

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.

**HERRERA PARRA ANDRÉS FELIPE
MEDINA GONZÁLEZ EDILBERTO BRIAN**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA
FUSAGASUGÁ
2019**

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.

**HERRERA PARRA ANDRÉS FELIPE
MEDINA GONZÁLEZ EDILBERTO BRIAN**

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN CARTOGRAFÍA.

**DIRECTOR DE PROYECTO:
INGENIERO TOPOGRÁFICO
SÓCRATES CARDONA GIRALDO**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA
FUSAGASUGÁ
2019**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Sócrates Cardona Giraldo
Director del proyecto

Jurado

Jurado

Agradecimientos

*Les agradecemos primero nuestra familia
Por todo el apoyo brindado y la confianza
Depositaba, igualmente agradecemos a
Nuestros maestros pues nos ayudaron
Apoyándonos con su experiencia y
Conocimiento y de igual manera
Agradecemos a nuestra alma
Matter.*

Dedicatoria

*Dedicamos todo el trabajo conseguido
Nuestros seres queridos y familiares que
Han brindado toda su confianza en nosotros
Igualmente agradecemos nuestros amigos y amigas
Que siempre han sido un apoyo, una fuente de confianza
Para los momentos difíciles, pero también han brindado momentos
De sonrisas en aquellos días grises y en tiempos complicados para todos.*



Resumen

Sabiendo que la cartografía es una ciencia, arte y una técnica para representar una porción de la superficie de la tierra en un plano, vemos la necesidad de aplicarla en la localización espacial del Centro de Estudios Agroambientales CEA que pertenece a la Universidad de Cundinamarca.

Hoy en día existen diversas herramientas que facilitan la creación y elaboración de esta cartografía, como las innovaciones tecnológicas; donde se encuentran los vehículos aéreos no tripulados (VANT) o DRON, los cuales permiten la visualización del territorio desde la perspectiva aérea, facilitando así la representación y digitalización del mismo para el producto final.

En el presente trabajo se dará a conocer una cartografía actualizada sobre el predio del Centro de Estudios Agroambientales CEA y la topografía del mismo, con el fin de tener su real forma y distancias, bajo los parámetros establecidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi “IGAC”.

En los siguientes capítulos se hará una descripción de la metodología usada, procesos y actividades en campo, así como también los resultados obtenidos durante el trabajo de campo y de oficina.

Es preciso aclarar que este proyecto se realiza desde una perspectiva cartográfica, lo cual con la fotografía aérea tomada por el dron se busca dejar un insumo importante en la agricultura de precisión.

Palabras Claves:

Dron, Levantamiento topográfico



Abstract

Knowing that cartography is a science, art and a technique to represent a portion of the surface of the earth in a plane, we see the need to apply it in the spatial location of the Center for Agro-Environmental Studies CEA belonging to the University of Cundinamarca.

Today there are various tools that facilitate the creation and development of this cartography, such as technological innovations; where are the unmanned aerial vehicles (UAV) or DRON, which allow the visualization of the territory from the aerial perspective, thus facilitating the representation and digitization of the same for the final product. In the present work an updated cartography about the property of the Centro de Estudios Agroambientales CEA and the topography of it, in order to have its real form and distances, under the parameters established by the Geographical Institute Agustín Codazzi "IGAC".

The following chapters will describe the methodology used, processes and activities in the field, as well as the results obtained during the field and office work. It is necessary to clarify that this project is carried out from a cartographic perspective, which with the photograph area taken by the drone is to leave an important input in precision agriculture.

Keywords:

Drone, topographic survey



Tabla de Contenido

1.	Introducción.....	21
2.	Justificación.....	22
3.	Objetivo General.....	23
	Objetivos Específicos	23
4.	Antecedentes.....	24
5.	Marco Teórico	27
6.	Metodología.....	29
7.	Marco conceptual.....	32
	Definición de Altimetría	32
	Fotogrametría.....	32
	Dron.....	33
	Sistema de posicionamiento global GPS	33
8.	Marco Geográfico	34
9.	Análisis de resultados.....	36
	Procesamiento de datos	36
10.	Conclusiones.....	61
11.	Bibliografía.....	62
12.	Anexos	64



Lista de imágenes

Ilustración 1: Metodología Flujo grama- Fuente propia.....	30
Ilustración 2:Mapa De Ubicación de Ubaté – Fuente propia.....	34
Ilustración 3:Topcon Tools Postproceso- Fuente Propia.....	42
Ilustración 4:Vista en MapView desde Google Earth -Fuente Propia.....	42
Ilustración 5:Importación y corrección de coordenadas- Fuente Propia	43
Ilustración 6:Selección de BS y FS-Fuente propia.....	44
Ilustración 7: Plano Inicial AUTOCAD- Fuente propia.....	45
Ilustración 8:Salida CAD con Depuración- Fuente propia	46
Ilustración 9: Nube de Puntos- Fuente propia.....	46
Ilustración 10 Nube densa de puntos- Fuente propia	47
Ilustración 11 Modelo digital de Elevación-Fuente Propia	48
Ilustración 12: Generación de Curvas de Nivel en Agisoft- Fuente propia	49



Lista de mapas

Mapa 1: Puntos GPS.....	54
Mapa 2 Loteo del predio.....	55
Mapa 3: Construcciones presentes	56
Mapa 4: Salida grafica de AutoCAD- fuente propia.....	57
Mapa 5 Tratamiento de agua.....	59
Mapa 6 curvas de nivel.....	60



Lista de Tablas

Tabla 1: Corrección de medidas.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2: Cuadro de coordenadas 1	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3: Corrección de medidas.....	51
Tabla 4: Cuadro de Coordenadas 2	51
Tabla 5: Corrección de medidas.....	52
Tabla 6: Cuadro de coordenadas 3	52
Tabla 7: Cuadro de áreas de los lotes	52



1. Introducción

La topografía siempre ha estado presente en la vida de los seres humanos por esta razón se llegó al desarrollo de tecnologías como los teodolitos posteriormente estaciones totales; que precisan las medidas exactas para representar objetos 3D a entornos 2D.

Debido a las necesidades presentadas en el Centro de Estudios Agroambientales (CEA) de la seccional de Ubaté es preciso identificar las cantidades reales en cuanto áreas construidas, cultivos y otras, se llevó a cabo el proyecto; a razón de hacer un aporte en el área de topografía a la Universidad de Cundinamarca para futuros procesos institucionales o estatales.

Pero este levantamiento se ve sujeto a unas normativas expedidas por las entidades nacionales para contenga un valor sustancial para los futuros desarrollos en el predio por parte de los estudiantes de la institución, profesores, semilleros o quizás por la misma institución.

El levantamiento topográfico en predio la Granja El Tíbar perteneciente a la universidad de Cundinamarca seccional Ubaté, se realizó un vuelo con un Dron Phantom 4 para apoyar el levantamiento topográfico y para también tuvo la finalidad de dejar este insumo a la comunidad UDECINA para uso en cualquier área.



2. Justificación

Al evidenciar la falta de cartografía del Centro de Estudios Agroambientales (CEA) en la seccional de Ubaté el proyecto buscaba cumplir con el objetivo de demostrar la importancia de la cartografía y topografía para las actividades agrícolas de los estudiantes de la seccional de la UDEC.

El Centro de Estudios Agroambientales (CEA) de la seccional Ubaté muestra carencias en la falta de delimitación predios, detalles en las infraestructuras construidas recientemente, áreas de los distintos lotes y rutas o senderos importantes para la realización de actividades agrícolas, simulacros y procesos ordenados por las entidades estatales.



3. Objetivo General

Realizar el levantamiento topográfico aplicando métodos de planimetría, altimetría y la generación de la fotografía aérea del Centro de Estudios Agroambientales (CEA) de la seccional de Ubaté de la universidad Cundinamarca.

Objetivos Específicos

- Materializar dos mojones ciñéndose a la resolución 643 de 2018 del IGAC.
- Establecer el levantamiento altimétrico y planimétrico del Centro de Estudios Agroambientales (CEA), así como de los cultivos presentes.
- Producir una imagen de las instalaciones del Centro de Estudios Agroambientales de la seccional de Ubaté, como material de uso institucional.



4. Antecedentes

Para dar pilares al presente trabajo se realiza la revisión, lectura, comparación y simplificación de información referente al tema topografía, altimetría y planimetría con imágenes de Dron. De acuerdo a esto se construye la bibliografía, con referencia a *Morales (2015)* en su libro Texto Básico Auto Formativo De Topografía General introduce al lector los conceptos básicos de la topografía, así como la distinción de los componentes importantes de la misma, usando para ellos particiones en capítulos.

