 56: Punto 3 georreferenciado
Fuente: Elaboración propia



Figura 57: Punto 4 georreferenciado
Fuente: Elaboración propia

- Al terminar el proceso de corrección de imágenes se debe seleccionar la opción flujo de trabajo y orientar fotos. Al terminar este proceso es necesario seleccionar la opción de optimizar cálculo de orientaciones y marcar todas las opciones disponibles ya que esto ayuda a que las fotografías tengan el menor error posible y así conocer el error obtenido de georreferenciación. En este caso se observó que obtuvo un error de 0.006471 metros

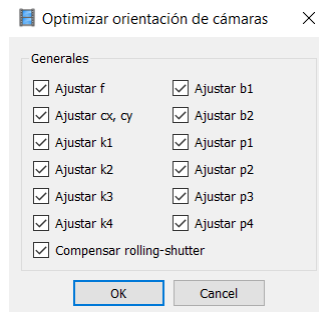


Figura 58: Optimizar orientación de cámaras
Fuente: Elaboración propia

Cámaras	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)	Precisión (m)	Error (m)	Guiñada(Yaw) (de	Cabeceo(Pitch) (c	Alabeo(Roll)
DJI_0565...	390893.858706	1607682.579103	499.000000	10.000000	269468.272493			
DJI_0566...	390909.054683	1607683.900839	499.000000	10.000000	269466.842909			
DJI_0567...	390924.607515	1607685.359301	498.000000	10.000000	269466.858296			
DJI_0568...	390940.399293	1607686.693780	498.000000	10.000000	269466.934937			
DJI_0569...	390955.696775	1607687.953628	498.000000	10.000000	269467.416617			
DJI_0570...	390972.039598	1607689.334858	498.000000	10.000000	269467.195367			
DJI_0571...	390987.849154	1607690.629336	498.000000	10.000000	269467.377723			
DJI_0572...	391003.736487	1607691.911185	498.000000	10.000000	269467.361186			
DJI_0573...	391019.534295	1607693.257981	498.000000	10.000000	269467.315189			
DJI_0574...	391035.397361	1607694.469272	498.000000	10.000000	269467.251309			

Marcadores	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)	Precisión (m)	Error (m)	Proyecciones	Error (pix)
Punto 1	660426.498000	1607572.333000	386.882000	0.005000	0.010052	22	0.220
Punto 2	660312.048000	1607614.314000	389.542000	0.005000	0.000726	19	0.152
Punto 3	660517.721000	1607632.863000	387.948000	0.005000	0.002040	21	0.296
Punto 4	660707.316000	1607649.435000	391.835000	0.005000	0.000191	15	0.248
Punto Ba...	660419.344000	1607589.562000	394.206000	0.005000	0.010178	20	0.262
error total							
Puntos de ap...					0.006471		0.241
Puntos de co...							

Figura 59: Error de georreferenciación
Fuente: Elaboración propia

- Se debe crear la nube de puntos densa, para ello se debe de seleccionar la opción flujo de trabajo, crear nube de puntos densa y seleccionar la calidad. En este caso se selecciono calidad baja debido a que este proceso toma mucho tiempo si se selecciona una calidad alta.

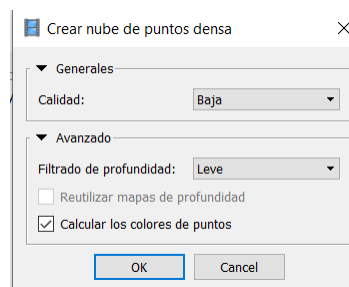


Figura 60: Crear nube de puntos densa
Fuente: Elaboración propia

- Se debe de generar la malla y para ello se selecciona la opción flujo de trabajo, crear malla y aceptar.
- Crear textura, se selecciona la opción flujo de trabajo, crear textura y aceptar. Los ajustes generales son los predeterminados por el programa.

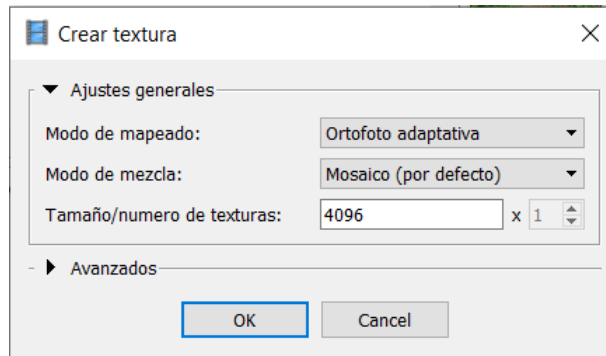


Figura 61: Crear textura
Fuente: Elaboración propia

- Generar modelo digital de elevaciones y para ello se selecciona la opción flujo de trabajo, crear modelo digital de elevaciones y se seleccionan los ajustes mostrados en la imagen.

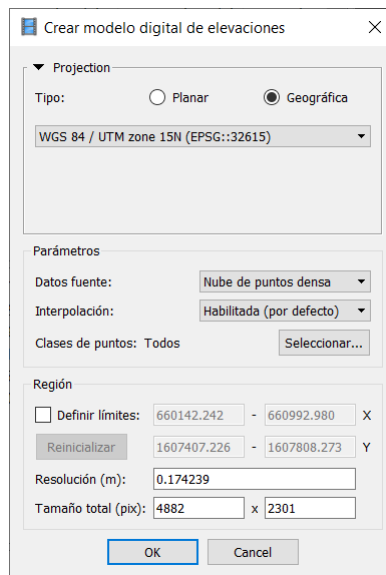


Figura 62: Crear modelo digital de elevaciones
Fuente: Elaboración propia

- Crear modelo de teselas para ello se selecciona la opción flujo de trabajo, crear modelo de teselas y aceptar.

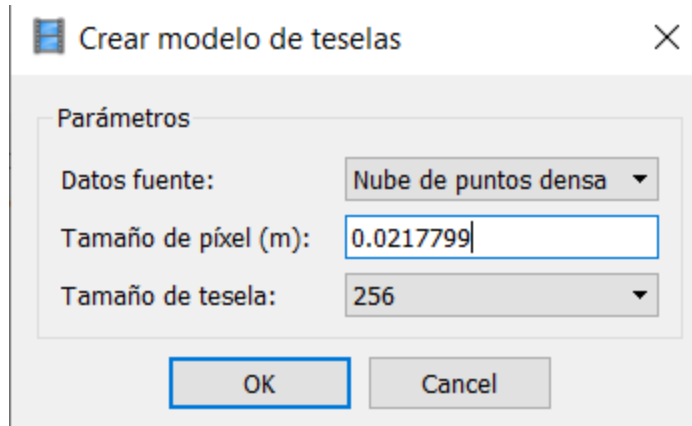


Figura 63: Crear modelo de teselas
Fuente: Elaboración propia

- Crear ortomosaico para ello se selecciona la opción flujo de trabajo, crear orto mosaico y aceptar.

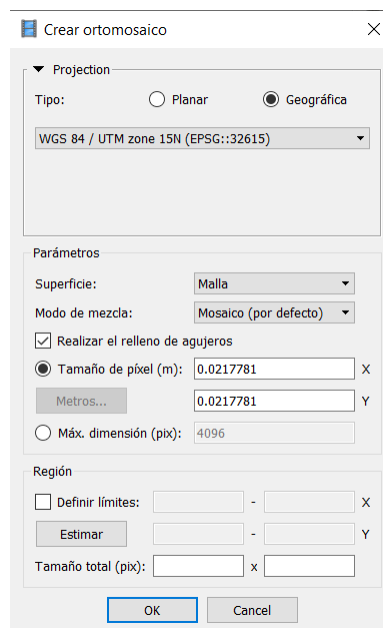


Figura 64: Crear ortomosaico
Fuente: Elaboración propia

- Por último, al tener generado todos los procesos ya indicados se debe de exportar el ortomosaico u ortofoto en formato de imagen JPEG/TIFF/PNG, etc. Para ello se debe de ir a la opción de espacio de trabajo y se debe de seleccionar ortomosaico, clic derecho, exportar ortomosaico, exportar imagen y seleccionar el lugar donde se quiera guardar el archivo.

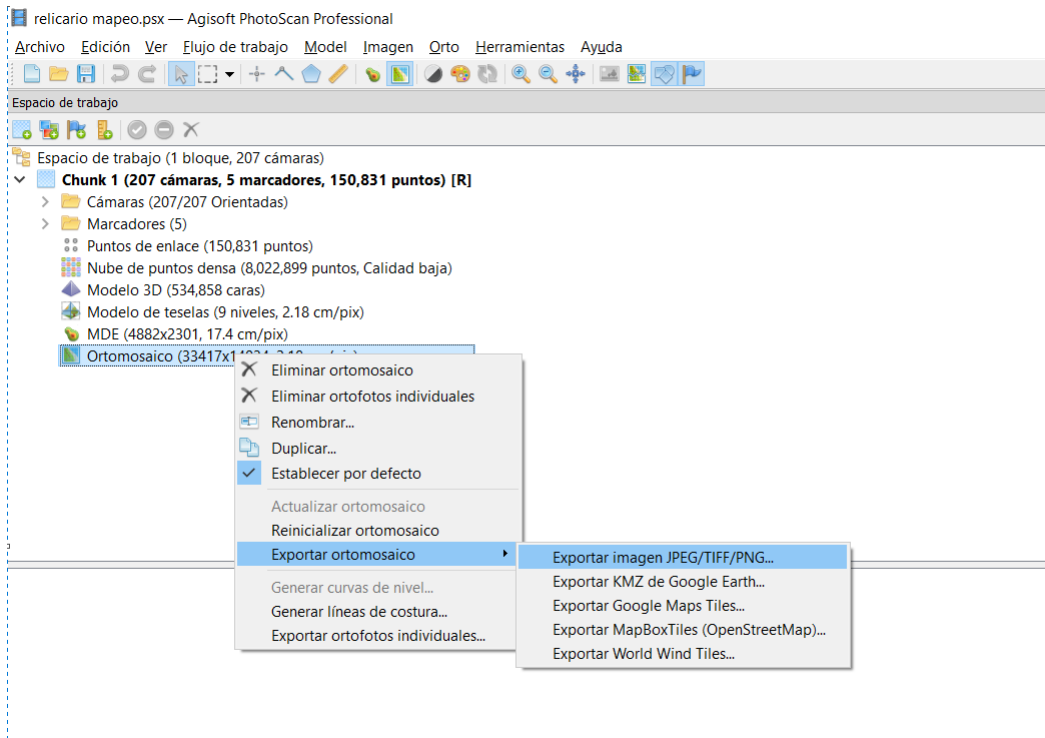


Figura 65: Proceso de exportación de ortofoto
Fuente: Elaboración propia

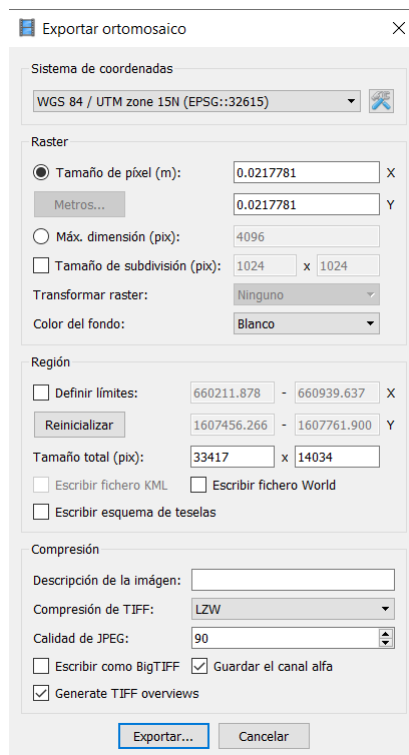


Figura 66: Exportación de ortomosaico
Fuente: Elaboración propia

5.6.4. Levantamiento utilizando ortofoto

Al obtener el archivo de ortofoto exportado con formato .tiff se procede a generar información mediante el software Qgis y para ello es necesario realizar los siguientes pasos:

- Para empezar, se debe abrir el software Qgis. Al tener el programa abierto se debe de configurar el sistema de coordenadas y para ello se debe abrir la herramienta de Proyecto y seleccionar la opción de propiedades. Una vez ahí se debe de seleccionar el sistema de referencia de coordenadas, en este caso se utiliza el sistema WGS 84/ UTM zone 15N EPSG: 32615 y el sistema de coordenadas GTM y luego se clic en aceptar.

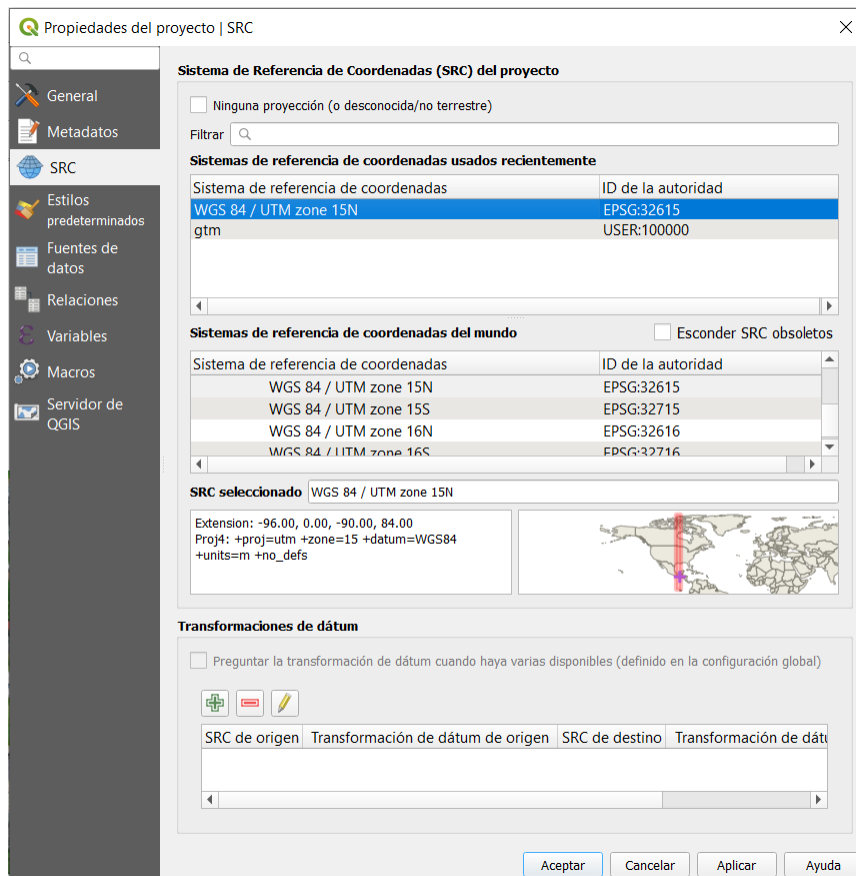


Figura 67: Propiedades de proyecto
Fuente: Elaboración propia

- Al tener el sistema de coordenadas configurado, se procede a insertar la ortofoto y para ello se debe seleccionar la opción de añadir capa raster y se selecciona la carpeta en donde se encuentra la ortofoto mediante la opción de fuente y conjunto de datos raster para así empezar a procesar el levantamiento.