De esta manera se diferencia distintos conceptos, en los cuales se tiene cierta vaguedad a lo largo de la vida académica pues según *Morales (2015)* el levantamiento topográfico Son aquellos que por abarcar superficies reducidas pueden hacerse despreciando la curvatura terrestre, sin error apreciable. Lo cual explica uno de los conceptos de la topografía, de ignorar la curvatura de la tierra en terrenos inferiores a los 100 km, de esta manera implica los conceptos diferentes para cada levantamiento en diferentes instancias como son terrenos, vías y minas.

Al proseguir con el análisis del texto se encontraron los conceptos básicos de la división de la topografía como son: altimetría y planimetría, debido a que autor es clara la diferenciación de estos conceptos, conceptualiza que la planimetría no es más que la representación de los accidentes naturales o artificiales construidos por la naturaleza a lo largo de los años en procesos erosión, pero también edificados por el hombre con el paso del tiempo. Luego se hace la distinción de la altimetría en la cual toma la importancia de la diferencia de altura del terreno en la extensión terrestre, de acuerdo con la superficie terrestre sobre la altura del nivel del mar.

Continuando Casanova (2010) en su texto Curso Completo de Topografía. profundiza en conceptos específicos como son los sistemas de coordenadas rectangulares para los cuales se definen según el autor Dos líneas rectas que se corten en ángulo recto constituyen un sistema de ejes de coordenadas rectangulares, conocido también como sistema de Coordenadas Cartesianas; nombre que se le da en honor al matemático francés Descartes, iniciador de la



geometría analítica. La concepción de la importancia de esta definición hace referencia al valor que toma en cada estudio realizado o por ejecutar en el campo de la topografía.

El texto prosigue profundizando los conceptos matemáticos, algebraicos y geométricos, detrás de los procesos ejecutados por los instrumentos topográficos. Para Casanova (2010) se define Un ángulo es la abertura o cantidad de rotación que sobre un plano marcan dos semi rectas con un origen común llamado vértice. Los elementos teóricos explicados y orientados por este autor tomaran una gran relevancia en los procesos ejecutados por los agentes presentes en este trabajo.

Se analizó de igual manera el texto de Santamaría Peña y Sanz Méndez (2005) el cual explica de una manera explícita el funcionamiento de los equipos empleados para generar topografía, además de los distintos de cálculos que usan los equipos para generar proyecciones de ángulos y distancias. Se aclaran los distintos tipos de equipos usados para este campo del conocimiento, así como su funcionamiento para distintos objetivos dentro la topografía.

Dentro del estudio se encuentra presente un equipo denominado estación total según Panchas (2009) en su estudio El levantamiento topográfico: uso del GPS y estación total. Remarcan las diferencias de las estaciones totales y los teodolitos. Al igual que se les brinda importancia a los sistemas GPS para uso conjunto con las estaciones topográficas.

De igual manera este estudio menciona la evolución de las actividades topográficas, con la creciente tecnología como el GPS y las estaciones totales dando conceptos claro de la topografía, estaciones totales y sistemas de posicionamiento global. Investiga los diferentes campos en los cuales los instrumentos anteriormente mencionados son aplicados y también conceptualiza a cada uno de los agentes que intervienen en sus ventajas, desventajas y afectaciones.

La evolución de la topografía ha permitido la implementación de nuevos equipos para los objetivos en general, los teodolitos antes cumplían con esta tarea los teodolitos o las imágenes de satélite, que son utilizados en estudios, se selecciona una resolución espacial dependiendo el área de la zona a analizar, de esta manera se puede optar por tomar otras rutas alternas como vuelos fotogramétricos o imágenes de dron según los autores (Anurogo, y otros 2017)



en su artículo A Simple Aerial Photogrammetric Mapping System Overview and Image Acquisition Using Unmanned Aerial Vehicles (UAVS) esta investigación resalta las ventajas del uso de drones en el campo de la topografía justificando su precisión y economía a otros métodos de generación de fotografías aéreas para terrenos que no cuenten con grandes extensiones.

Señalando que las imágenes tomadas en vuelos fotogramétricos son bastantes costosas o tediosas para trabajar, de igual forma las imágenes satelitales de alta resolución tiene un precio bastante alto para un estudio en un predio como un campus estudiantil. Por ello lo señalados autores resaltan el uso de un Phantom 4 para la toma de imágenes en la zona de estudio y el software Agisoft Align para el procesamiento de los datos entregados por el vehículo aéreo no tripulado.

La anterior investigación aporta elementos teóricos para el levantamiento de terrenos con imágenes de Dron, pero también propone razones suficientes para usar solamente fotografías brindadas por el medio anteriormente mencionado, dejando de lado otra clase de fuentes para la obtención de imágenes. Sugiere el uso de software para el procesamiento de información y de igual manera plantearlos en los modelos en 2D y 3D.



5. Marco Teórico

El presente trabajo se dispone a la realización de un levantamiento topográfico con imágenes de Dron en el Centro De Estudios Agroambientales de la seccional de Ubaté. Se hace de gran importancia contextualizar acerca conceptos, elementos y teorías que proporcionen los cimientos necesarios para estructurar la investigación.

La primera aproximación importante es la conceptualización de la topografía y su objeto de estudio, para lo cual se obtiene información del texto de la Universidad Nacional Sede Medellín. Para León (2002) la topografía tiene como objeto de estudio los diferentes métodos capaces de representar un terreno y también remarca importancia del uso de instrumentos.

Para complementar lo anterior hudiel (2008) expone que la topografía ha evolucionado desde los tiempos de Tales de Mileto y Anaximandro, de quienes se conocen las primeras cartas geográficas. La importancia de desarrollar diferentes técnicas de generación topográfica y paralelamente el desarrollo de la informática; permite el desarrollo de nuevos sistemas como GPS (Sistema de Posicionamiento Espacial).

Sin embargo Matera (2002), define la importancia de los instrumentos (estación total, GPS) protagonistas en la investigación realizada en CEA, denotando la característica principal de la estación total para tomar ángulos horizontales en ambos sentidos y los verticales en desde un punto cero. Culmina con la evolución de las estaciones totales a las robóticas evidenciando una evolución que luego se vería con la inclusión de vehículos aéreos no tripulados en la topografía.

Esto se complementa con la publicación de Huerta, Galles, y otros (2007) en la que exponen los inicios de los sistemas GPS impulsada por la carrera espacial y el lanzamiento del Sputnik I. También expone la incidencia de la teoría de relatividad en los sistemas GPS.

Dado lo anterior, se hace importante remarcar que los drones para topografía cuentan con sistema de posicionamiento global integrado en sus componentes, con la función de suministrar coordenadas a las imágenes tomadas en el vuelo fotogramétrico. Esto se puede reforzar con el texto de Mesa China e Izquierdo Abreu (2015), en la cual exponen los

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



beneficios de la implementación de los drones en el campo de la comunicación, pero dejando claro que el uso de esta tecnología no solo se sirve de este campo.



6. Metodología

Para salir de la vaguedad de la idea fue necesario complementar los conocimientos adquiridos en el alma mater, donde fundamentó la lectura de varios autores con varias publicaciones referentes a la topografía con vehículos aéreos no tripulados (Drones). Partiendo de la base de la topografía como ciencia evolutiva y que tiene presencia desde siglos atrás, además de diferentes métodos empleados para su correcta ejecución.

Esto encamina el estudio por interés común de los autores por la topografía elaborada con imágenes de Drones, pues combinaba dos campos que se complementan en una armonía sin igual Fotointerpretación y topografía. Luego de terminar la etapa de recolección de información, se pasó a determinar el terreno que se usaría para el estudio, se estableció el Centros de Estudios Agroambientales denominado Granja el Tibar en el municipio de Ubaté como el lugar concreto para hacer el estudio.

En el lugar del levantamiento se recurrió en primera instancia a un reconocimiento del terreno para la elección pertinente y materialización de dos puntos según las normas explicadas en la resolución 643 del 30 de mayo del 2018. Donde indican que, para cualquier levantamiento topográfico se deben cumplir con la materialización y el rastreo pertinentes para los puntos requeridos; las normas de materialización no varían para los mojones mientras que para el tiempo de rastreo presentan distintitas variaciones según las normas establecidas por la resolución según el número de antenas.