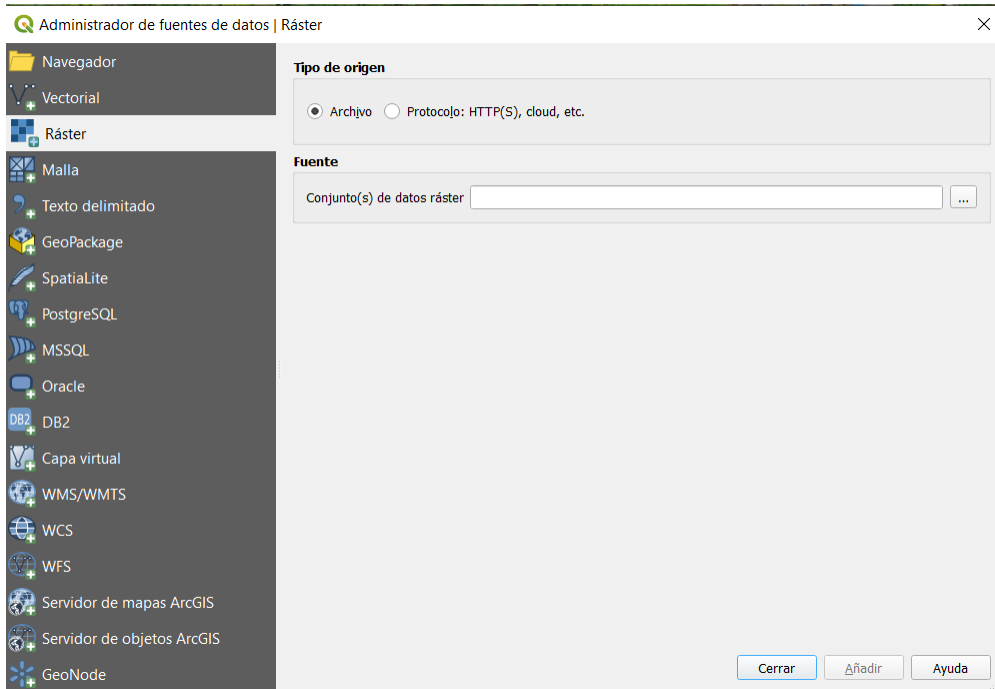


Figura 68: Administrador de fuentes de datos
Fuente: Elaboración propia

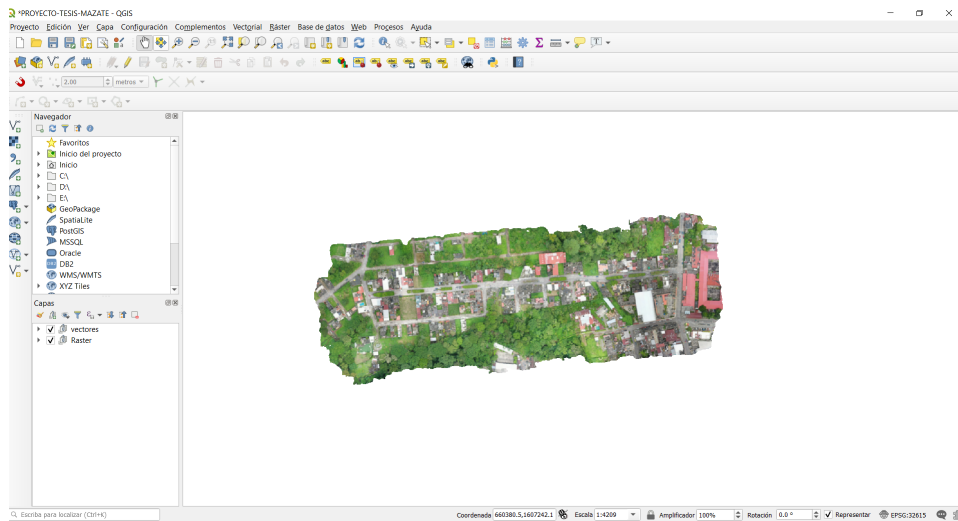


Figura 69: Ortofoto Colonia El relicario 2019
Fuente: Elaboración propia

- Se procede a crear una capa y para ello se debe ir a la opción de capa, seleccionar crear capa y seleccionar nueva capa de archivo shape.

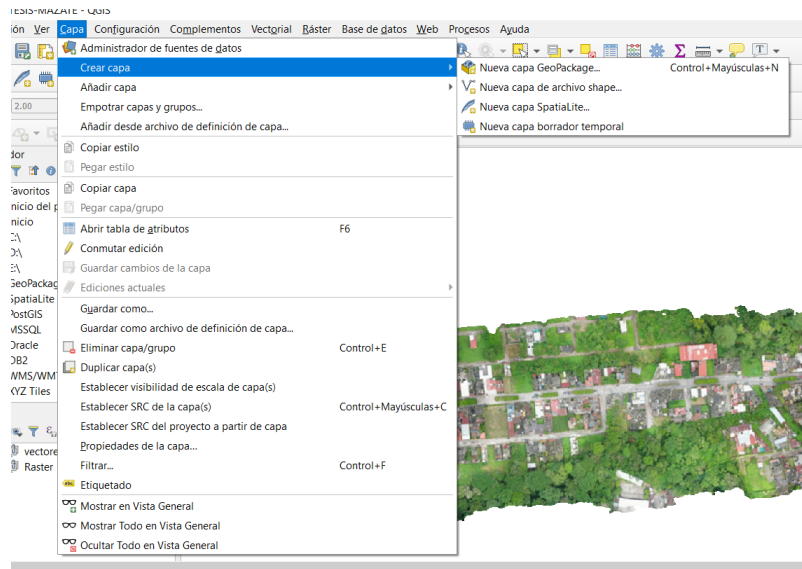


Figura 70: Crear capa
Fuente: Elaboración propia

- Una vez seleccionado la nueva capa de archivo shape se procede a la configuración de la capa para ello se debe de nombrar el archivo, el tipo de geometría, en este caso se utilizará polígono y se deben de crear los nuevos campos basándose en las características gráficas necesarias para realizar el levantamiento.

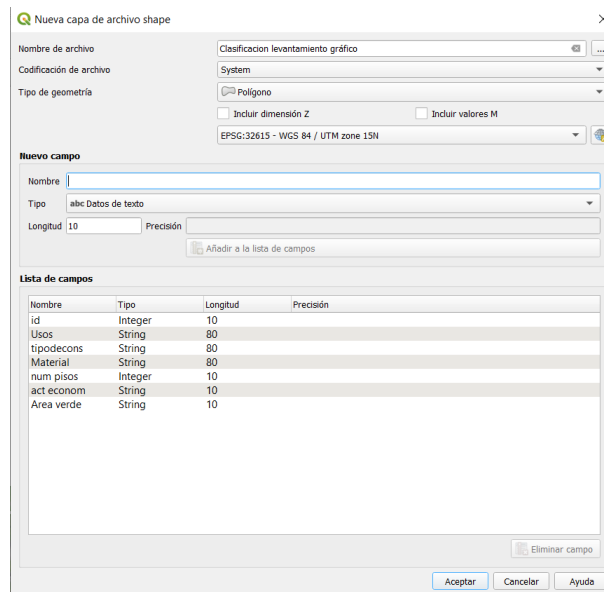


Figura 71: Nueva capa de archivo shape
Fuente: Elaboración propia

- Al tener configurada la capa de archivo shape, se procede a dibujar polígonos sobre los lotes de la ortofoto y para ello es necesario conocer los límites de cada lote para obtener un mejor resultado en el trazo del polígono, para realizar esto se debe seleccionar la

opción de conmutar edición y añadir polígono.

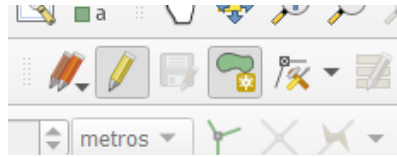


Figura 72: Trazado de polígono
Fuente: Elaboración propia



Figura 73: Trazo de polígono
Fuente: Elaboración propia

- Al terminar de trazar el polígono se da clic derecho y se abrirá la ventana atributos del objeto espacial para llenar los datos necesarios del levantamiento de cada lote. En los cuales encontramos: Identificación de lote, clasificación de lotes, tipo de construcción, material de construcción, estado de conservación, número de pisos, actividad económica, servicios básicos, área verde, área en metros cuadrados y perímetro.

Clasificación levantamiento gráfico - Atributos del objeto espacial

Acciones

id	NULL
USO	NULL
Tipo Cons	NULL
Material	NULL
Estado	NULL
# pisos	NULL
A economic	NULL
servicios	NULL
Area verde	NULL
Áreas (m2)	NULL
Peri (m)	NULL

Aceptar Cancelar

Figura 74: Trazo de polígono
Fuente: Elaboración propia

Luego de llenar cada atributo por cada polígono de lote trazado se deberá tener un resultado de la siguiente manera:



Figura 75: Polígonos trazados en ortofoto
Fuente: Elaboración propia

Teniendo este resultado se procede a clasificar cada atributo para crear planos temáticos indicando los resultados obtenidos durante todo el proceso de levantamiento gráfico, y para ello es necesario ir a la opción de propiedades de la capa, seleccionar la opción de categorizado y en columna se debe seleccionar que tipo de atributo se desea categorizar, luego se selección clasificar y automáticamente se clasifica cada elemento.

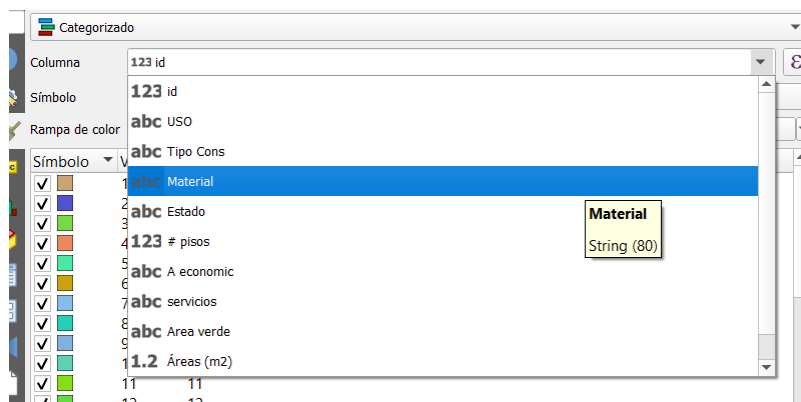


Figura 76: Categorizado por columna
Fuente: Elaboración propia

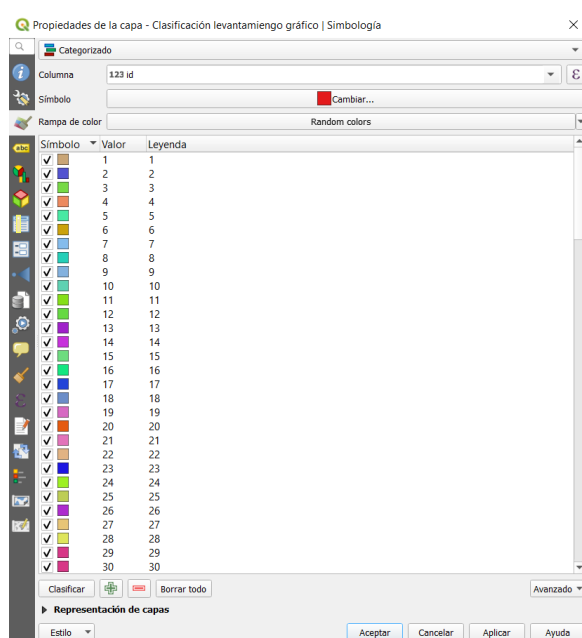


Figura 77: Simbología
Fuente: Elaboración propia

5.6.5. Generación de planos temáticos

Finalmente al tener toda la información unificada, tanto grafica como alfanumérica se procesan con diversos planos temáticos de la muestra Colonia El Relicario, basándose en los diferentes campos que se utilizaron, para ello se deben seguir los siguientes pasos: Para crear los planos temáticos se debe ir a la herramienta de proyecto y seleccionar la opción de administrador de composiciones y dar clic en la opción crear. Una vez creado se debe de crear un título de composición de impresión y dar clic en aceptar.

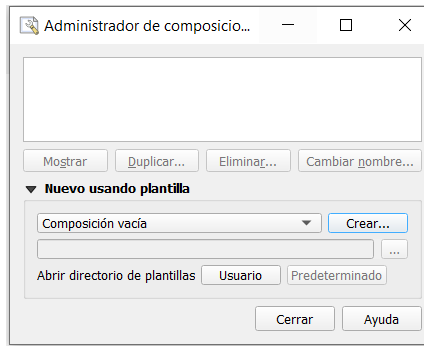


Figura 78: Administrador de composiciones
Fuente: Elaboración propia

Debe de aparecer la siguiente ventana para empezar a editar el formato de plantilla para crear los mapas temáticos que se requieren

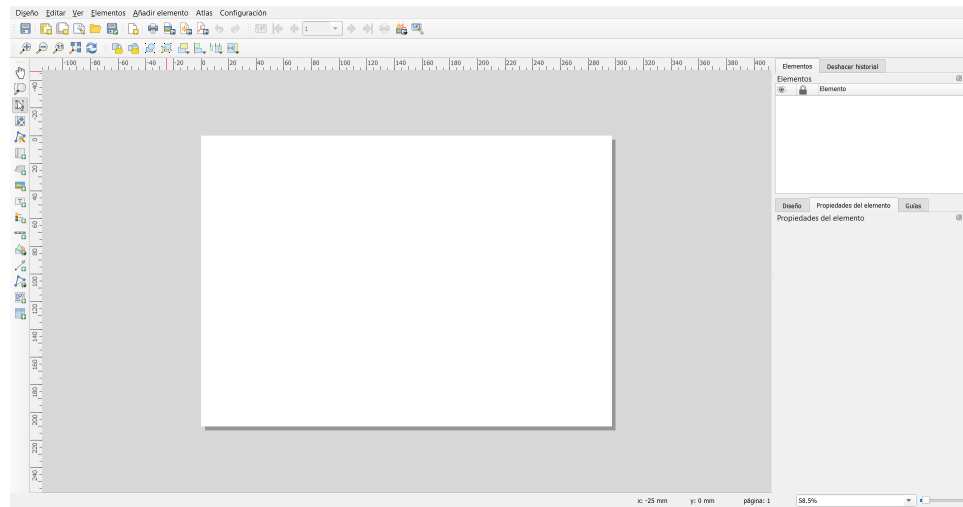


Figura 79: Ventana de diseño de impresión
Fuente: Elaboración propia

Una vez editado el formato para la plantilla, se procede a realizar planos temáticos de cada área deseada y deberá aparecer de la siguiente manera.

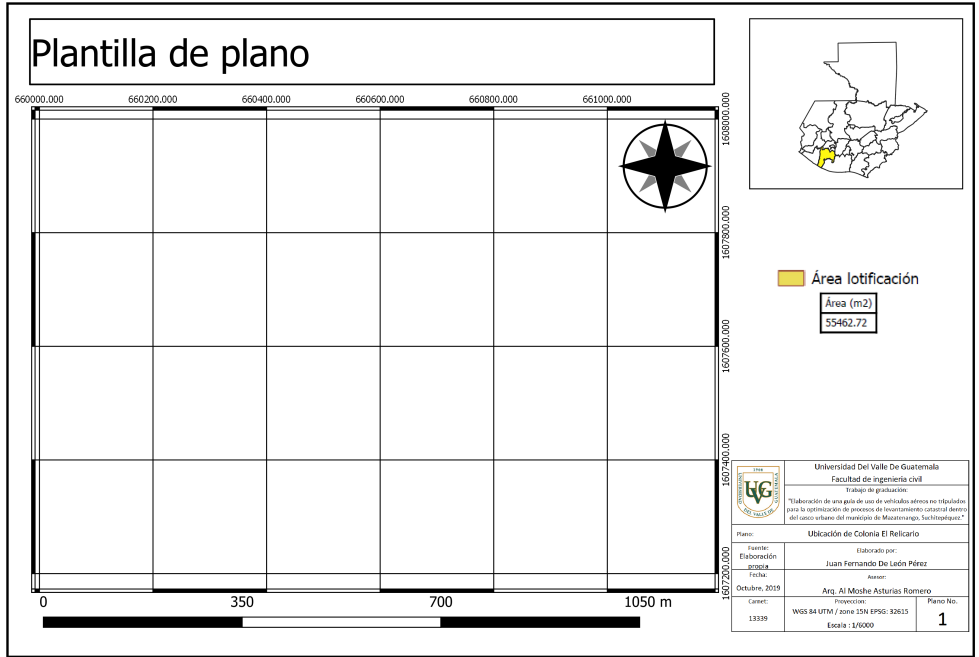


Figura 80: Plantilla de plano
Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenida la plantilla se procede a generar planos temáticos de cada campo.

6.1. Ubicación de Colonia El Relicario

Es de suma importancia conocer la ubicación exacta de la muestra tal y como lo presenta el mapa de ubicación, se da a conocer lugares cercanos y calles en donde se encuentra. El presente mapa muestra el polígono completo e indica el área de la Colonia el Relicario, la cual es de 55,462.72 metros cuadrados. Con la información obtenida de la ubicación de la Colonia El Relicario se generó el plano número 1 que se presenta a continuación:

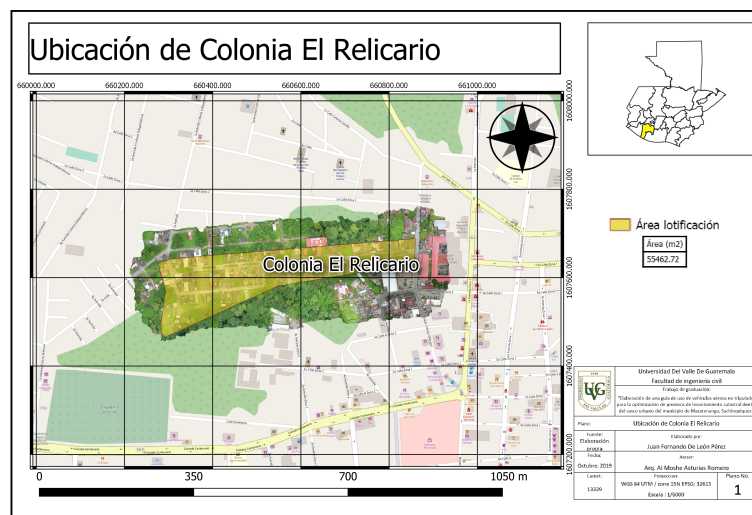


Figura 81: Mapa de ubicación Colonia El Relicario
Fuente: Elaboración propia

6.2. Coordenadas y puntos de control

Como resultado de la etapa de campo se obtuvieron las coordenadas exactas de cada punto de control, los cuales fueron cuatro puntos de control móviles y un punto base, indicando las coordenadas este, norte y elevación para georreferenciar de manera correcta las imágenes y así obtener información exacta. Como resultado del proceso de georreferenciación y corrección de imágenes se obtuvo un error de 0.006476 metros, lo cual indica que la precisión de georreferenciación de imágenes fue muy precisa y esto ayuda a tener mayor exactitud a la hora de realizar cálculos de áreas y perímetros de la muestra.