Especificando que los equipos de una frecuencia los cuales antes no se consideraban aptos para la realización de levantamientos topográficos, ahora se permitían según las normas siempre que cumplieran con el doble de tiempo de rastreo. Para cumplir con el tiempo requerido para estos puntos se tomó la distancia de un punto anteriormente edificado por el Instituto Agustín Codazzi (IGAC) y se contrastó con la fórmula matemática ($t=65 \text{ min}+(3 \text{ min} \times (d-10))$) para hallar el tiempo de rastreo pertinente. Se especificó 4 horas debido a la poca distancia con el punto del IGAC.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.

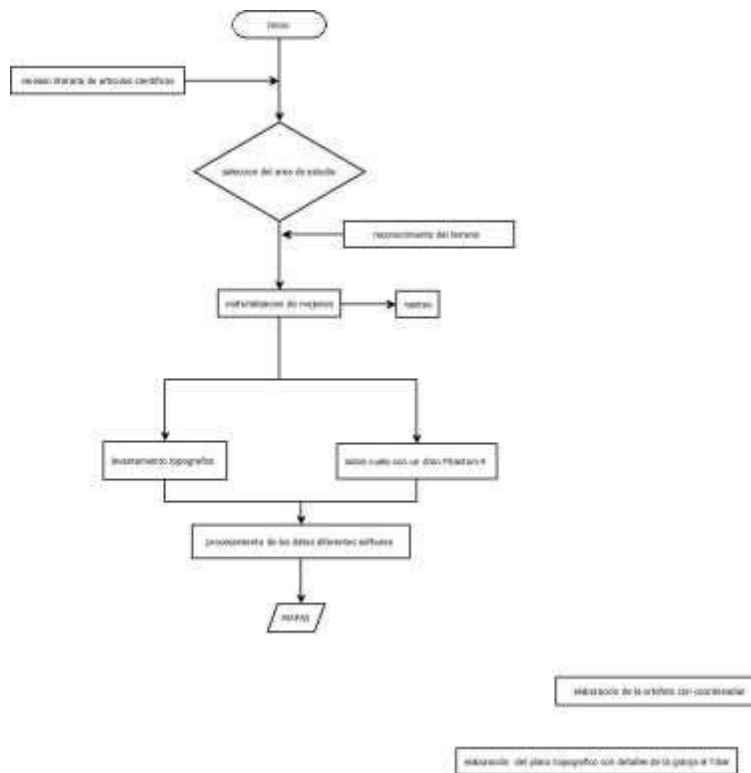


Ilustración 1: Metodología Flujo grama- Fuente propia

Al concluir dicho proceso se dio inicio al levantamiento por el método de ceros atrás, tomando los detalles presentes en el terreno, las estructuras o particularidades más importantes del predio, remarcando el loteado existente en el CEA y las estructuras existentes para el manejo, cuidado o contención de los animales; al terminar este proceso fueron recogidos 130 puntos en el archivo de la estación granja.

Como último paso del trabajo de campo en el predio el Tibar, se realizó un sobrevuelo con un dron Phantom 4 propiedad de la empresa que hizo el sobre vuelo **INGEODRONE**, con un cámara que tiene un sensor 1/2.3” Píxeles efectivos 12M y una imagen con un Tamaño Máximo de 4000×3000. Al terminar con el sobre vuelo, este arrojó un resultado de 270 imágenes con coordenadas recogidas por el sistema interno de este dron.

La información brindada por las tecnologías usadas y aplicadas en el trabajo del campo se le debió hacer un tratamiento correcto de los datos, para lo cual se usaron diferentes softwares en los cuales se encuentran Topcon Link, Topcon Tools, Pix4D, Agisoft y Arcgis.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



Se procedió implementar los softwares distribuidos por la empresa Topcon, los cuales son link y tools, enfocados al manejo de datos de las estaciones totales, pero también de los sistemas GPS, especialmente cuando se tratan de los equipos pertenecientes a esta empresa. Después de procesar los diferentes registros tomados por la estación Topcon GPT-3000 Series, en la aplicación topcon link v8.2.3 se obtuvo como resultado un consecutivo de puntos de referencia con coordenadas y una denominación pertinente al punto, se hizo un procesamiento de los tiempos de rastreo dados por los equipos GPS de una frecuencia topcon HiperSr; estos registros se trabajaron en topcon tools v8.2.3.

Conjuntamente, se empezó hacer el procesamiento de las imágenes del dron en el software pix4D, estas imágenes comenzaban desde el consecutivo 02 hasta el 271 en formato TIFF. Al culminar el postproceso de los registros almacenados en los equipos topcon; los reportes arrojados por los aplicativos se usarían para la corrección de los modelos arrojados por los softwares Pix4D y Agisoft.

Como paso final se procedió a la elaboración de la ortofoto con coordenadas corregidas por los tiempos de rastreo tomados con el equipo topcon,

La generación de la altimetría del terreno no se logró llevar a cabo debido a dos razones principales la topografía del terreno y el DEM; la topografía del terreno se presenta como factor principal pues el predio seleccionado cuenta con muy pocas variaciones de alturas en la extensión de su terreno. Seguidamente el conflicto que presente el Modelo de elevación del terreno elaborado por los softwares PIX4D y AGISOFT se basa en la topografía del terreno y todas las estructuras presentes, que al generar las curvas de nivel con dicho modelo se vuelve necesario depurar muchas curvas tomadas como alturas y la variación presente en los diferentes lotes no apreciable.

La comparación del levantamiento topográfico convencional y un levantamiento no tradicional con imágenes de dron, no se ejecutó debido a las bases teóricas adquiridas durante la carrera y por este motivo no se realizó la debida investigación pues cronograma y el itinerario tan apretado manejado para el proyecto no permitía generar dicha comparación.



7. Marco conceptual

Definición de Altimetría

La altimetría es una rama de la topografía que estudia y determina la cuota y la altura de cada punto respecto a un plano referencial. Es una gran herramienta al elaborar un mapa con curvas de nivel ya sea utilizando imágenes de satélite o de drones.

Por otro lado nos referimos a cota como la altura de un punto sobre el nivel del mar sobre un plano de nivel también se utiliza la línea de cuota para la representación de planos topográficos. Florencia (2011)

Fotogrametría

La fotogrametría, según Bonneval, es la técnica que tiene como objetivo estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquiera utilizando esencialmente medidas hechas sobre una o varias fotografías. Etimológicamente, la palabra fotogrametría significa la métrica de lo escrito con luz. Es, en esencia, la ciencia que utiliza la fotografía para hacer medidas, y su aplicación es extensiva a numerosas áreas de conocimiento. Existe otra técnica que utiliza también fotografías aéreas denominada fotointerpretación y que se dedica al estudio pormenorizado de las fotografías con el objetivo de analizar fenómenos de muy variada tipología. Sin embargo, la fotogrametría no interpreta fenómenos si no que, mediante mediciones en las fotografías, genera planos y mapas de gran exactitud. Finalmente, podríamos definir la fotogrametría como la ciencia para elaborar mapas o planos partiendo de fotografías realizadas bajo unos condicionantes específicos. Rosado (2014)



Dron

Los vehículos no tripulados o robos aéreos han pasado de ser equipos experimentales a equipos para uso profesional en este caso han sido utilizados por las fuerzas militares para sus diferentes misiones. A. Barrientos, y otros (2004)

Sistema de posicionamiento global GPS

Es un sistema global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave. Podemos alcanzar una precisión hasta de centímetros, usando el GPS diferencial, pero lo habitual son unos pocos metros. El GPS funciona mediante una red de 27 satélites (24 operativos y 3 de respaldo) en órbita a 20.200 km sobre el globo terráqueo, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra, Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del Sistema de Posicionamiento y calcula el retraso de las señales; es decir, la distancia al satélite. Por "triangulación" los tres satélites calculan la posición en que el GPS se encuentra. Gimenez Rogriguez y Ros Bernabeu (2009)



8. Marco Geográfico

El municipio de Ubaté se encuentra localizado en la región andina al norte del departamento de Cundinamarca, pertenece a la provincia de Ubaté. Está ubicado a 95 km por vía terrestre del casco urbano de la capital de la república Bogotá D.C, específicamente esta en las coordenadas geográficas $5^{\circ}18'26''$ Latitud (Norte) y $73^{\circ}48'52''$ Longitud (Oeste) su altura aproximada sobre el nivel del mar es de 2556 m.