ID	Este (m)	Norte (m)	Elevación (m)
Punto 1	660426.498	1607572.33	386.882
Punto 2	660312.048	1607614.31	389.542
Punto 3	660517.721	1607632.86	387.948
Punto 4	660707.316	1607649.44	391.835
Punto Base	660419.344	1607589.56	394.206

Cuadro 1: Lista de puntos
Fuente: Elaboración propia

Con la información obtenida de las coordenadas y puntos de control se generó el plano número 2 que se presenta a continuación:



Figura 82: Plano de ubicación de puntos de control
Fuente: Elaboración propia

6.3. Identificación, áreas y perímetros de lotes

Como resultado del proceso de la etapa de gabinete se identificaron 134 lotes en toda la muestra, los cuales fueron enumerados para indicar la ubicación de cada uno, también se realizó el proceso de cálculo de área y perímetro de cada lote. La siguiente tabla muestra el resultado de área y perímetro de los lotes.

Identificación	Áreas (m2)	Perímetro (m)
1	281.67	69.163
2	242.57	65.964
3	225.26	64.795
4	228.46	65.64
5	209.81	64.757
6	216.31	65.958
7	220.25	66.76
8	221.31	67.259
9	226.25	68.03
10	221.42	68.137
11	449.52	86.694
12	227.47	70.685
13	464.2	88.092
14	697	105.987
15	190.21	62.486
16	186.36	60.375
17	173.74	58.307
18	172.44	58.327
19	318.18	71.781
20	219.86	63.675
21	220.99	63.996
22	208.15	63.178
23	216.47	64.445
24	211.83	64.601
25	424.34	83.217
26	443.53	85.311
27	595.64	99.482
28	390.09	87.592
29	262.87	91.39
30	457.12	101.532
31	88.31	37.921
32	107.51	41.058
33	249.45	65.862
34	309.81	73.303
35	300.75	70.402
36	244.93	64.944
37	253.47	64.653
38	264.04	66.787
39	407.42	80.764
40	165.83	57.133
41	212.56	62.197
42	208.85	61.922
43	212.43	62.464
44	214.44	62.704
45	224.9	63.755

Cuadro 2: Identificación, área y perímetro

Fuente: Elaboración propia

Identificación	Áreas (m2)	Perímetro (m)
46	204.29	61.98
47	324.84	75.469
48	99.76	44.604
49	102.2	44.983
50	101.91	47.882
51	84.82	40.589
52	113.09	44.518
53	121.74	45.717
54	212.47	61.922
55	189.53	59.825
56	216.62	62.446
57	257.82	66.398
58	225.95	62.947
59	128.76	53.416
60	333.71	75.899
61	301.79	73.374
62	172.17	62.841
63	326.79	74.71
64	1559.06	246.944
65	278.45	70.405
66	630.94	104.576
67	208.94	62.366
68	212.35	62.64
69	433.01	83.283
70	212.03	62.758
71	219.05	63.3
72	212.71	62.78
73	212.73	62.778
74	249.25	65.878
75	202.3	61.059
76	103.14	51.277
77	100.53	50.917
78	157.34	56.519
79	151.2	55.935
80	758.5	115.407
81	196.24	59.746
82	319.14	72.091
83	196.05	60.101
84	194.49	59.754
85	205.69	60.66
86	532.18	92.918
87	799.23	120.002
88	199.27	59.832
89	966.61	136.114
90	1371.91	158.983

Cuadro 3: Identificación, área y perímetro
Fuente: Elaboración propia

Identificación	Áreas (m2)	Perímetro (m)
91	1310.34	162.561
92	406.65	79.613
93	140.59	54.24
94	123.49	52.533
95	141.72	54.543
96	204.48	60.91
97	204.19	60.948
98	205.24	61.008
99	3924.17	317.167
100	379.32	97.076
101	103.33	44.97
102	127.51	53.647
103	336.84	89.755
104	332.24	86.013
105	280.72	76.989
106	245.93	69.717
107	202.42	62.191
108	465.82	85.538
109	147.57	54.357
110	107.3	51.425
111	306.7	81.109
112	105.69	41.171
113	205.79	61.141
114	407.82	80.869
115	405.21	80.522
116	207.41	61.347
117	205.99	61.209
118	208.1	61.538
119	203.19	60.536
120	531.25	92.769
121	210.39	61.853
122	329.92	73.316
123	235.13	65.017
124	197.84	59.608
125	200.95	60.033
126	197.75	61.408
127	1240.74	142.529
128	411.86	81.147
129	205.65	61.417
130	211.24	62.099
131	210.86	62.108
132	210.14	61.734
133	272.83	68.072
134	359.13	76.035

Cuadro 4: Identificación, área y perímetro
Fuente: Elaboración propia

Con la información obtenida de la identificación de lotes de la Colonia El Relicario se generó el plano número 3 que se presenta a continuación:

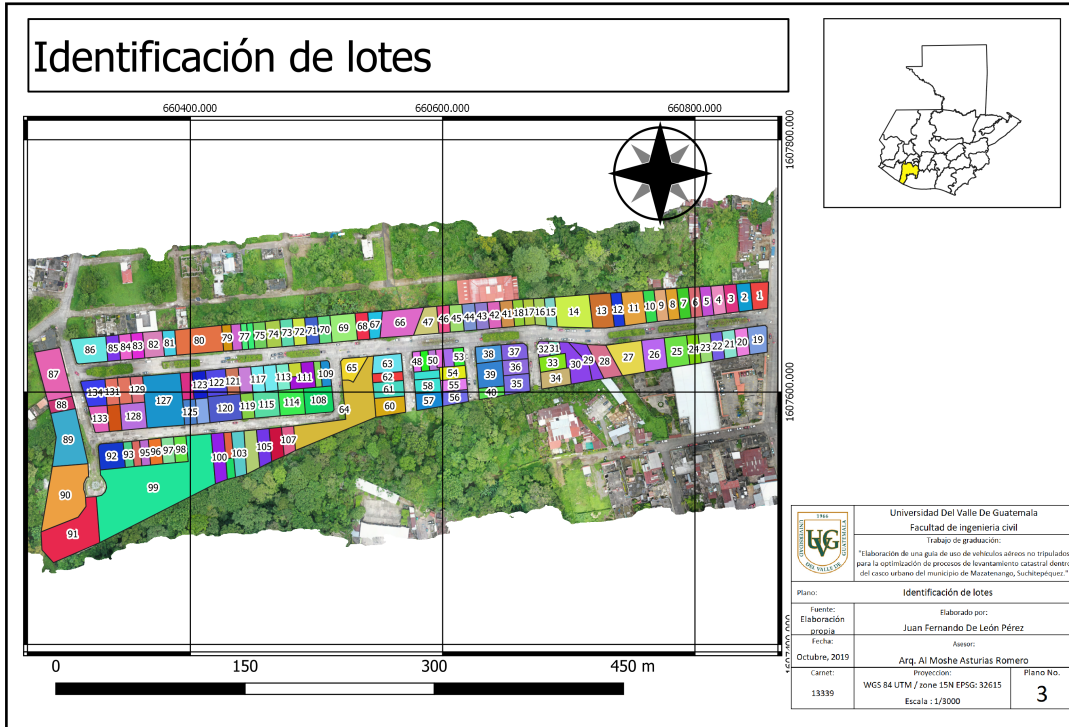


Figura 83: Plano de identificación de lotes

Fuente: Elaboración propia

Clasificación de lotes La Colonia El Relicario cuenta con 134 lotes, los cuales el 62 % de ellos es de uso residencial, el 22 % es de uso comercial, el 13 % es de uso de área verde y el 3 % es de uso de garaje, el siguiente cuadro muestra detalladamente la clasificación de uso de lotes:

Clasificación de lotes (Uso)	Cantidad	Porcentaje
Residencial	83	62 %
Área verde	17	13 %
Comercial	30	22 %
Garaje	4	3 %
Total	134	100 %

Cuadro 5: Clasificación de lotes

Fuente: Elaboración propia

Clasificación de lotes

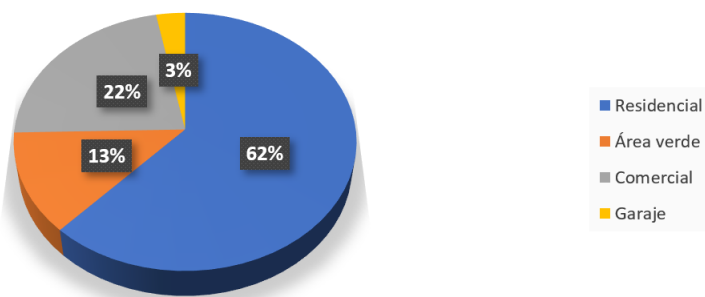


Figura 84: Clasificación de lotes
Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que los 30 lotes que son de uso comercial se encuentran en la calle principal, lo que quiere decir que las zonas comerciales se presentan en ubicaciones estratégicas para negocios y siempre en zonas accesibles y de constante tránsito de personas y carros. Con la información obtenida de la clasificación de lotes de la Colonia El Relicario se generó el plano número 4 que se presenta a continuación:

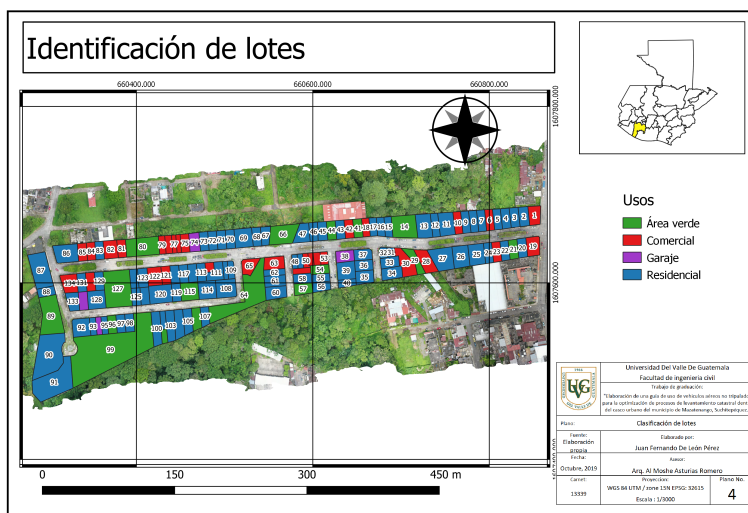


Figura 85: Plano de clasificación de lotes
Fuente: Elaboración propia

6.3.1. Tipo de construcción de lotes

La Colonia El Relicario, cuenta con 117 lotes con algún tipo de construcción, de los cuales el 93% de ellos tienen una construcción terminada, un 3% de los lotes tienen una construcción inconclusa, el 2% se encuentran actualmente en construcción y el 2% se encuentra abandonada, el siguiente cuadro muestra detalladamente el tipo de construcción de

cada lotes.

Tipo de construcción	Cantidad	Porcentaje
Terminada	109	81 %
Área verde	17	13 %
Inconclusa	4	3 %
En construcción	2	1.5 %
Abandonada	2	1.5 %
Total	134	100 %

Cuadro 6: Tipo de construcción de lotes
Fuente: Elaboración propia



Figura 86: Tipo de construcción de lotes
Fuente: Elaboración propia

La ortofoto generada en el procesamiento de imágenes obtenidas por el dron fue de gran ayuda para la observación de construcción de las viviendas y esto se debe a que se tiene una clara imagen de la superficie de cada construcción y verificar el proceso obtenido en campo. Para lo cual la clasificación del tipo de construcción se clásico en cuatro tipos los cuales son:



Figura 87: Clasificación del tipo de construcción
Fuente: Elaboración propia

Con la información obtenida en la clasificación del tipo de construcción de la Colonia El Relicario, se generó el plano número 5:

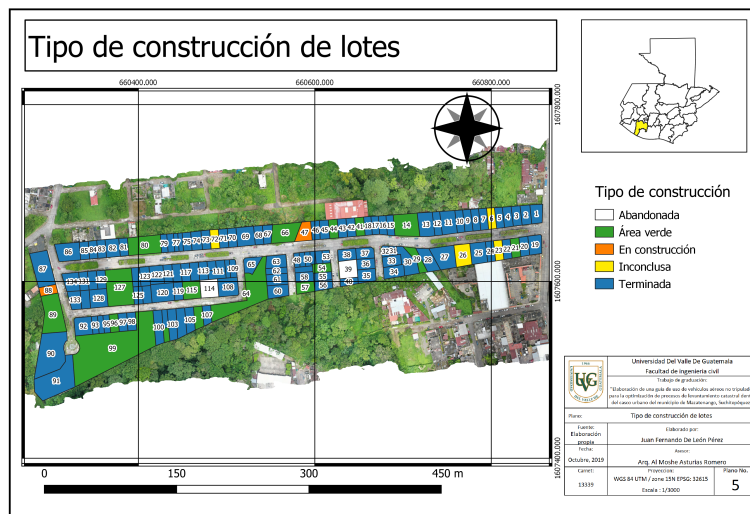


Figura 88: Tipo de construcción de lotes
Fuente: Elaboración propia

6.3.2. Material de construcción de lotes

En la mayoría de las construcciones de la Colonia El Relicario se determinó que el block es el material de construcción utilizado en un 100 %, no se encontró ningún otro material como: madera, adobe, ladrillo, etc. Es importante considerar el material del cual están construidas las casas debido a que con ello se puede calcular la valoración de cada una en el mercado y también se puede determinar la vulnerabilidad ante cualquier evento sísmico.

Material	Cantidad	Porcentaje
Block	117	87 %
Área verde	17	13 %
Total	134	100 %

Cuadro 7: Material de construcción
Fuente: Elaboración propia

La ortofoto fue de gran ayuda para determinar el material de construcción porque se corroboró la información obtenida en campo ya que se observó la terraza de cada lote y se determinó el material.



Figura 89: Material de construcción
Fuente: Elaboración propia

Con la información obtenida de la clasificación de material de construcción de lotes de la Colonia El Relicario se generó el plano número 6 que se presenta a continuación:

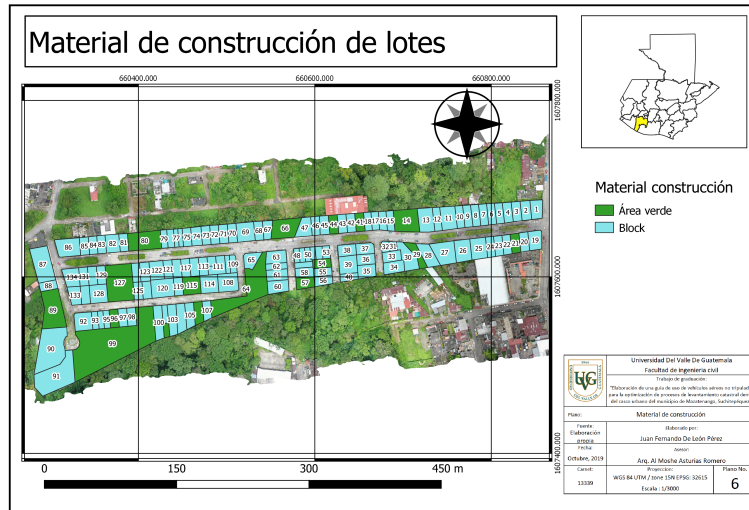


Figura 90: Plano de material de construcción

6.3.3. Estado de conservación de lotes

La conservación de las viviendas es un aspecto muy importante para el levantamiento debido a que con el paso del tiempo se han ido deteriorando poco a poco y sufren un desgaste tanto estructural como superficial, es por ello que la conservación de las mismas es importante para mantener su funcionamiento, seguridad y uso. Las viviendas de la Colonia El Relicario en su mayoría en un 47 % se encuentran en un estado de conservación bueno, un 28 % de las viviendas se encuentran en un estado de conservación regular, por otro lado, el 20 % de las viviendas tienen un estado de conservación muy bueno mientras el 5 % de estas su estado de conservación es considerado malo. Para determinar el estado de conservación fue necesario realizar observaciones tanto en campo como aéreas para determinar el estado de conservación y para ello fue necesario observar la fachada de cada vivienda en campo y hacer uso de la ortofoto para observar el estado interno de cada vivienda y clasificar el estado de conservación de cada lote, la siguiente tabla indica detalladamente el estado de conservación de todas las viviendas de la muestra.