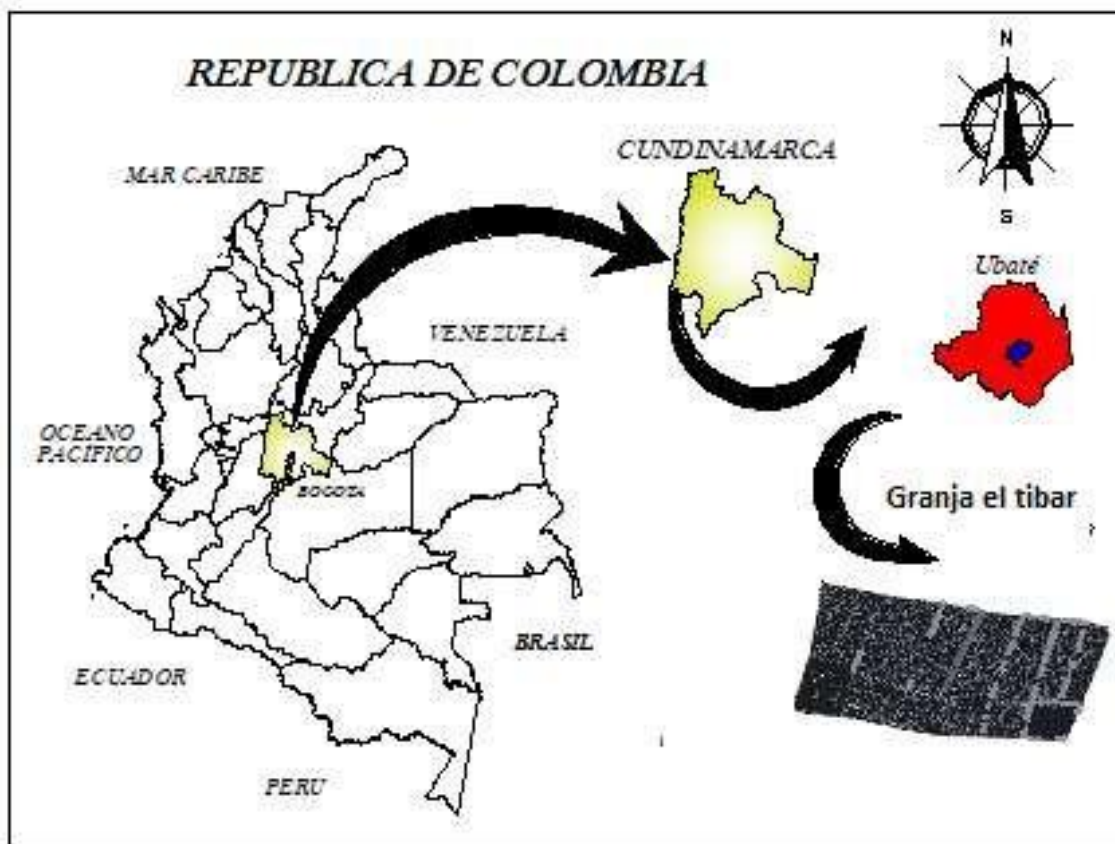


Ilustración 2: Mapa De Ubicación de Ubaté – Fuente propia

La temperatura predominante es de 17°C , la cual hace propicia la que las actividades económicas, como la agroindustria bobina y la agricultura, sean el motor de desarrollo del este municipio se enfoque bastante en el desarrollo de estas actividades económicas. Según el plan básico de ordenamiento territorial (PBOT) en sus capítulo segundo numeral 2.1 lo que nos dice Cundinamarca (2003) “*el uso principal Agropecuario tradicional, forestal y con labranza de conservación. Se debe dedicar como mínimo el 20 % del predio para uso*

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



forestal protector-productor, para promover la formación de la malla ambiental.” Este es el documento vigente por el cual se debe regir las administraciones para planeación, desarrollo y control del municipio.



9. Análisis de resultados

Error Máximo permitido

Para encontrar el error máximo permitido se debe tener en cuenta el número de vértices y el cálculo de la poligonal según los ángulos internos.

$$0^{\circ}0'5'' \times \sqrt{3}$$

$$0^{\circ}0'5'' \times 1.732$$

$$0^{\circ}0'8.66''$$

Error angular

Seguidamente se debe calcular el error angular con la sumatoria de los ángulos internos y su diferencia con el resultado. Esto se calcula con la siguiente formula.

Tabla 1: Ángulos observados- fuente propia

PUNTO	ANGULO OBSERVADO
GPS2-Δ1	34°14'45''
Δ1-GPS1	123°12'31''
GPS1-GPS2	22°32'20''
Σ	179°59'36''

$$180^{\circ} (\text{número de vertices}-2)$$

$$180^{\circ} (3-2)$$

$$180^{\circ} (1)$$

$$180^{\circ}0'0''$$

Es posible evidenciar que el error angular es de 24''.



Corrección angular

Es necesario para esta corrección hacer una operación para repartir en partes iguales en todos los vértices

$$24 / 3 = 08''$$

Tabla 2: Corrección angular- fuente propia

PUNTO	ANGULO OBSERVADO	CORRECCION	ANGULO OBSERVADO CORREGIDO
GPS2-Δ1	34°14'45''	+ 0°0'08''	34°14'53''
Δ1-GPS1	123°12'31''	+0°0'08''	123°12'39''
GPS1-GPS2	22°32'20''	+0°0'08''	22°32'28''
Σ	179°59'36''	+0°0'24''	180°00'00''

Cálculo de azimut

Se calculo el azimut de GPS1-GPS2 usando las coordenadas planas Gauss Kruger usando la relación cuadrante para ubicar la dirección del vector.

Coordenadas GPS1: 1080719.170 N 1031939,757 E

Coordenadas GPS2: 1080774.614 N 1031729,137 E

Se calculan las diferencias de Nortes y Estés entre GPS2-GPS1.

Diferencias de Nortes 1080774.614 – 1080719.170 = 55.444

Diferencias de Estés 1031729.137- 1031939,757=-210.62

$$\theta = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{\text{Diferencia de Nortes}}{\text{Diferencias de Estés}}\right)$$

$$\theta = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{55,444}{-210,62}\right) \quad \theta = 14^{\circ}43'50."$$

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



El ángulo obtenido se encuentra en el primer cuadrante y se hace el cálculo del primer azimut

$$Az = 90^\circ + 14^\circ 43' 50''$$

$$Az = 104^\circ 43' 50''$$

Se procede a realizar el cálculo de azimuts con el primer resultado y este apoya el cálculo de los demás; sabiendo que si el ángulo del azimut no supera 180° se debe sumar este valor, pero si lo supera debe ser restado.

Tabla 3: Calculo de Azimut- fuente propia

PUNTO	ANGULO	CORRECCION	ANGULO	AZIMUT
	OBSERVADO		OBSERVADO CORREGIDO	
GPS2-Δ1	34°14'45''	+ 0°0'08"	34°14'53''	318°58'43"
Δ1-GPS1	123°12'31''	+0°0'08"	123°12'39''	262°11'22"
GPS1-GPS2	22°32'20''	+0°0'08"	22°32'28''	104°43'50"
Σ	179°59'36''	+0°0'36"	180°00'00''	

Cálculo de errores en los ejes norte y este

Para realizar este cálculo se necesita la distancia de cada lado de la poligonal, para hallar el perímetro.

Tabla 4: Calculo de Nortes y Estes

PUNTO	ANGULO	CORRECCION	ANGULO	AZIMUT	DISTANCIA (M)
	OBSERVADO		OBSERVADO CORREGIDO		
GPS2-Δ1	34°14'45''	+ 0°0'08"	34°14'53''	318°58'43"	75,498
Δ1-GPS1	123°12'31''	+0°0'08"	123°12'39''	262°11'22"	110,836
GPS1-GPS2	22°32'20''	+0°0'08"	22°32'28''	104°43'50"	164,776
Σ	179°59'36''	+0°0'10"	180°00'00''		351.11

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



Con el perímetro hallado anteriormente se realiza el cálculo de los ejes Norte y Este, para hallar las proyecciones en donde en el eje X se multiplica la distancia de cada lado por el Seno de su Azimut y para las proyecciones en el eje Y se calcula igual modificando el Seno por el Coseno.