Estado de conservación	Cantidad	Porcentaje
Muy bueno	23	17 %
Bueno	55	41 %
Regular	33	25 %
Malo	6	4 %
Área verde	17	13 %
Total	134	100 %

Cuadro 8: Estado de conservación

Fuente: Elaboración propia

Estado de conservación

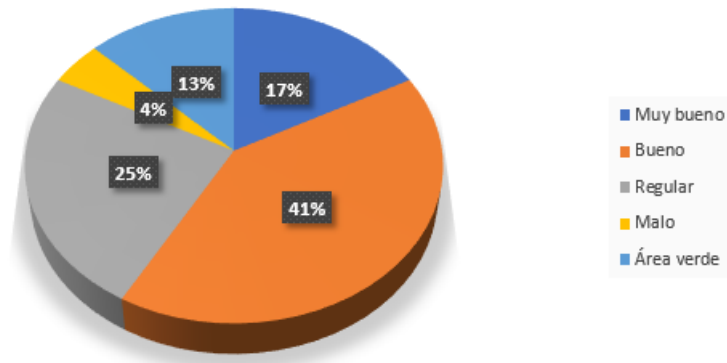


Figura 91: Estado de conservación
Fuente: Elaboración propia



Figura 92: Clasificación de estado de conservación
Fuente: Elaboración propia

Con la información obtenida de estado de conservación de lotes de la Colonia El Relicario se generó el plano número 7 que se presenta a continuación:

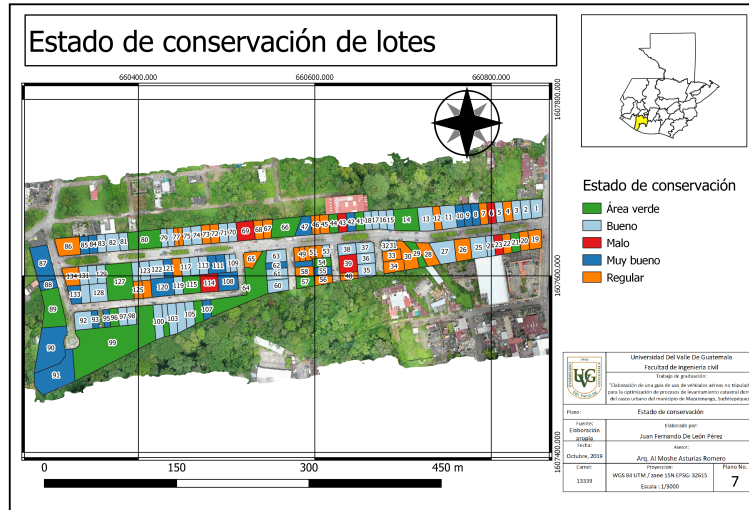


Figura 93: Plano de estado de conservación
Fuente: Elaboración propia

6.3.4. Número de pisos de lotes

El registro de la cantidad de pisos que tiene una vivienda es de suma importancia porque así se toma en cuenta el poder adquisitivo de los propietarios y así mismo se podría dar una valoración en el mercado. En este caso las construcciones que tienen mayor cobertura son las de 2 pisos con un 68 % de la cantidad total de la muestra, las viviendas de 1 nivel ocupan el 29 % de la cantidad total mientras que las construcciones que tienen 3 niveles ocupa el 3 % y existe únicamente una edificación con 4 pisos por lo que ocupa el 1 % de toda la muestra. El siguiente cuadro presenta las estadísticas del numero de pisos de cada vivienda en Colonia El Relicario.

Número de pisos	Cantidad	Porcentaje
1	34	25 %
2	79	59 %
3	3	2 %
4	1	1 %
Área verde	17	13 %
Total	134	100 %

Cuadro 9: Número de pisos
Fuente: Elaboración propia



Figura 94: Número de pisos
Fuente: Elaboración propia

Con la información del número de pisos de las viviendas de la Colonia El Relicario se generó el plano número 8 que se presenta a continuación:

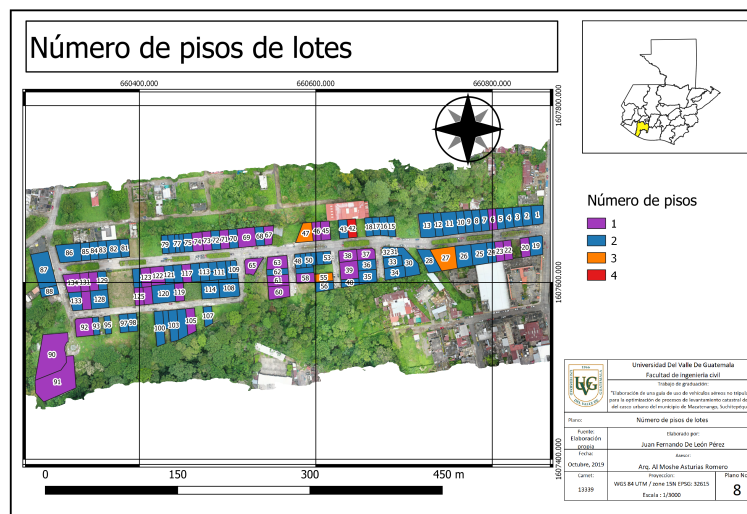


Figura 95: Plano de número de pisos de construcciones
Fuente: Elaboración propia

6.3.5. Actividades económicas

En la Colonia El Relicario se presenta variedad de actividades económicas debido a que esta tiene una ubicación céntrica por lo que el comercio se concentra en la calle principal. Según los datos obtenidos en campo se determinó que 30 lotes son de uso comercial, en donde se puede encontrar que la mayoría de las actividades económicas están enfocadas en clínicas médicas y salones de belleza. Las actividades económicas se detallan en el siguiente cuadro:

Actividades económicas	Cantidad	Porcentaje
Clínica	12	40 %
Salón de belleza	5	17 %
Oficinas	3	9 %
Locales	3	4 %
Gimnasio	1	2 %
Vivero	1	2 %
Car wash	2	1 %
Juzgado	1	1 %
Hospital	1	1 %
Empresa	1	1 %
Residencial	83	62 %
Área verde	17	13 %
Garaje	4	3 %
Total	134	100 %

Cuadro 10: Actividades económicas
Fuente: Elaboración propia



Figura 96: Distribución de actividades económicas
Fuente: Elaboración propia

Con la información obtenida en el levantamiento de actividades económicas de la Colonia El Relicario se generó el plano número 9 que se presenta a continuación:

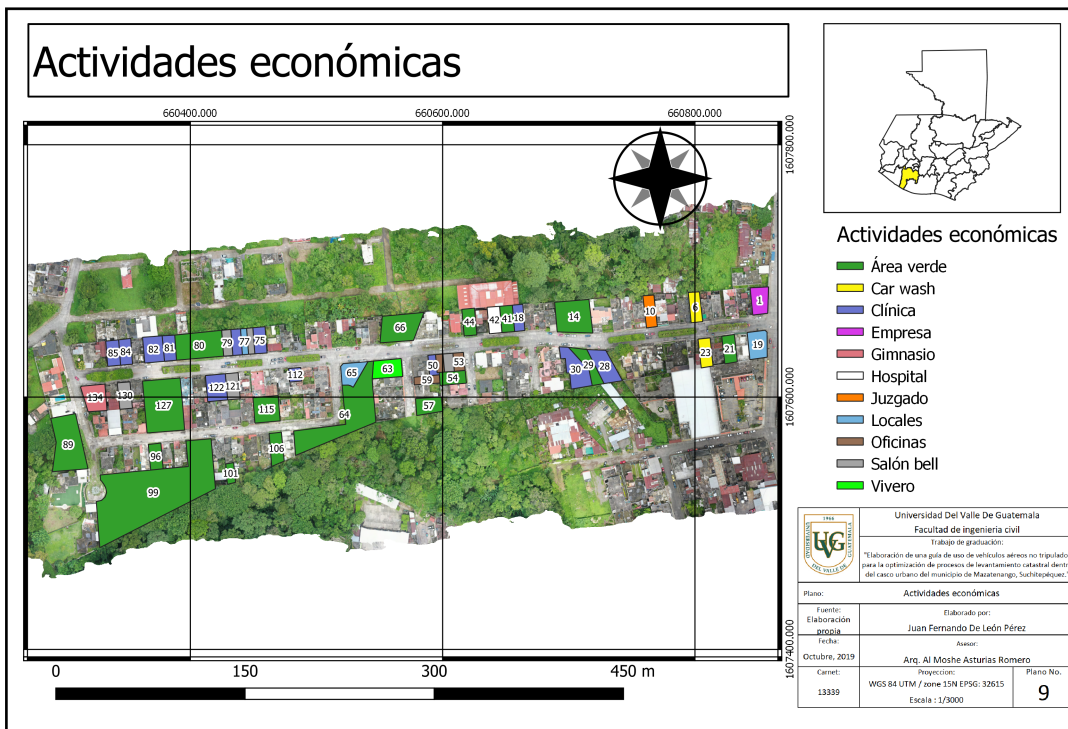


Figura 97: Plano de actividades económicas
Fuente: Elaboración propia

6.3.6. Servicios básicos

Para realizar el levantamiento de los servicios básicos de cada vivienda o construcción, se considero la ficha catastral aplicada en campo, tomando en cuenta que todos los lotes que se encuentran en la muestra poseen servicios básicos como luz y agua, sin embargo no todos los lotes cuentan con estos servicios debido a que algunos de ellos se encuentran abandonados y otras son áreas, por tal motivo se realizó el cuadro y gráfica estadística agrupando los lotes que sí cuentan con servicios básicos y los que no cuentan con estos.

Servicios básicos	Cantidad	Porcentaje
Sí	115	86 %
No	19	14 %
Total	134	100 %

Cuadro 11: Servicios básicos
Fuente: Elaboración propia



Figura 98: Servicios básicos
Fuente: Elaboración propia

Con la información obtenida en el levantamiento de servicios básicos de los lotes de la Colonia El Relicario se generó el plano número 10 que se presenta a continuación:

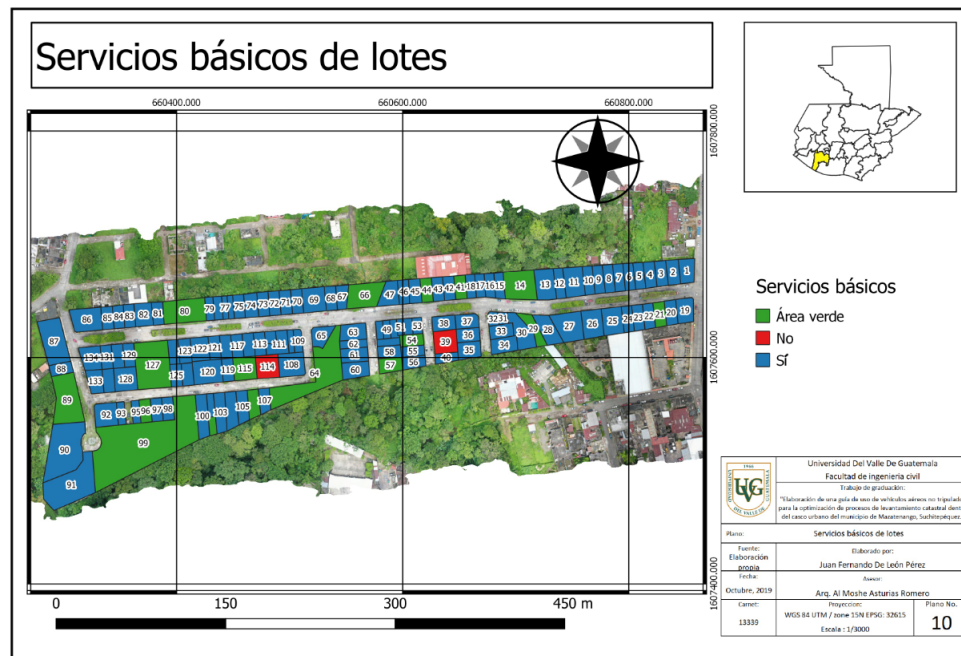


Figura 99: Plano de información sobre servicios básicos
Fuente: Elaboración propia

6.4. Discusión de resultados

El objetivo de este trabajo es optimizar el proceso de levantamiento catastral dentro del casco urbano del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez, mediante una guía de uso de vehículos aéreos no tripulados, se debe mencionar que existen mecanismos adecuados utilizados para actualización de predios del sistema catastral urbano por lo que es necesario hacer uso de sistemas de información geográfica para poder generar este tipo de información y

darle seguimiento a un catastro actualizado, para ello el uso de vehículos aéreos no tripulados y aplicar fotogrametría fue necesario para obtener resultados mas precisos, de mejor calidad y en menor tiempo.

El tipo de metodología aplicada para el levantamiento de información catastral fue gráfica y alfanumérica, por lo que esto permite tener información más certera de cada uno de los lotes de la muestra teniendo en cuenta que se tiene una visión amplia de los 134 lotes de la Colonia El Relicario, gracias a la ortofoto generada mediante las fotografías obtenidas por el dron, la cual fue de gran ayuda para obtener el vuelo fotogramétrico aplicado al catastro, aunque se debe mencionar que no fue utilizado para realizar el levantamiento de campo para la información de los predios. Para garantizar la calidad y precisión de la ortofoto fue necesario implementar 5 puntos de control, los cuales tuvieron un tiempo de medición de 10 minutos por 4 puntos de control móviles y 15 minutos para el punto de control base y eso ayudo al ajuste de las imágenes y obtener una mejor georreferenciación de la ortofoto, en este caso se obtuvo un error de 0.006476 metros lo que indica que la corrección de imágenes fue bastante precisa.

Al momento de obtener las imágenes corregidas utilizando el sistema de coordenadas WGS 84 UTM zone 15N , se procedió a crear la nube de puntos densa en donde se observo un problema debido al tiempo de procesamiento de imágenes la cual puede tardar horas y esto se debe a que el ordenador necesita de mayor capacidad de hardware para emplear un trabajo de alta calidad, en este caso se realizaron trabajos en calidad baja para evitar el tiempo y el cierre inesperado del programa de procesamiento agisoft photoscan profesional y obtener una ortofoto de buena calidad para realizar el levantamiento gráfico y alfanúmero requerido, cumpliendo con el objetivo de realizar mapeo y levantamiento en 2D y 3D para el análisis de uso de suelo.

Para proceder con el levantamiento de información catastral en la etapa de campo fue necesario realizar un recorrido tomando en cuenta los aspectos gráficos como: identificar lotes, clasificar usos, tipos de construcción, material de construcción, estado de conservación, número de pisos, actividades económicas y servicios básicos, basándose en la ficha de investigación de campo de la dirección de catastro y realizar un listado de aspectos de información alfanumérica ingresada en la etapa de gabinete para generar planos temáticos demostrando los resultados obtenidos de forma grafica y así cumplir con el objetivo de definir procesos de levantamiento catastral urbano.

Mediante la información generada para el levantamiento catastral urbano utilizando vehículos aéreos no tripulados, se puede decir que no se cumplió con el objetivo de identificar construcciones no declaradas en la documentación predial para el catastro en el área de estudio y esto se debe a que no se contó con información suficiente como planos registrados de construcciones de cada vivienda dentro de la muestra ya que la municipalidad de Mazatenango se limitó únicamente a brindar el plano de urbanización de la Colonia El Relicario sin mayor información de construcciones.

Para cumplir con este objetivo es necesario obtener información del registro de la propiedad y del registro de información catastral, para darle seguimiento al mantenimiento de información brindada por los propietarios de los predios y verificar si existieron cambios en la estructura de estos y así corroborar la información que se encuentra en la documentación predial con la obtenida en campo. Obteniendo toda la información generada para el levantamiento catastral, se llegó a conocer los tipos de catastros que existen como: catastro urbano y catastro rural. Para este caso se aplicó el catastro urbano debido a que la muestra posee varios predios de usos múltiples como residenciales, comerciales, etc. Es muy importante realizar levantamientos para catastro porque se mantiene un inventario de cada bien inmueble sobre propietarios, descripciones físicas, económicas y jurídicas. Para el caso de las municipalidades es importante mantener un catastro actualizado debido al cobro del impuesto sobre los inmuebles mediante una correcta valuación de la propiedad.

- El catastro es una herramienta muy importante para el ordenamiento de impuestos mediante un registro gráfico y característico de bienes inmuebles, es por ello que en el presente estudio se conocieron los tipos de catastro urbano y catastro rural, por lo que en este caso se aplicó el catastro urbano debido a que el área de estudio se encuentra dentro del casco urbano del municipio.
- Los procesos para realizar un levantamiento catastral urbano fueron definidos dentro de las etapas de pre-gabinete, campo y gabinete. Las cuales constaron en recolectar información de datos físicos y descriptivos de las propiedades tomando como base la ficha de investigación de campo de la dirección de catastro municipal.
- En el presente estudio se realizó mapeo y levantamiento en 2D y 3D para generar una orto foto utilizando vehículos aéreos no tripulados y software de procesamiento de imágenes para el análisis de uso de suelo mediante planos temáticos generados por medio del software Qgis.
- Identificar construcciones no declaradas es necesario para la intervención oportuna del departamento de catastro municipal, sin embargo para esta investigación no se ubicaron por ausencia de información emanada por la Municipalidad de Mazatenango.