PUN	ANGULO	CORRECCI	ANGULO	AZI	DISTAN	PROYECCIONES	
TO	OBSERVAD	ON	OBSERVAD	MUT	CIA (M)	NS	EW
	O		O				
			CORREGID				
	O						
GPS 2-Δ1	34°14'45"	+0°0'08"	34°14'53"	318° 58'43"	75,498	56.96 0	- 49.552
Δ1- GPS1	123°12'31"	+0°0'08"	123°12'39"	262° 11'22"	110,836	- 15.062	- 109.807
GPS 1-GPS2	22°32'20"	+0°0'08"	22°32'28"	104° 43'50"	164,776	- 11.898	159.3 60
Σ	179°59'36"	+0°0'24"	180°00'00"		351.11	EY=- 0,000	EX=- 0,001

Tabla 5 - Calculo de proyecciones

- Error relativo

$$\frac{1}{\frac{P}{\text{ERROR DE CIERRE LINEAL}}}$$

$$\frac{1}{\frac{351.11}{0,01}}$$

$$\frac{1}{35111}$$



Cálculo de coordenadas

Tabla 6 - Calculo de Coordenadas

PUNTO	PROYECCIONES CORREGIDAS		COORDENADAS	
	NS	EW	N	E
GPS2			1080774.614	1031729.137
Δ1	56.960	-49.552	1080831.574	1031679.585
GPS1	-15.062	-109.807	1080876.512	1031569.718
GPS2	-41.898	159.359	1080774.614	1031729.137

Luego de terminar el cálculo de coordenadas se organiza la cartera general puede observar en la [tabla 7](#).

Procesamiento de datos

Los datos arrojados por los equipos Topcon Sr lo cuales se configuran como GPS de una frecuencia adoptados hacer rastreos por la resolución 643 del 30 de mayo 2018, estos datos fueron procesados el software Topcon Tools como se muestra en la [ilustración 3](#). Lo cual permitió hacer un tratamiento de los tiempos de rastreo viendo su intercepción, su ubicación o la información geográfica referente.

La aplicación ofrece un resumen referente a la espacialidad de rastreo, mostrando la correlación de los datos con el objetivo de procesar de manera correcta la información es necesario que coincidan con los parámetros exigidos por la aplicación. La cual exige que los tiempos de rastreo se intercepten para lograr una adecuada rectificación en la información, generando unos reportes con el grado de calidad del trabajo.

Concluyendo la generación de los reportes entregados por el software Topcon Tools se procede a utilizar una herramienta de visualización compatible con la extensión de Google Earth como se muestra en la [ilustración 4](#). Luego se procede a cargar los registros recolectados por la estación Topcon.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



DELTA	ANGULO OBSERVADO	CORRECCIÓN	ANGULO OBSERVADO CORREGIDO	DISTANCIA	AZIMUT	PROYECCIONES		PROYECCIONES CORREGIDAS		COORDENADAS	
						NS	EW	NS	EW	N	E
GPS1	0										
GPS2	0				104°43'50"					1080774.614	1037729.137
Δ1	34°14'45"	+ 0°0'08"	34°14'53"	75.4986	318°58'43"	56.96	-49.552	56.96	-49.552	1080831.574	1031679.585
GPS2	0										
Δ1	0										
GPS1	123°12'31"	+ 0°0'08"	123°12'39"	110.8366	262°11'22"	-15.062	-109.807	-15.062	-109.807	1080816.512	1031569.78
Δ1	0										
GPS1	0										
GPS2	22°32'20"	+ 0°0'08"	22°32'28"	164.7769	104°43'50"	-11.898	159.36	-11.898	159.359	1080774.614	1031729.14
						0	0.01	0	0		

Tabla 7: Calculo de la Poligonal

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.

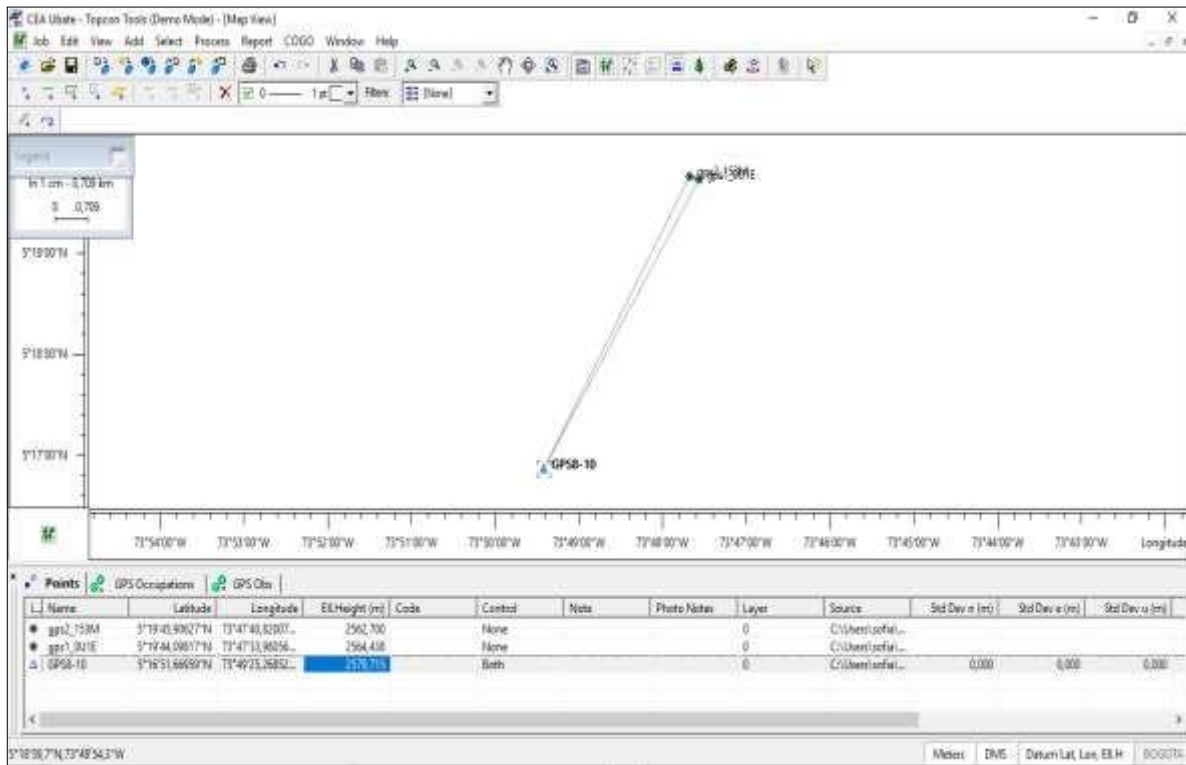


Ilustración 3:Topcon Tools Postproceso- Fuente Propia

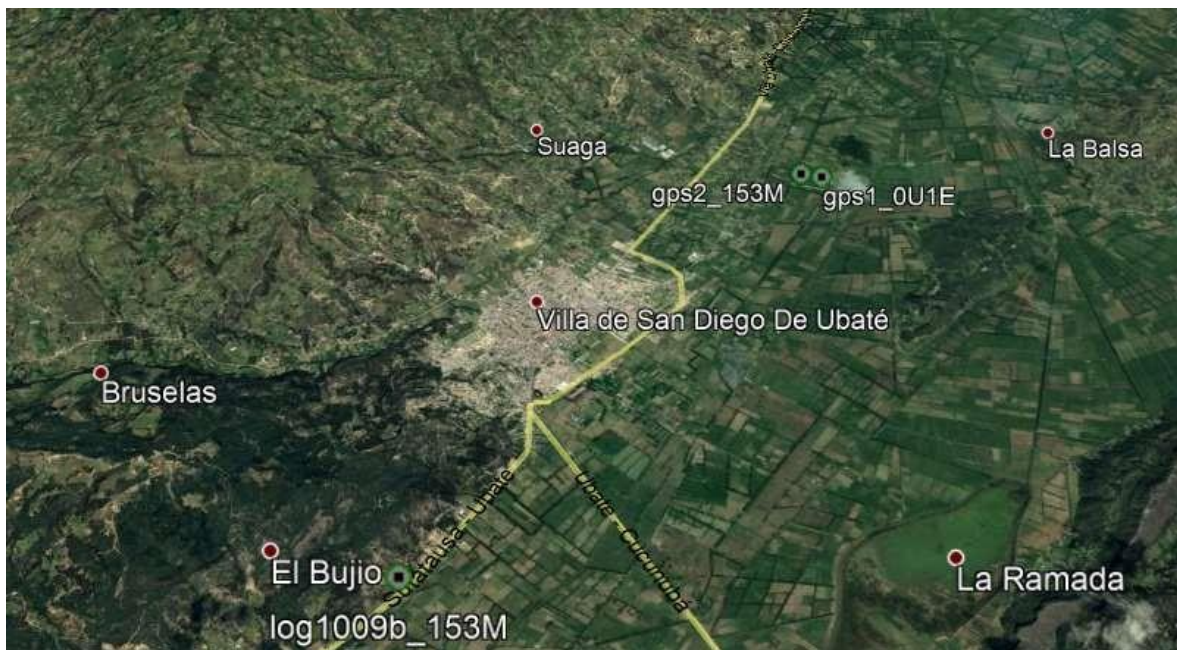


Ilustración 4:Vista en MapView desde Google Earth -Fuente Propia

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



Usando el procesado de los datos de los GPS con el software Topcon Tools se inició con la corrección de los datos de la estación en software Topcon Link, el cual exige como paso principal y de inicio las coordenadas de los mojones materializados este proceso se puede observar en la [ilustración 5](#).

Posteriormente de terminar se procede a calcular las coordenadas de los demás puntos con referencia a los dos primeros, seguidamente se utiliza la cardera de campo para usar para definir las Fromsite y Backsite de la toma de los puntos.

Terminando la clasificación BS y FS se revisa cada campo intentando depurar e algún error generado por aplicación este proceso se puede evidenciar en la [ilustración 6](#), la importación de los datos o el recurso humano. Para culminar con el tratamiento los datos, se exporta todo el proceso de los puntos de referencia a un formato DWG, formato en cual está especializado la casa desarrolladora AUTODESK.

Nombre	Ground North...	Ground East...	Elevation (m)	Code	Control	Source	Note
GPS1	3380712.253	3331819.337	2554.380	GPS1	Name		
GPS2	3380386.039	3331177.541	2554.437	GPS2	Name		
1				BORDE	Name		
2				BORDE	Name		
3				BORDE	Name		
4				BORDE	Name		
5				BORDE	Name		
6				BORDE	Name		
7				CURVA	Name		
8				TAN	Name		
9				TAN	Name		
10				BORDE	Name		
11				BORDE	Name		
12				BORDE	Name		
13				BORDE	Name		
14				BORDE	Name		
15				BORDE	Name		
16				BORDE	Name		
17				BORDE	Name		
18				BORDE	Name		
19				BORDE	Name		
20				BORDE	Name		
21				BORDE	Name		
DELTA1				DELTA1	Name		
23				BORDE	Name		
24				BORDE	Name		
25				BORDE	Name		
26				BORDE	Name		
27				BORDE	Name		
28				BORDE	Name		
29				BORDE	Name		

Ilustración 5: Importación y corrección de coordenadas- Fuente Propia

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



#	Point Name	E Circle	Slope Distance	Zenith Angle	Date	Note	Code	Type	3D/2D Residual
1	CV1	0,0000°	213,465	89°47'30,0000"			BSU	BS	
2	DELTA1	0,0000°	57,751	89°27'41,0000"			BORDE	SS	
3	DELTA2	0,0000°	39,788	89°26'31,0000"			BORDE	FS	
4	DELTA3	0,0000°	52,963	89°06'05,0000"			BORDE	FS	
5	DELTA4	0,0000°	22,222	89°26'34,0000"			BORDE	FS	
6		0,0000°	46,404	89°18'14,0000"			BORDE	Vertical Resection	
		0,0000°	57,331	89°11'15,0000"			BORDE	Intersection	
		0,0000°	53,861	89°30'47,0000"			CURVA	SS	
		0,0000°	13,304	89°13'38,0000"			TAN	SS	
		0,0000°	30,496	89°55'30,0000"			TAN	SS	
		0,0000°	7,486	89°11'39,0000"			BORDE	SS	
		0,0000°	119,641	89°48'04,0000"			BORDE	SS	
		0,0000°	123,042	89°15'27,0000"			BORDE	SS	
		0,0000°	38,742	89°27'40,0000"			BORDE	SS	
		0,0000°	51,162	89°40'16,0000"			BORDE	SS	
		0,0000°	128,824	89°48'17,0000"			BORDE	SS	
		0,0000°	119,349	89°48'33,0000"			BORDE	SS	
		0,0000°	7,256	89°25'29,0000"			BORDE	SS	
		0,0000°	288,402	89°50'04,0000"			BORDE	SS	
		0,0000°	121,106	89°48'26,0000"			BORDE	SS	
		0,0000°	22,779	89°25'29,0000"			BORDE	SS	
		0,0000°	32,461	89°48'03,0000"			BORDE	SS	

Ilustración 6: Selección de BS y FS-Fuente propia

Al completar los procesos pertinentes con los softwares de extracción, clasificación y tratamiento de la información, pasa a una fase de representación de los datos en un entorno digital en formato 2D. Se hace necesario la utilización del software de la casa desarrolladora AutoDesk, según los desarrolladores de (AutoDesk 2019) “*AutoCAD® es un software de diseño asistido por computadora (CAD) en el cual se apoyan tanto arquitectos como ingenieros y profesionales de la construcción para crear dibujos precisos en 2D y 3D.*”

La aplicación permitió observar la espacialidad completa de todos los puntos tomados con la estación los cuales se aproximaban 120 puntos luego de la corrección de los mismos, era necesario un proceso de depuración para eliminar datos con comportamiento similar. Como primer resultado sin la depuración logramos obtener:

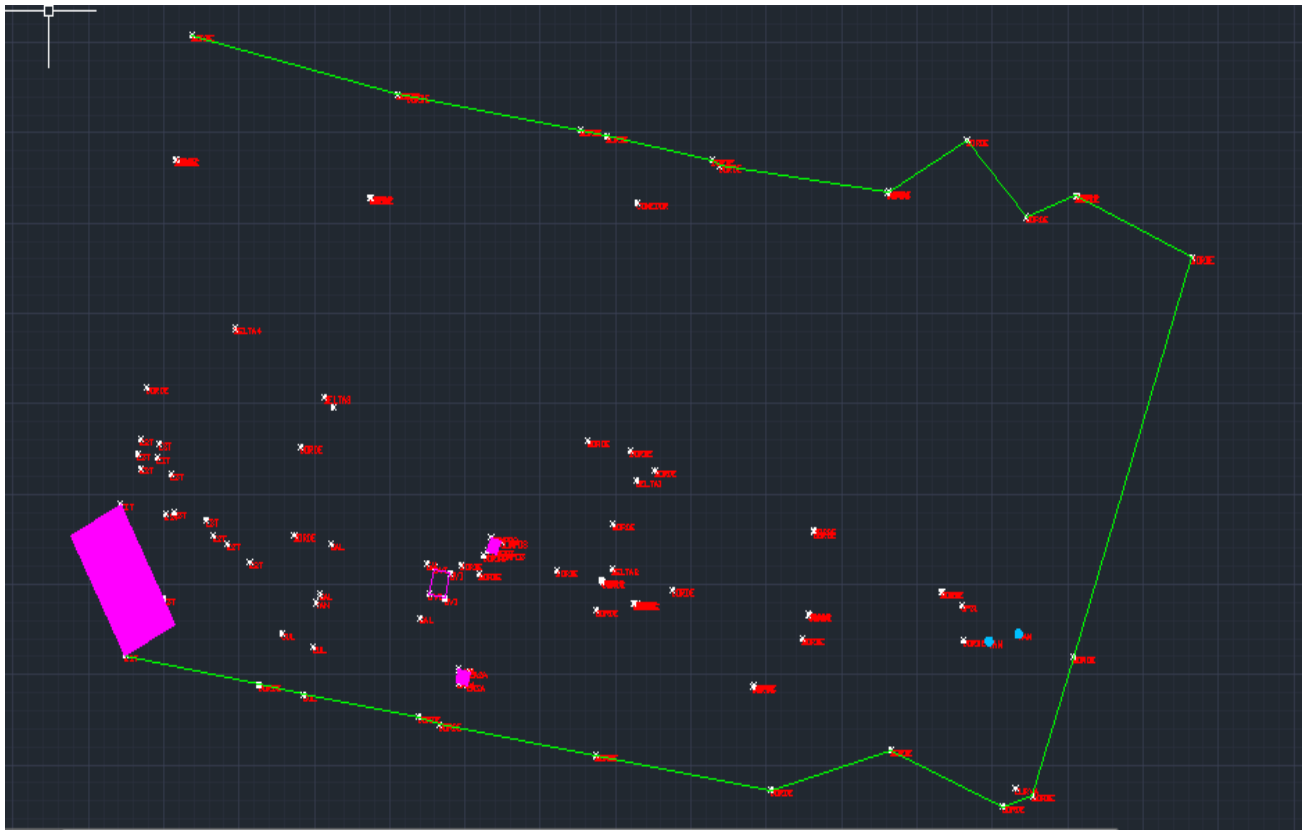


Ilustración 7: Plano Inicial AUTOCAD- Fuente propia

Se hizo necesario la culminación de la ortofoto del Centro De estudios Agroambientales Ubaté para lograr la depuración y corrección de algunos puntos en el plano, que tenían un comportamiento similar o compartían el mismo lugar en el entorno digital.