Recomendaciones

- Los levantamientos catastrales deben realizarse con frecuencia para mantener actualizados los registros de la propiedad y cobrar de manera correcta el impuesto sobre el inmueble, temiendo bases actualizadas se fortalecerá el ordenamiento en la Municipalidad.
- El registro de información catastral debe contener y proveer información de los inmuebles con la finalidad que el levantamiento catastral urbano sea eficiente.
- Es necesario identificar los predios no declarados en la documentación catastral, darle seguimiento e iniciar proceso verificación y prever así el ordenamiento territorial en el Municipio.
- De acuerdo al proceso de observación la Municipalidad debe proveer personal encargado del levantamiento de catastro y al equipo técnico en la etapa de campo, seguridad adecuada para resguardarlos en el proceso velando porque todo protocolo sea confiable.
- La notificación a los habitantes del área de estudio acerca de las operaciones a realizar son elementales y totalmente necesarias así se evita molestias durante el levantamiento en la etapa de campo.
- Es recomendable que el ingeniero o personal encargado del levantamiento considere tener un espacio amplio sin obstáculos para el despegue y aterrizaje del vehículo aéreo no tripulado y que a la vez este vehículo aéreo y los receptores geodésicos estén calibrados para obtener una mejor precisión en los resultados obtenidos, habiendo considerado previamente el plan de vuelo.
- Lo ideal en los procesos de levantamiento catastral es el uso de un ordenador de gama alta para procesar imágenes en alta calidad y obtener resultados más precisos durante la etapa de gabinete y en menor tiempo, estableciendo que el proceso es eficiente y eficaz.

- [1] “Ley del registro de información catastral”, *Decreto 41*, 2005.
- [2] J. McCorman, *Topografía*. México: Limusa, S.A., 2013.
- [3] I. Geográfico, *Geodesia*. Madrid, España, 2017.
- [4] P. Wolf y C. Ghilani, *Topografía*. México: Alfaomega S.A., 2016.
- [5] DJI, *Manual de usuario DJI Mavic 2 Pro-Zoom v1.0*. 2018.
- [6] B. Raymond, *Técnicas Modernas en Topografía*. México: Alfaomega S.A., 1994.
- [7] J. Herreros, *Los drones y sus aplicaciones en la ingeniería civil. Madrid*. Madrid, España: Graficas Arias Montano, S.A., 2015.
- [8] N. Navarro y O. Ramírez, *Monografía de Mazatenango*. Mazatenango, Guatemala: Copycenter Katherin, 2019.

10.1. Informe de procesamiento de imágenes

**Informe Mapeo Colonia El Relicario,
Mazatenango**
Informe de procesamiento
02 octubre 2019



Figura 100: Informe de mapeo colonia El Relicario

Datos del levantamiento

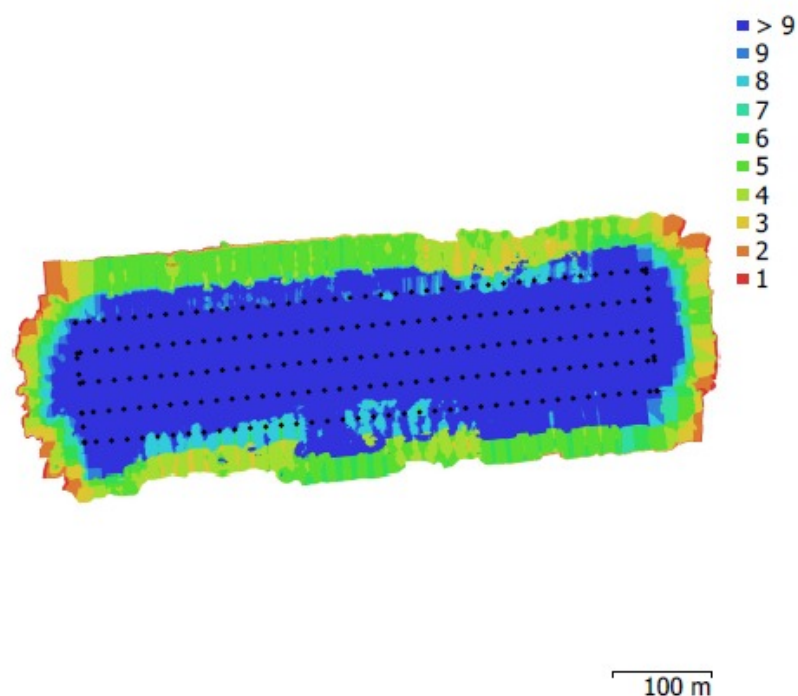


Fig. 1. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes: 207	Posiciones de cámara: 207
Altitud media de vuelo: 104 m	Puntos de enlace: 150,831
Resolución en terreno: 2.18 cm/pix	Proyecciones: 649,422
Superficie cubierta: 0.167 km ²	Error de reproyección: 0.473 pix

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
L1D-20c (10.26 mm)	5472 x 3648	10.26 mm	2.41 x 2.41 micras	No

Tabla 1. Cámaras.

Figura 101: Datos de levantamiento

Calibración de cámara

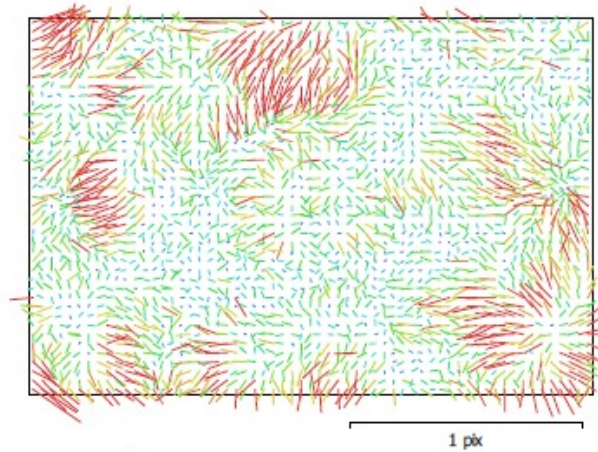


Fig. 2. Gráfico de residuos para L1D-20c (10.26 mm).

L1D-20c (10.26 mm)

207 imágenes

Tipo **Cuadro** Resolución **5472 x 3648** Distancia focal **10.26 mm** Tamaño de píxel **2.41 x 2.41 micras**

	Valor	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	K4	P1	P2	P3	P4
F	4268.98	1	1.00	-0.22	-0.07	0.08	-0.10	0.02	0.06	-0.00	-0.08	0.01	-0.11	0.05	-0.08
Cx	26.1112	0.14		1.00	-0.04	-0.01	0.02	0.03	0.01	-0.02	0.04	0.95	-0.13	-0.11	0.05
Cy	14.4998	0.15			1.00	-0.04	0.03	-0.02	-0.00	0.00	0.00	-0.07	0.18	0.06	-0.01
B1	9.25991	0.23				1.00	-0.04	0.45	0.03	-0.01	-0.02	0.00	-0.06	0.03	-0.03
B2	-4.31449	0.14					1.00	-0.05	-0.01	0.00	0.01	0.00	-0.02	-0.04	0.04
K1	-0.00306947	7.7e-05						1.00	-0.62	0.60	-0.58	-0.02	-0.04	0.04	-0.03
K2	0.0161467	0.00031							1.00	-0.99	0.95	0.03	-0.02	-0.02	0.02
K3	0.0019863	0.00079								1.00	-0.99	-0.03	0.02	0.03	-0.04
K4	-0.0302192	0.00069									1.00	0.03	-0.02	-0.05	0.05
P1	0.000501514	7.8e-06										1.00	-0.28	-0.22	0.15
P2	-0.00136552	3.2e-06											1.00	0.89	-0.80
P3	1.61714	0.013												1.00	-0.97
P4	-1.63965	0.017													1.00

Tabla 2. Coeficientes de calibración y matriz de correlación.

Figura 102: Calibración de cámara

Puntos de control terrestres



- Puntos de apoyo † Puntos de control de calidad

Fig. 3. Posiciones de puntos de apoyo y estimaciones de errores. El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY. Posiciones estimadas de puntos de apoyo se indican con los puntos negros, puntos de control - con cruzamiento.

Número	Error X (mm)	Error Y (mm)	Error Z (mm)	Error XY (mm)	Total (mm)
5	4.76147	4.33277	0.651244	6.43775	6.4706

Tabla 3. ECM de puntos de apoyo.
X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

Figura 103: Puntos de control terrestres

Nombre	Error X (mm)	Error Y (mm)	Error Z (mm)	Total (mm)	Imagen (pix)
Punto 1	8.11799	-5.83371	-1.0494	10.0516	0.220 (22)
Punto 2	-0.219428	-0.139161	0.677862	0.725956	0.152 (19)
Punto 3	-1.0433	-1.6114	0.691032	2.04025	0.296 (21)
Punto 4	-0.0539374	-0.0765321	-0.166079	0.190653	0.248 (15)
Punto Base	-6.80565	7.56377	-0.233987	10.1775	0.262 (20)
Total	4.76147	4.33277	0.651244	6.4706	0.241

Tabla 4. Puntos de apoyo.
X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

Figura 104: Puntos de control terrestres

Modelo digital de elevaciones

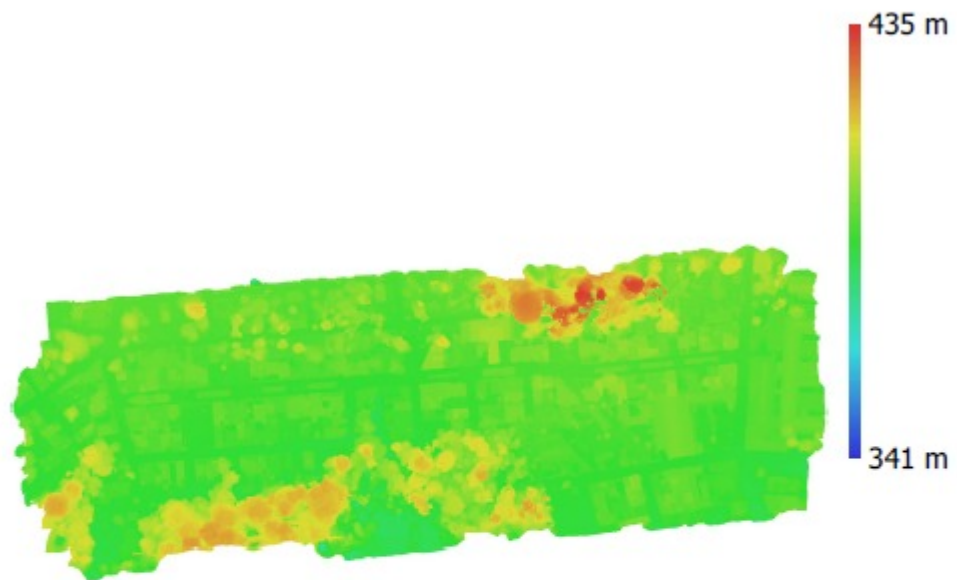


Fig. 4. Modelo digital de elevaciones.

Resolución: 17.4 cm/pix
Densidad de puntos: 32.9 puntos/m²

Figura 105: Datos de levantamiento

10.2. Ficha de información en campo

 UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL			
Datos generales del predio					
Identificación:		Área:		Perímetro:	
Dirección de predio	Zona	Calle	Colonia o Residencial		
Información de predio					
Clasificación de uso					
Residencial	Comercial	Garaje	Área verde	Otro	
Tipo de construcción					
Terminada	Inconclusa	En construcción	Abandonada	Área verde	
Material de construcción					
Block	Ladrillo	Madera	Adobe	Lamina	Otros
Número de pisos o niveles					
1	2	3	4	5	Área verde
Actividades económicas					
Clinica		Gimnasio		Juzgado	
Salón de belleza		Vivero		Hospital	
Locales		Car wash		Empresa	
Otros					
Servicios Básicos					
Si		No		Área verde	
Estado de conservación					
Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Área verde	
Observaciones		Croquis			

Figura 106: Ficha de información en campo

Datos del técnico catastral			
Nombre		Firma	
Datos del supervisor			
Nombre		Firma	
Fecha de levantamiento:		Hora:	

Figura 107: Ficha de información en campo



 UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIML			
Datos generales del predio					
Identificación:	42	Área:	208.85m ²	Perimetro:	61.96m
Dirección de predio	Zona	Calle	Colonia o Residencial		
	2	1er Calle	Colonia El Relicario		
Información de predio					
Clasificación de uso					
Residencial	Comercial	Garaje	Área verde	Otro	
	X				
Tipo de construcción					
Terminada	Inconclusa	En construcción	Abandonada	Área verde	
X					
Material de construcción					
Block	Ladrillo	Madera	Adobe	Lamina	Otros
X					
Número de pisos o niveles					
1	2	3	4	5	Área verde
			X		
Actividades económicas					
Clínica		Gimnasio		Juzgado	
Salón de belleza		Vivero		Hospital	X
Locales		Car wash		Empresa	
Otros					
Servicios Básicos					
Si	X	No		Área verde	
Estado de conservación					
Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Área verde	
X					
Observaciones			Croquis		
Hospital Sagrado Constan de Jesús, Maná con árboles					

Figura 108: Ejemplo de ficha de información en campo lote no. 42



Datos del técnico catastral			
Nombre		Firma	
Juan Fernando De León P.			
Datos del supervisor			
Nombre		Firma	
José Luis Tumar			
Fecha de levantamiento:	25/09/19	Hora:	10:30 a.m.

Figura 109: Ejemplo de ficha de información en campo no. 42



 UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CML			
Datos generales del predio					
Identificación:	47	Área:	324.8km ²	Perímetro:	7546m
Dirección de predio	Zona	Calle	Colonia o Residencial		
	2	1ra Calle	Colonia El Relicario		
Información de predio					
Clasificación de uso					
Residencial	Comercial	Garaje	Área verde	Otro	
X					
Tipo de construcción					
Terminada	Inconclusa	En construcción	Abandonada	Área verde	
		X			
Material de construcción					
Block	Ladrillo	Madera	Adobe	Lamina	Otros
X					
Número de pisos o niveles					
1	2	3	4	5	Área verde
		X			
Actividades económicas					
Clínica		Gimnasio		Juzgado	
Salón de belleza		Vivero		Hospital	
Locales		Car wash		Empresa	
Otros					
Servicios Básicos					
Si	X	No		Área verde	
Estado de conservación					
Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Área verde	
X					
Observaciones			Croquis		
<p>Se observó que la fase en construcción se encuentra en acabados finales y no se encuentra habilitado.</p>					

Figura 110: Ejemplo de ficha de información en campo no. 47

Datos del técnico catastral			
Nombre		Firma	
Juan Fernando De León P.			
Datos del supervisor			
Nombre		Firma	
Jose Luis Tumar			
Fecha de levantamiento:	25/09/19	Hora:	9:52 a.m.

Figura 111: Ejemplo de ficha de información en campo no. 47



 UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CML			
Datos generales del predio					
Identificación:	72	Área:	210.11 m ²	Perímetro:	62.70 m
Dirección de predio	Zona	Calle	Colonia o Residencial		
	2	1ra Calle	Colonia El Pelicario		
Información de predio					
Clasificación de uso					
Residencial	Comercial	Garaje	Área verde	Otro	
<input checked="" type="checkbox"/>					
Tipo de construcción					
Terminada	Inconclusa	En construcción	Abandonada	Área verde	
	<input checked="" type="checkbox"/>				
Material de construcción					
Block	Ladrillo	Madera	Adobe	Lamina	Otros
<input checked="" type="checkbox"/>					
Número de pisos o niveles					
1	2	3	4	5	Área verde
	<input checked="" type="checkbox"/>				
Actividades económicas					
Clínica		Gimnasio		Juzgado	
Salón de belleza		Vivero		Hospital	
Locales		Car wash		Empresa	
Otros					
Servicios Básicos					
Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No		Área verde	
Estado de conservación					
Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Área verde	
		<input checked="" type="checkbox"/>			
Observaciones			Croquis		
Se observa que el segundo nivel posee un tipo de construcción inusual y se encuentra ya hecho el primer nivel.					

Figura 112: Ejemplo de ficha de información en campo no. 72

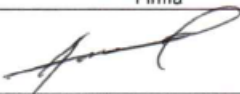
Datos del técnico catastral			
Nombre		Firma	
Juan Fernando De León P.			
Datos del supervisor			
Nombre		Firma	
Jose Luis Tunax			
Fecha de levantamiento:	25/09/19	Hora:	10:11 a.m.

Figura 113: Ejemplo de ficha de información en campo no. 72

 UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CML			
Datos generales del predio					
Identificación:	87	Área:	799.23m ²	Perímetro:	120 m
Dirección de predio	Zona	Calle	Colonia o Residencial		
	2	Calle	Colonia El Pelicario		
Información de predio					
Clasificación de uso					
Residencial	Comercial	Garaje	Área verde	Otro	
<input checked="" type="checkbox"/>					
Tipo de construcción					
Terminada	Inconclusa	En construcción	Abandonada	Área verde	
<input checked="" type="checkbox"/>					
Material de construcción					
Block	Ladrillo	Madera	Adobe	Lamina	Otros
<input checked="" type="checkbox"/>					
Número de pisos o niveles					
1	2	3	4	5	Área verde
	<input checked="" type="checkbox"/>				
Actividades económicas					
Clínica		Gimnasio		Juzgado	
Salón de belleza		Vivero		Hospital	
Locales		Car wash		Empresa	
Otros					
Servicios Básicos					
Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No		Área verde	
Estado de conservación					
Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Área verde	
<input checked="" type="checkbox"/>					
Observaciones			Croquis		
Fachada color blanco Pavimentos cuantos y vegetación en el frente del lote Cuenta con piscina					

Figura 114: Ejemplo de ficha de información en campo no. 87


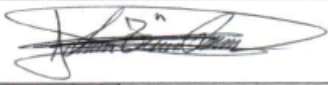
Datos del técnico catastral			
Nombre		Firma	
Juan Fernando Delcón P.			
Datos del supervisor			
Nombre		Firma	
Jose Luis Tumar			
Fecha de levantamiento:	25/09/19	Hora:	11:15 a.m.