El resultado arrojado logro diferenciar el loteo del CEA presente al momento del levantamiento, las estructuras se distinguen de manera precisa, aunque algunas de estas construcciones podrían haber cambiado su posición debido su fácil movilidad por el uso que se les asigna.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.

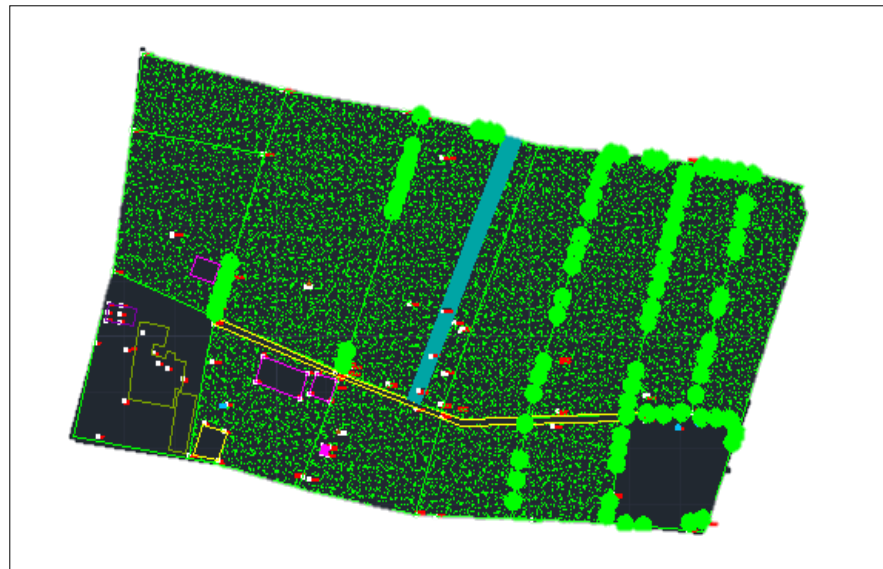


Ilustración 8: Salida CAD con Depuración- Fuente propia

El paso en los softwares Agisoft y PIX4D es un poco más complejo ya que lleva un cantidad de tiempo considerable debido a que el procesador de los datos depende demasiado de los memoria GPU y RAM del equipo. Fue necesario usar estos dos programas de procesamiento de imágenes de Dron para la generación de la ortofoto se utilizó Pix4d pues la aplicación Agisoft presentaba conflictos.

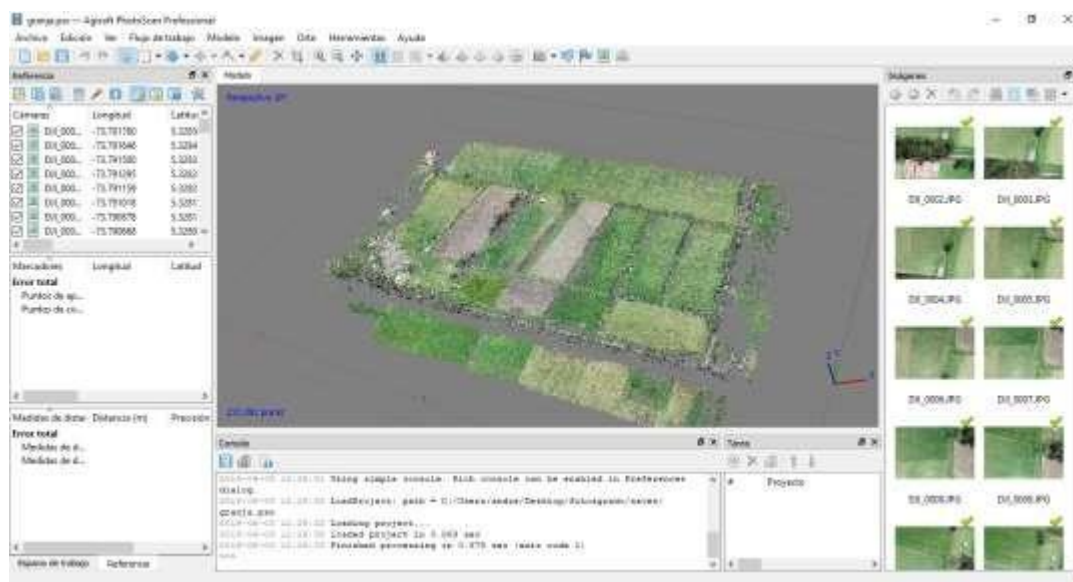


Ilustración 9: Nube de Puntos- Fuente propia

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



La anterior ilustración muestra la nube de puntos simple la cual se genera primeramente después de configurar los primeros parámetros pedidos por el software, los cuales se basan en sistema de coordenadas, el cual fue WGS 84 y la importación de las imágenes.

Se prosigue la generación de la nube de puntos densa proceso que genera las estructuras con detalle basado en la nube de puntos simple, según el algoritmo compara las fotos con modelo simple y genera el detalle.

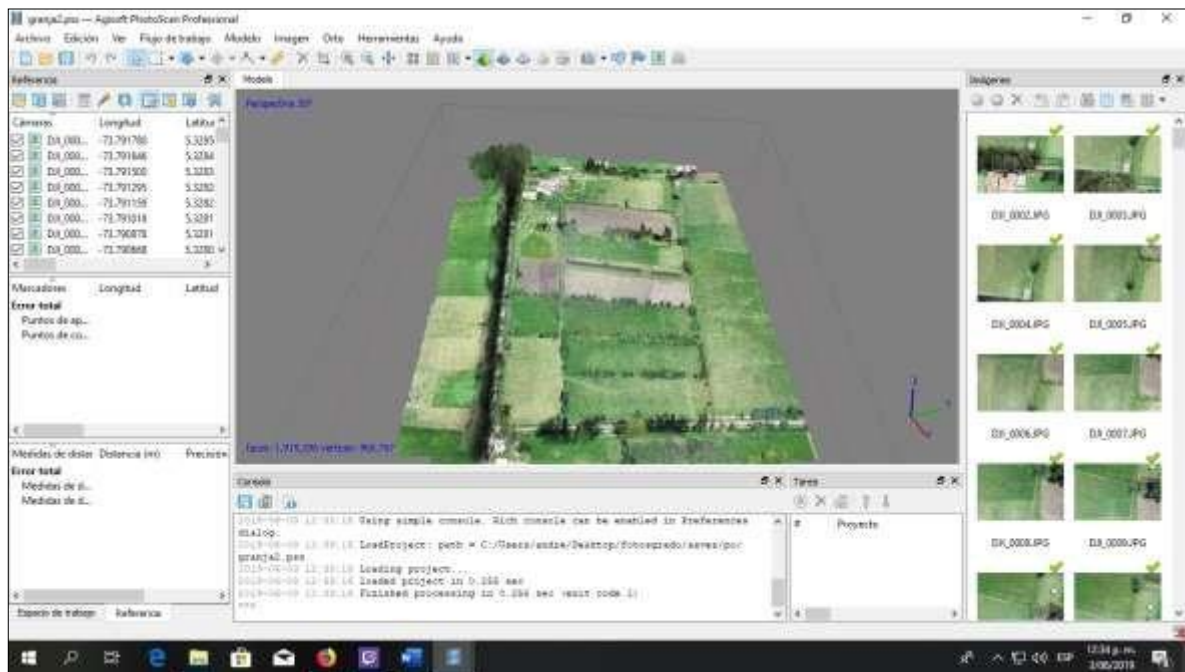


Ilustración 10 Nube densa de puntos- Fuente propia

Al generar la nube de puntos densa se puede diferenciar los cambios de altura debido los cálculos realizados por la aplicación, usando como base los pixeles de las fotos, la intersección entre ellas y el modelo anterior. Al culminar la generación del modelo denso se pasa a dar textura y la generación del DEM por sus siglas en ingles es Modelo Digital de la Elevación.