Figura 115: Ejemplo de ficha de información en campo no. 87

 UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL			
Datos generales del predio					
Identificación:	114	Área:	407.82m ²	Perímetro:	80.86m
Dirección de predio	Zona	Calle	Colonia o Residencial		
	2	2da Calle	Colonia El Relicario		
Información de predio					
Clasificación de uso					
Residencial	Comercial	Garaje	Área verde	Otro	
<input checked="" type="checkbox"/>					
Tipo de construcción					
Terminada	Inconclusa	En construcción	Abandonada	Área verde	
			<input checked="" type="checkbox"/>		
Material de construcción					
Block	Ladrillo	Madera	Adobe	Lamina	Otros
<input checked="" type="checkbox"/>					
Número de pisos o niveles					
1	2	3	4	5	Área verde
	<input checked="" type="checkbox"/>				
Actividades económicas					
Clínica		Gimnasio		Juzgado	
Salón de belleza		Vivero		Hospital	
Locales		Car wash		Empresa	
Otros					
Servicios Básicos					
Si		No	<input checked="" type="checkbox"/>	Área verde	
Estado de conservación					
Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Área verde	
			<input checked="" type="checkbox"/>		
Observaciones			Croquis		
Lote se encuentra en total abandono no cuenta con techo y el acceso a la vivienda se encuentra bloqueado por vegetación					

Figura 116: Ejemplo de ficha de información en campo no. 114

Datos del técnico catastral			
Nombre		Firma	
Juan Fernando De León P.			
Datos del supervisor			
Nombre		Firma	
Jose Luis Tumar			
Fecha de levantamiento:	25/09/19	Hora:	10:49 a.m.

Figura 117: Ejemplo de ficha de información en campo no. 114

10.3. Guía de uso de vehículos aéreos no tripulados para levantamiento catastral



Figura 118: Guía de uso parte 1



GUÍA DE USO DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS PARA LEVANTAMIENTO CATASTRAL

UVG UNIVERSIDAD
DEL VALLE
DE GUATEMALA



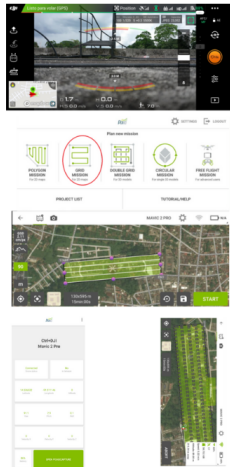
METODOLOGÍA DIRECTA

Programación y toma de datos de receptores geodésicos base y rover.

- Primer paso: Calibrar y nivelar receptores.
- Segundo paso: Medir alturas desde el suelo a base de soporte de la antena.
- Tercer paso: Encender receptores y enlazarlos a la aplicación móvil Trimble DL.
- Cuarto paso: Tomar datos de receptor base y móvil por un tiempo de 15 minutos por cada punto de control.
- Quinto paso: Cerrar levantamiento y enviar la información por correo electrónico.

ETAPA DE CAMPO

- Metodología directa.
- Metodología Indirecta.



METODOLOGÍA INDIRECTA

Generación de fotografías aéreas mediante vehículo aéreo no tripulado.

- Primer paso: Calibrar los sensores del dron por medio de la app DJI go 4.
- Segundo paso: Realizar un vuelo de reconocimiento.
- Tercer paso: Programar plano de vuelo y definir parametros por medio de la app Pix4D.
- Cuarto paso: Iniciar plano de vuelo por medio de la app de verificación de Ctrl+DJI.
- Quinto paso: Aterrizar el dron a su punto de origen.

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

Figura 119: Guía de uso parte 2



GUÍA DE USO DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS PARA LEVANTAMIENTO CATASTRAL

UVG UNIVERSIDAD
DEL VALLE
DE GUATEMALA



ETAPA DE GABINETE

- Extracción de datos y fotografías de receptores y dron.
- Post proceso de puntos de control.
- Proceso de generación de ortofoto.
- Levantamiento utilizando ortofoto.
- Generación de planos tematicos.

ETAPA DE GABINETE

Extracción de datos y fotografías de receptores y dron.

- Extraer fotografías por medio de una micro SD en ingresarlas al ordenador.
- Enviar los datos de los receptores a un correo electrónico para descargarlos con el ordenador.



ETAPA DE GABINETE

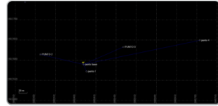
Post proceso de puntos de control.

Proceso que convierte los datos de los receptores a coordenadas de la región.

Para ello se debe de seguir estos pasos:

- Abrir trimble bussines center (licencia necesaria).
- Definir sistema de coordenadas WGS84 UTM zone15N (EPSG: 62615).
- Seleccionar opción de procesar lineas base.
- Generar informe de lista de puntos.
- Exportar informe como archivo .csv.

Para mayor información consultar el manual basico de trimble bussines center.



ID	Lat	Long	Altura	Estacion	Orden de
1	16.000000	-87.000000	1600	1	1
2	16.000000	-87.000000	1600	2	2
3	16.000000	-87.000000	1600	3	3
4	16.000000	-87.000000	1600	4	4
5	16.000000	-87.000000	1600	5	5



ETAPA DE GABINETE

Proceso de generación de ortofoto.

- Abrir el software Agisoft Photoscan Professional.
- Seleccionar la opción de flujo de trabajo y añadir fotografías.
- Seleccionar sistema de coordenadas WGS 84 UTM zone 15N.
- Seleccionar opción de referencia e importar el archivo .csv de lista de puntos.
- Seleccionar la opción de flujo de trabajo y orientar fotos.
- Corregir cada fotografía.
- Seleccionar la opción de flujo de trabajo y orientar fotos.



PhotoScan

3D Modeling and Mapping



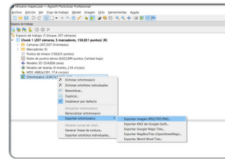
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

Figura 120: Guía de uso parte 3



GUÍA DE USO DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS PARA LEVANTAMIENTO CATASTRAL

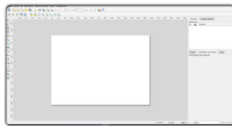
UVG UNIVERSIDAD
DEL VALLE
DE GUATEMALA



ETAPA DE GABINETE

Levantamiento utilizando ortofoto.

- Abrir el software Qgis.
- Configurar el sistema de referencia de coordenadas a WGS 84 UTM zone 15N.
- Insertar archivo de ortofoto .TIFF.
- Seleccionar opción de crear capa y nueva capa de archivo shape.
- Configurar capa.
- Seleccionar tipo de geometría polígono.
- Crear campos en base a ficha técnica aplicada en campo.
- Dibujar polígonos sobre los lotes observados en la ortofoto.
- Ingresar datos en la clasificación de levantamiento de la tabla de atributos.
- Seleccionar propiedades del proyecto y categorizar cada campo para generar planos temáticos.
- Utilizar excel para crear tablas y gráficos de cada campo generado.



ETAPA DE GABINETE

Proceso de generación de ortofoto.

- Seleccionar opción de flujo de trabajo y crear nube de puntos densa.
- Seleccionar opción de flujo de trabajo y crear malla.
- Seleccionar opción de flujo de trabajo y crear textura.
- Seleccionar opción de flujo de trabajo y crear modelo digital de elevaciones.
- Seleccionar opción de flujo de trabajo y crear modelo de teselas.
- Seleccionar opción de flujo de trabajo y crear ortomosaico.
- Exportar ortomosaico en formato de imagen JPEG/TIFF/PNG.

Para mayor información consultar el manual de agisoft photoscan.



ETAPA DE GABINETE

Generación de planos temáticos

- Seleccionar la opción de administrador de composiciones.
- Abrir ventana de diseño de impresión.
- Diseñar plantilla para plano y guardarla.
- Realizar un plano por cada campo categorizado.
- Imprimir como pdf.

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

Figura 121: Guía de uso parte 4

10.4. Planos

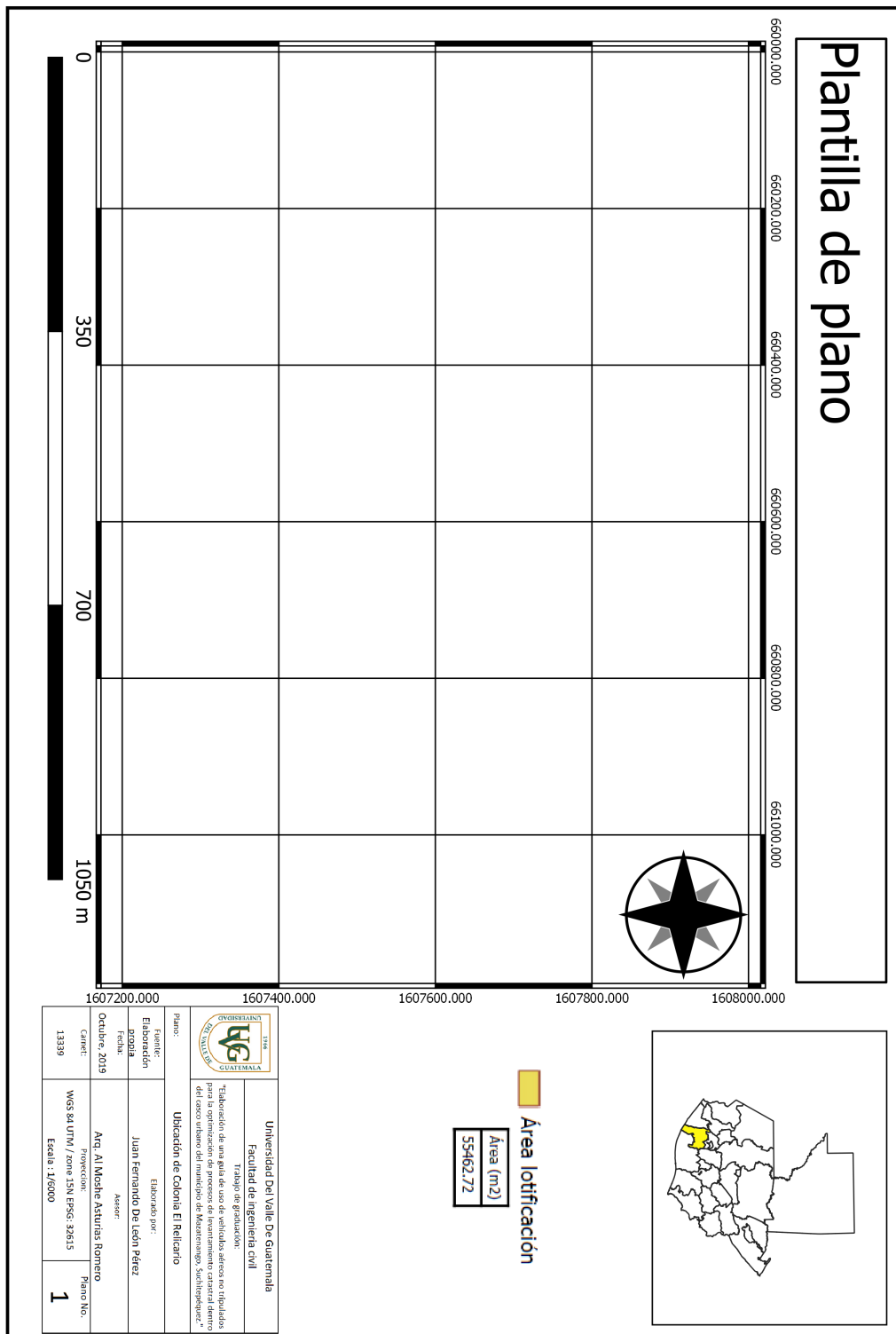


Figura 122: Plantilla de plano

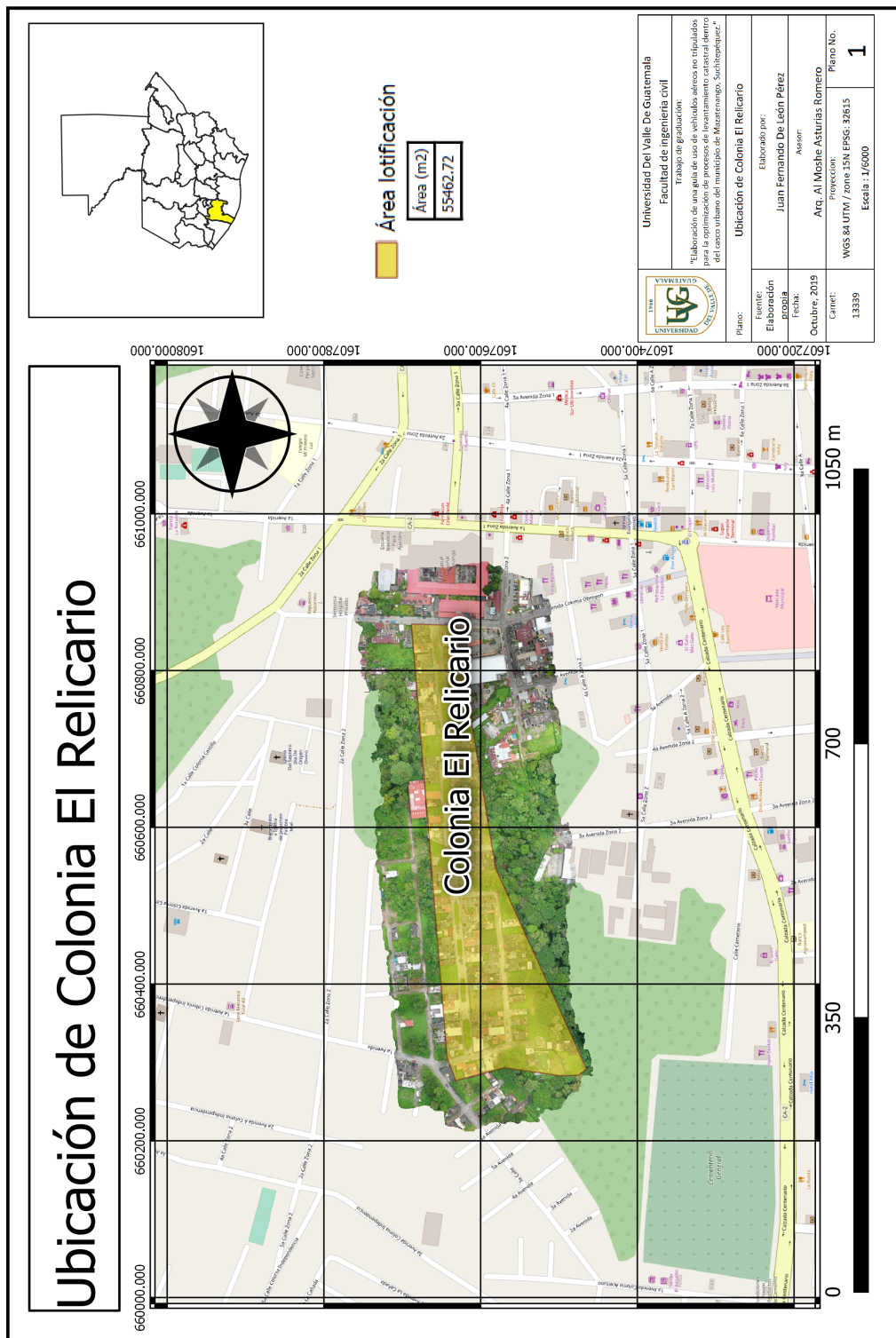


Figura 123: Mapa de ubicación de Colonia El Relicario

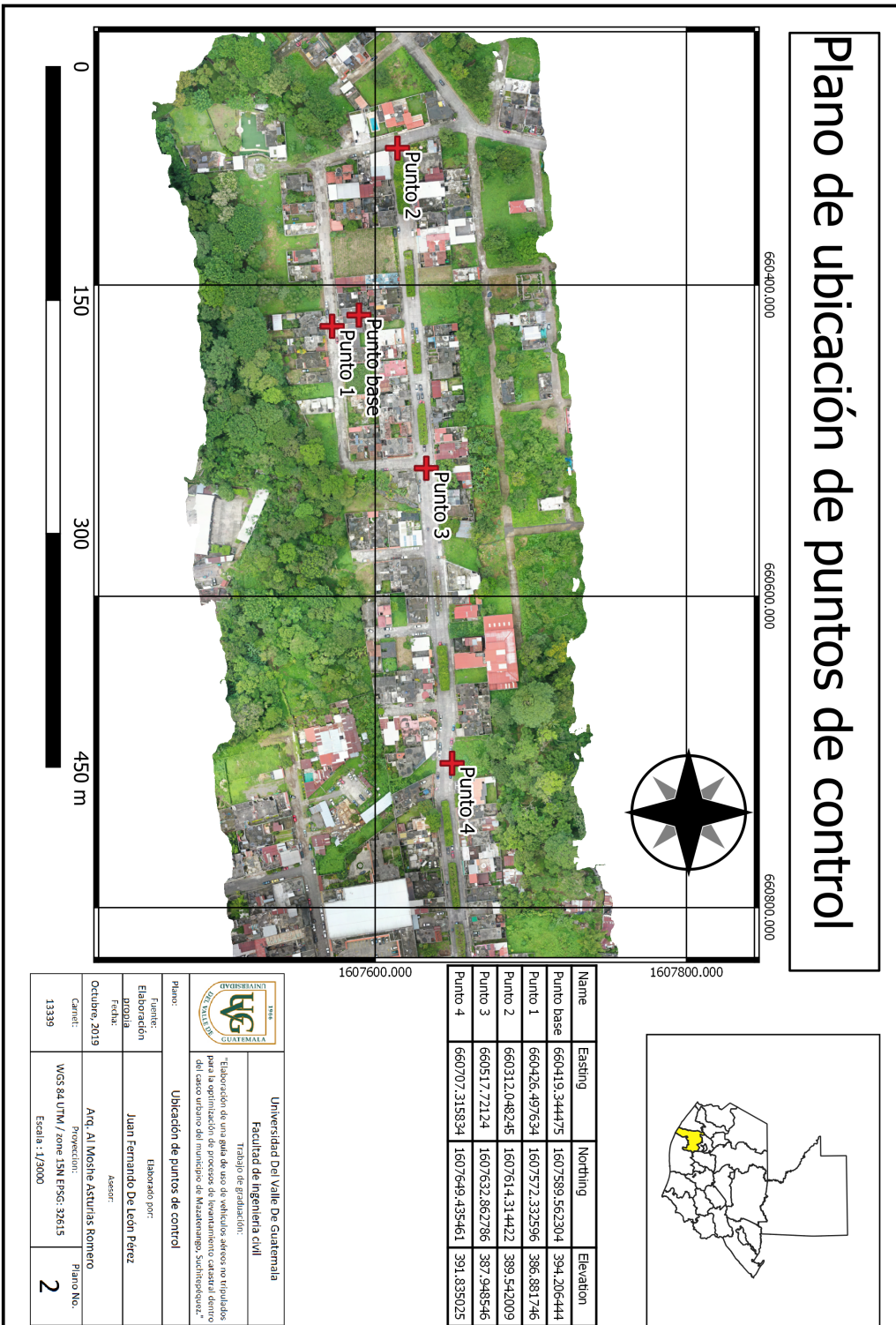


Figura 124: Plano de ubicación de puntos de control

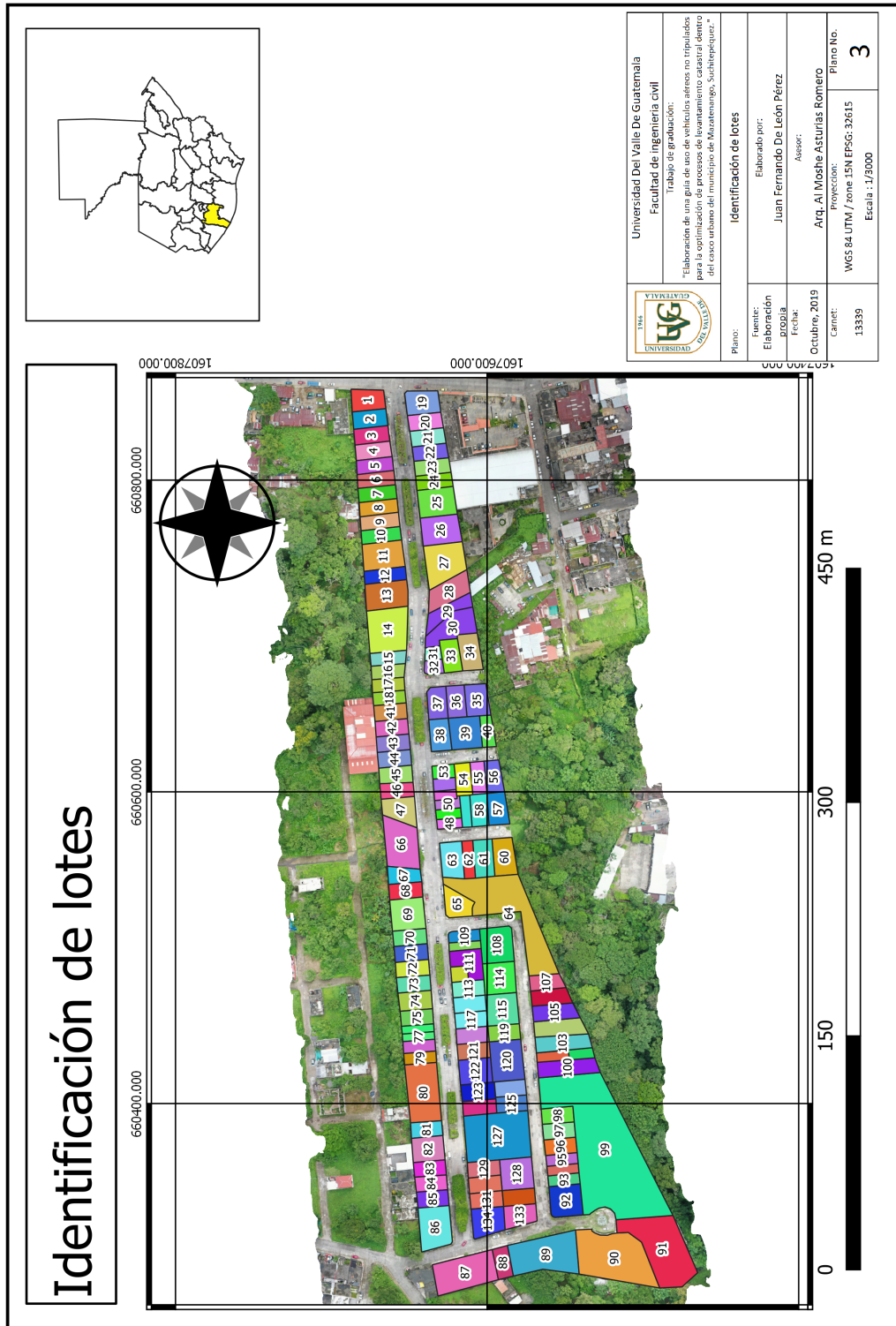


Figura 125: Plano de identificación de lotes

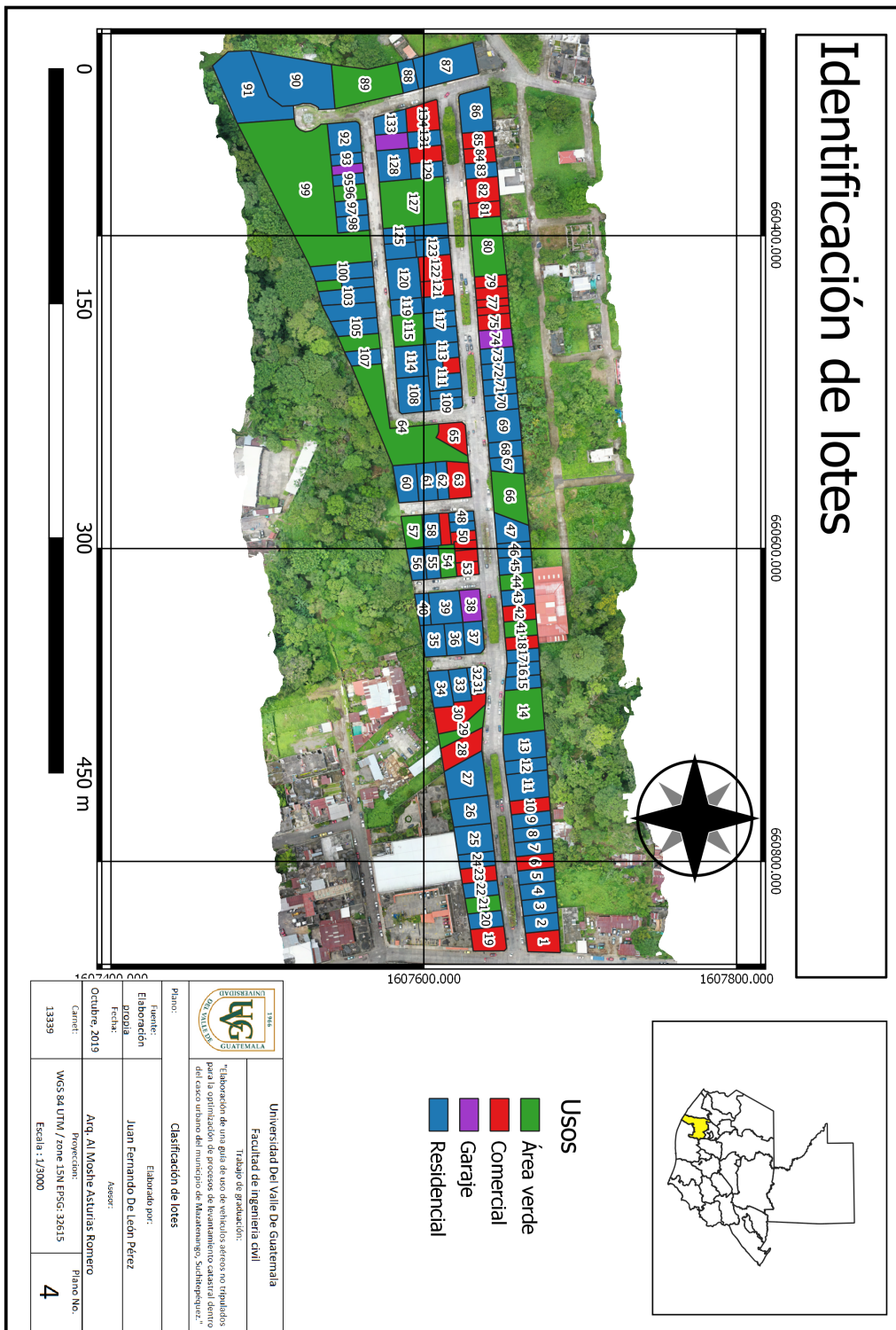


Figura 126: Plano de clasificación de lotes

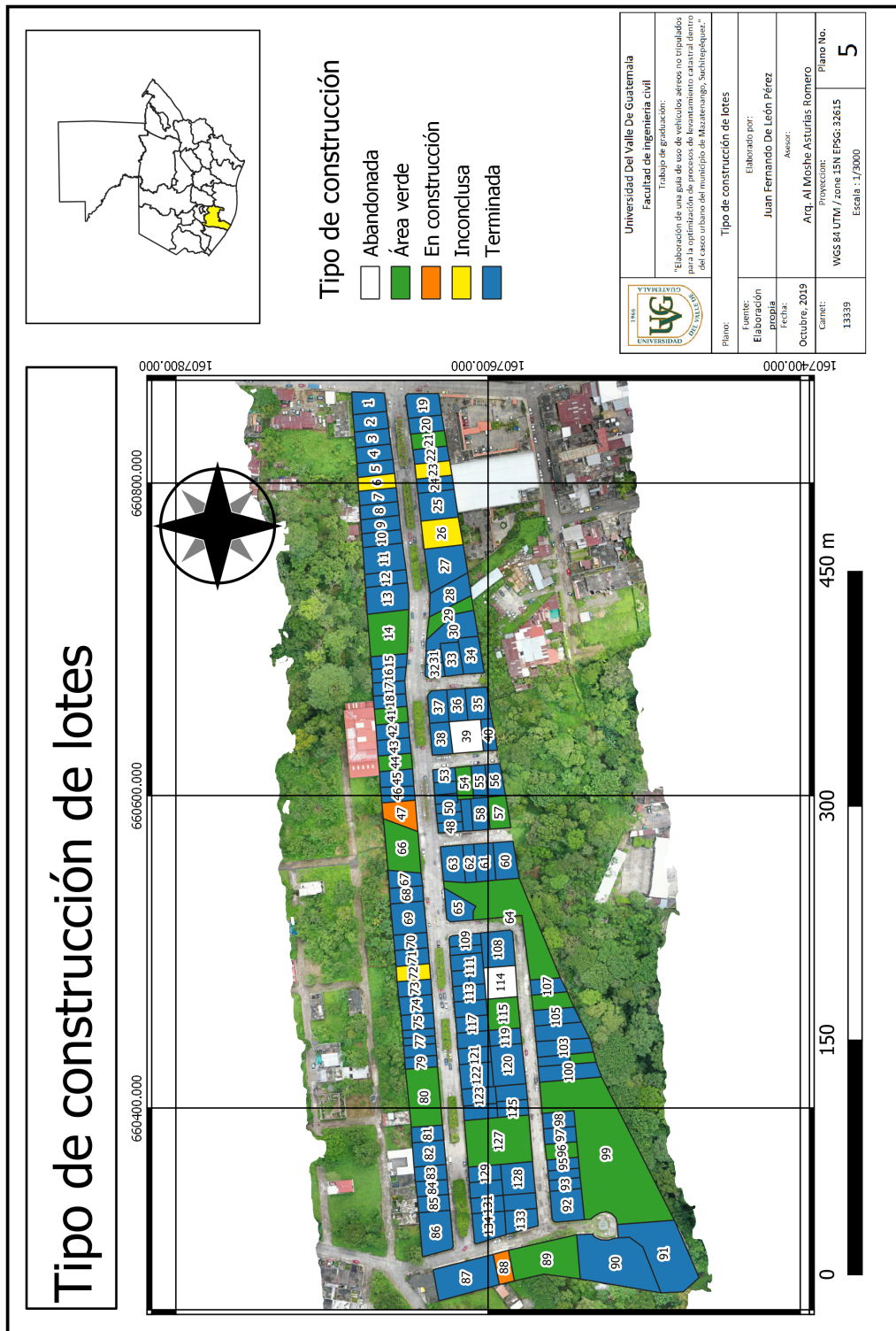


Figura 127: Tipo de construcción de lotes

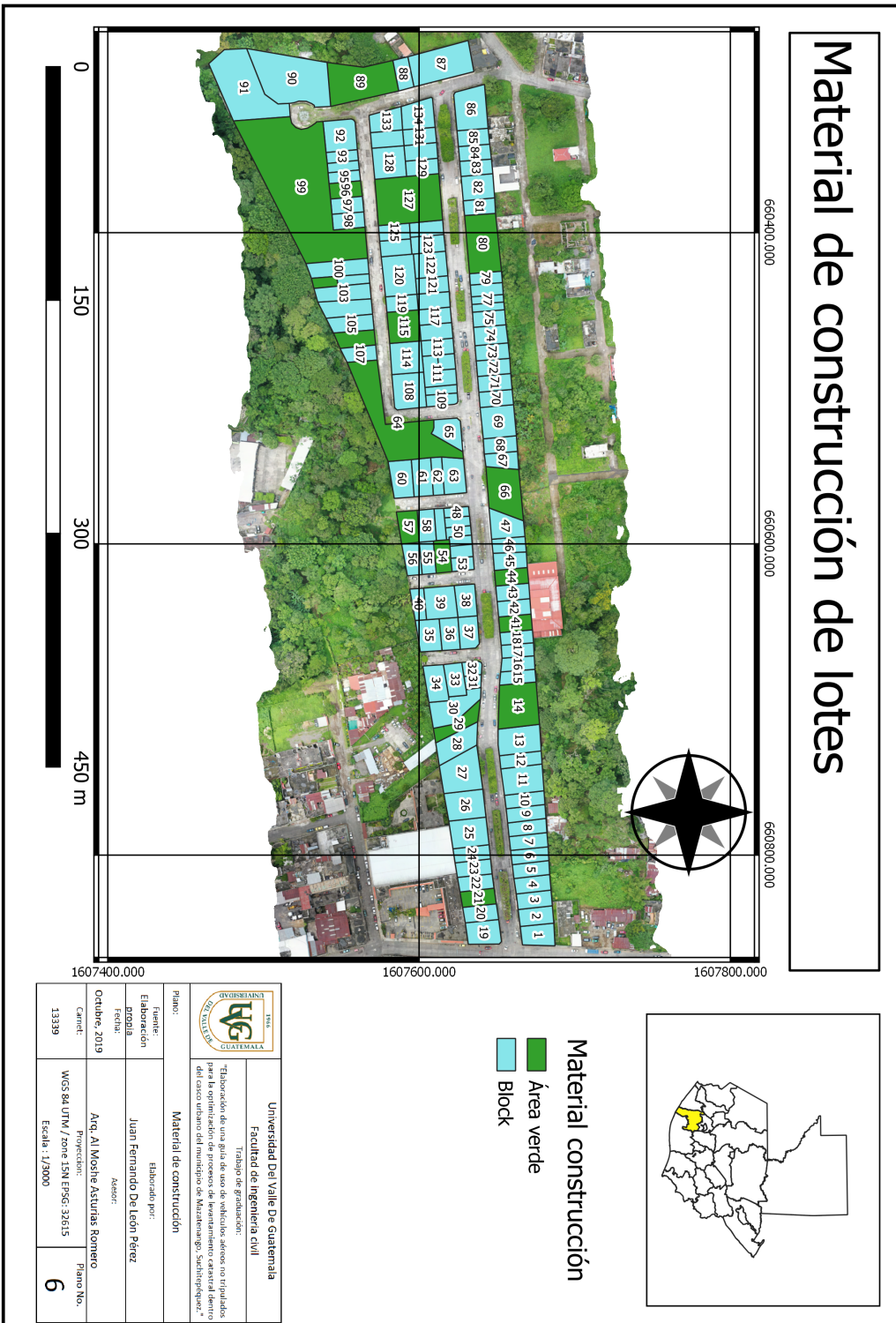


Figura 128: Plano de material de construcción

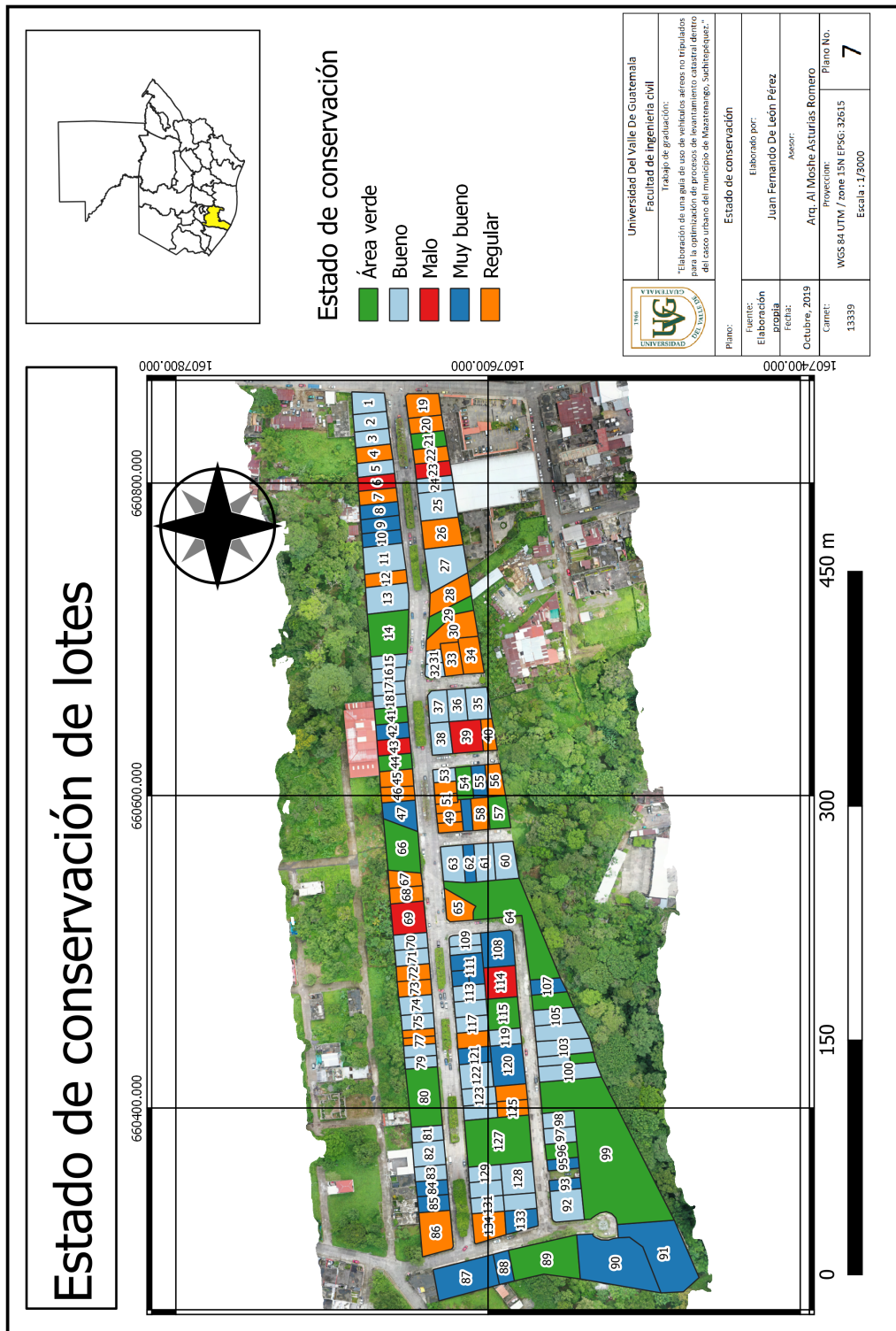


Figura 129: Plano de estado de conservación

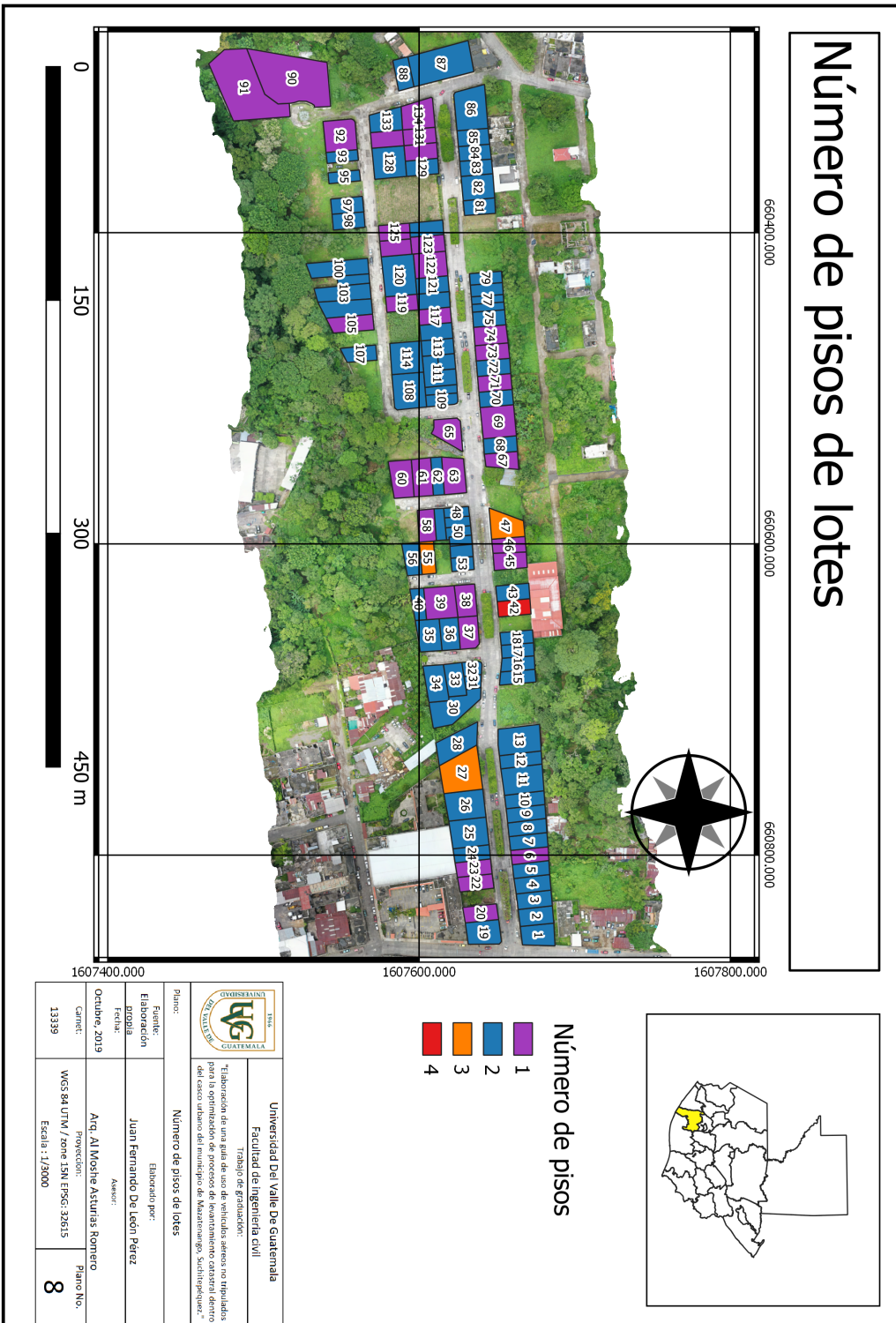


Figura 130: Plano de número de pisos de construcciones

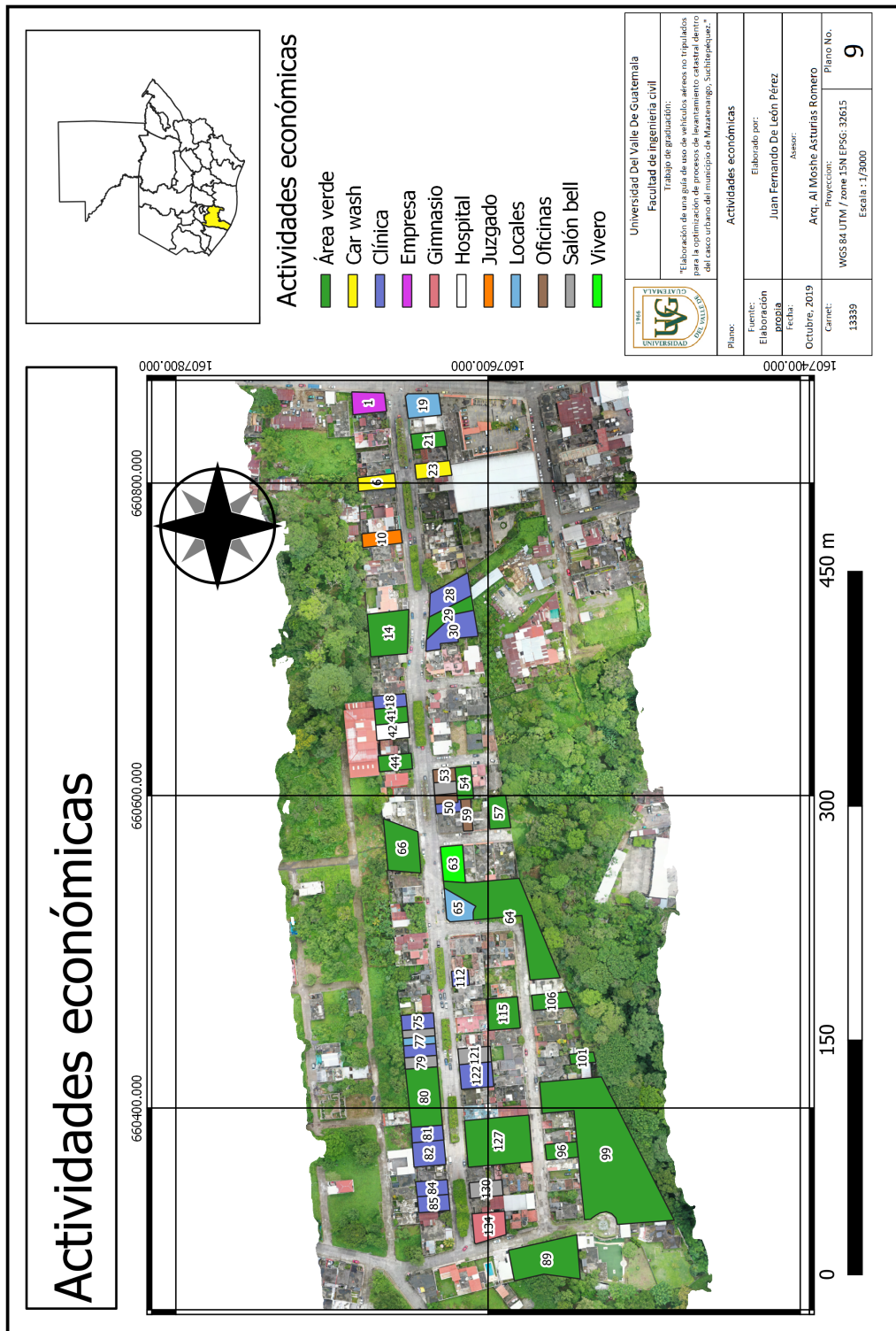


Figura 131: Plano de actividades económicas

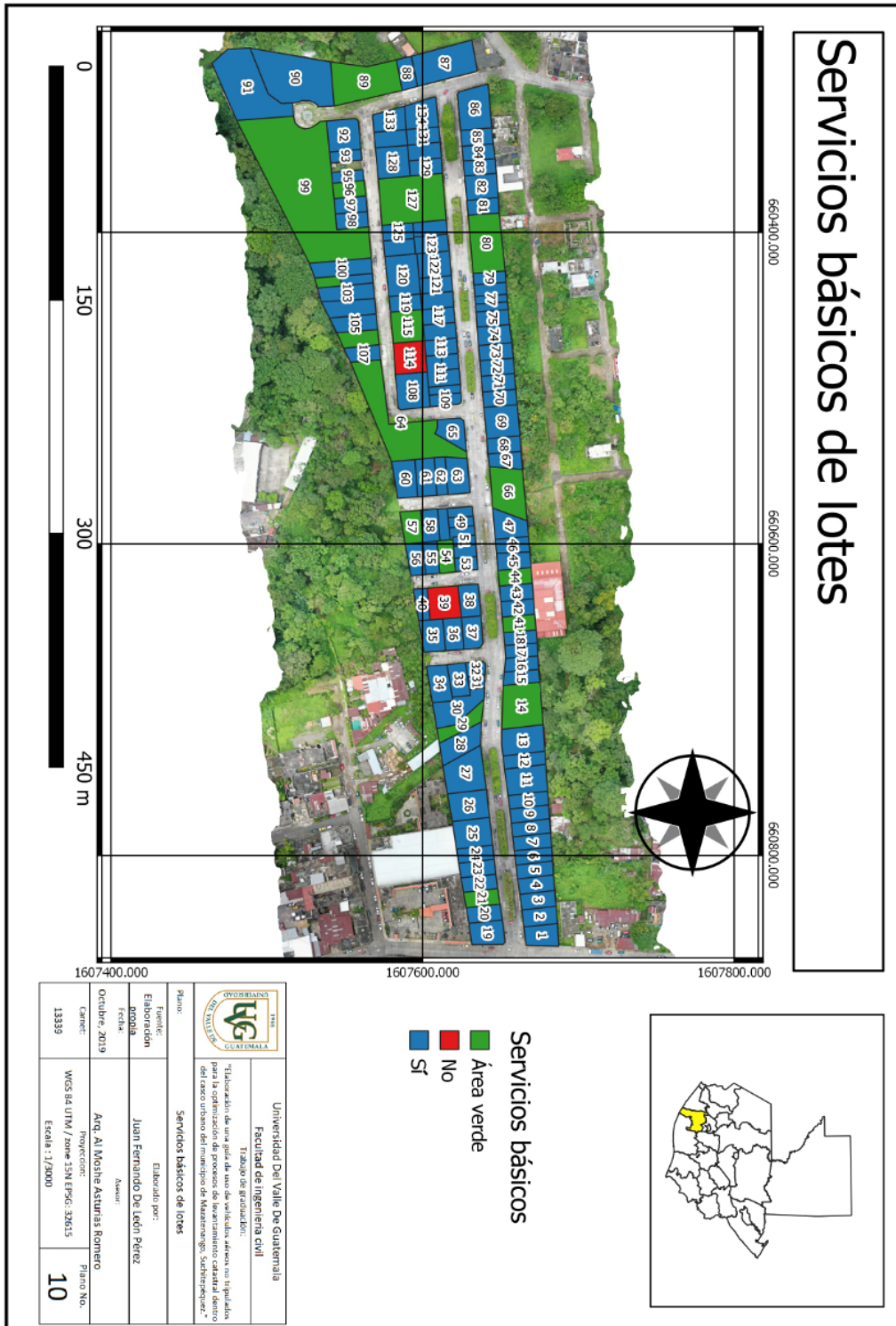


Figura 132: Plano de información sobre servicios básicos

10.5. Glosario

Catastro: Censo y padrón estadístico de las fincas rústicas y urbanas.

Comercio: Compraventa o intercambio de bienes o servicios. Construcción: Obra construida o edificada.

Coordenada: Sirve para determinar la posición de un punto en el espacio.

Dron: aérea nave no tripulada.

Fotografía: Procedimiento o técnica que permite obtener imágenes fijas de la realidad mediante la acción de la luz sobre una superficie sensible o sobre un sensor.

Geodesia: Ciencia matemática que tiene por objeto determinar la figura y magnitud del globo terrestre o de gran parte de él, y construir los mapas correspondientes.

GPS: Sistema que permite conocer la posición de un objeto o de una persona gracias a la recepción de señales emitidas por una red de satélites.

Lote: Parte procedente de la división de algo que debe ser distribuido entre varias personas.

Predio: Heredad, hacienda, tierra o posesión inmueble.

Residencia: Edificio donde una autoridad o corporación tiene su domicilio o donde ejerce sus funciones.

Software: Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

Urbano: Pertenciente o relativo a la ciudad.

Extraído de <https://dle.rae.es/> el sábado 12 de octubre a las 11:34 am