Al culminar el proceso de la crear el DEM se procede a originar la ortofoto para lo cual se utiliza Pix4D para el proceso, debido a la generación de un conflicto entre el equipo y el software. Terminando esto se monta la ortofoto y modelo DEM para generación de Curvas de nivel en el software ArcMap.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.

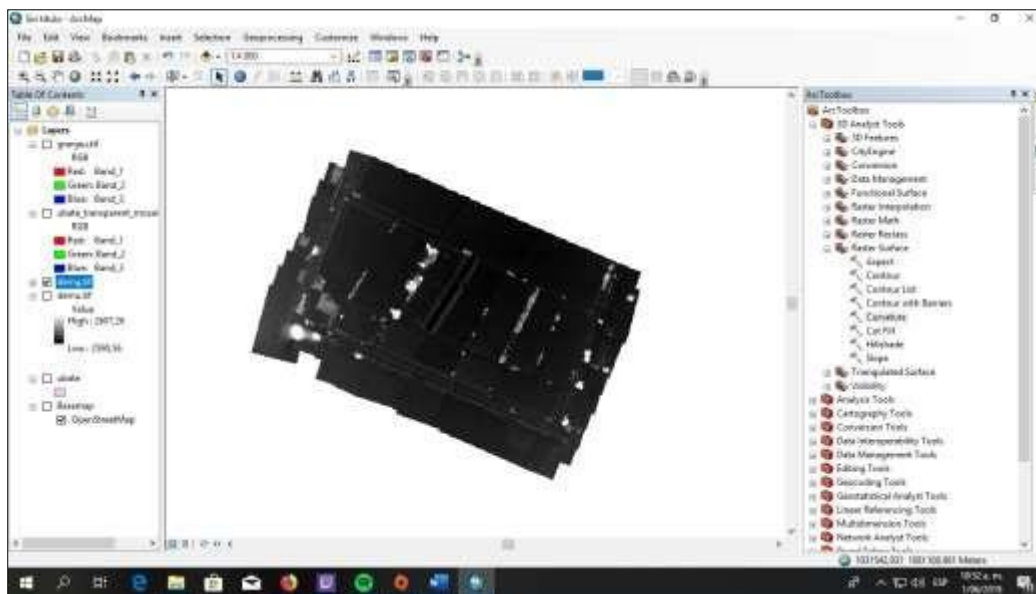


Ilustración 11 Modelo digital de Elevación-Fuente Propia

Se monta el modelo digital de elevación el cual es referente para la generación de curvas de nivel. La generación de curvas de nivel en el terreno las cuales fueron creadas a partir de las imágenes en el municipio de Ubaté, presenta una composición topográfica; esto se vio reflejado en el Centro de estudios Agroambientales denominado Granja el Tíbar que presenta una variación de alturas muy pequeños.

Se debió ejecutar un proceso de depuración de las curvas de nivel como se muestra en la ilustración 12, pues muchas de ellas se tomaron sobre las estructuras o la presencia de los árboles en zona también afecto la generación de las curvas, termino este proceso se puede notar que el terreno del CEA no presenta muchas variaciones de alturas únicamente en algunos puntos.

Al terminar la depuración de las curvas de nivel se empieza con la exportación de las salidas gráficas, el cálculo de áreas según los lotes y las vías o canales presentes en el predio. Dichas salidas graficas son destinadas para crear el análisis del estudio según los avances teóricos y prácticas de la investigación.



Ilustración 12: Generación de Curvas de Nivel en Agisoft- Fuente propia

A partir de la metodología propuesta el análisis se realizará desde la ortofoto generada con el insumo de las 270 imágenes tomadas por el Dron Phantom 4 y los reportes generados por el software Tools, los cuales muestran la confiabilidad de los datos en su rastreo. Llevando así diferentes cuadros los primeros que serán analizados son el control de calidad y reportes arrojados para culminar con el cuadro de áreas de los lotes



Project name: Granja El Tibar IGAC.ttp
 Created by: Andrés Herrera, Brian Medina
 Comment: Posproceso de CEA predio el Tibar
 Linear unit: Meters

Tabla 8:: Coordenadas Geográficas Fuente propia

Adjusted Point Quality

Name	Latitude	Longitude	Ell.Height (m)
GPS 1	5°19'44,09817"N	73°47'33,98056"W	2564,438
GPS 2	5°19'45,90627"N	73°47'40,82007"W	2562,700

Tabla 9: Corrección De Coordenadas Vista De Errores-Fuente propia

GPS Obs Quality

Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
GPS 1-GPS 2	-62,250	61,645	0,687	<i>0,131</i>	<i>0,058</i>
GPS 1-IGAC	3116,531	-622,145	4,528	0,006	0,008

El reporte arrojado por el software para el manejo de archivos procedentes de equipos GPS, genera reportes en diferentes sistemas de coordenadas geográficas para este caso específico la tabla 8 y tabla 9. De este modo se puede visualizar que el error residual de GPS 1 a GPS 2 es de 0.131m en horizontal y en vertical es de 0.058m; también es posible notar que desde GPS 1 hasta el punto del IGAC conocido el cual presente un error residual 0,006 m de forma horizontal y de forma vertical 0,008m.

A continuación, se mostrarán el error en tablas con diferentes sistemas de coordenadas:



Project name: **Granja El Tibar IGAC.ttp**

Created by: **Andrés Herrera, Brian Medina**

Comment: **Posproceso de CEA predio el Tibar**

Linear unit: **Meters**

Tabla 10: Corrección de medidas Coordenadas Planas-Fuente propia

GPS Obs Quality

Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
GPS 1-GPS 2	-62,250	61,645	-0,687	<i>0,131</i>	<i>0,058</i>
GPS 1-IGAC	-	-	-4,528	0,002	0,005

Tabla 11: Cuadro de Coordenadas planas-Fuente propia

Adjusted Point Quality

Name	X (m)	Y (m)	Z (m)	Code
GPS 1	1773662,755	-6100753,786	588335,515	
GPS 2	1773458,527	-6100805,968	588390,678	



Tabla 12: Corrección de medidas Coordenadas vista de errores-Fuente propia

GPS Obs Quality

Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
GPS 1-GPS 2	-62,250	61,645	-0,687	<i>0,131</i>	<i>0,058</i>
GPS 1-IGAC	- 3116,531	-622,145	-4,528	0,002	0,005

Tabla 13: Cuadro de coordenadas -Fuente propia

Adjusted Point Quality

Name	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)
GPS 1	1080719,17	1031939,757	2564,438
GPS 2	1080774,614	1031729,137	2562,700

Tabla 14: Cuadro de áreas de los lotes- fuente propia

Denominacion_del_lote	Área	Denominacion_del_lote	Área
Lote 1	3676.82 m ²	Lote 8	5240.81 m ²
Lote 2	2898.58 m ²	Lote 9	4708.26 m ²
Lote 3	1992.16 m ²	Lote 10	6892.62 m ²
Lote 4	2263.10 m ²	Lote 11	7781.25 m ²
Lote 5	2699.85 m ²	Lote 12	2246.55 m ²
Lote 6	3099.27 m ²	Lote 13	4192.14 m ²
Lote 7	3605.64 m ²	Lote 14	3955.92 m ²
Área Total de la granja el tibar			55270.73

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



Con la presencia de catorce lotes en las que esta dividido el predio de la granja el Tíbar, cumple con la proporcionada por los administrativos con un mapa que cumple la función de indicativo. Dada esta información se puede analizar que el centro de estudios Agroambientales de la seccional Ubaté cuenta con un terreno de 5 hectáreas y 5 mil metros cuadrados en los cuales los estudiantes pueden realizar sus prácticas.

Los lotes mencionados encuentran segmentados de manera desigual para diferentes propósitos en los lotes, se puede apreciar en el mapa 2 que los lotes 2,4,5,6,7,8,10,12 y 13 se encuentran destinados al pastaje y crianza de ganado. Con un área total para la crianza de ganado de 44739 m² por lo cual se infiere que la actividad principal de este predio es la crianza de ganado, asemejándose a otras presentes en casco de rural de municipio.

Es evidente que el mapa 3 muestra las estructuras construidas con el fin de albergar o mantener un propósito por un tiempo indefinido, el lote 14 muestra una mayor ocupación de sus terreno para construcciones que lo otros ; pues en este se ocupa alrededor de un 80% del terreno de predio. Para los otros lotes le porcentaje baja drásticamente volviéndose casi insignificante.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.

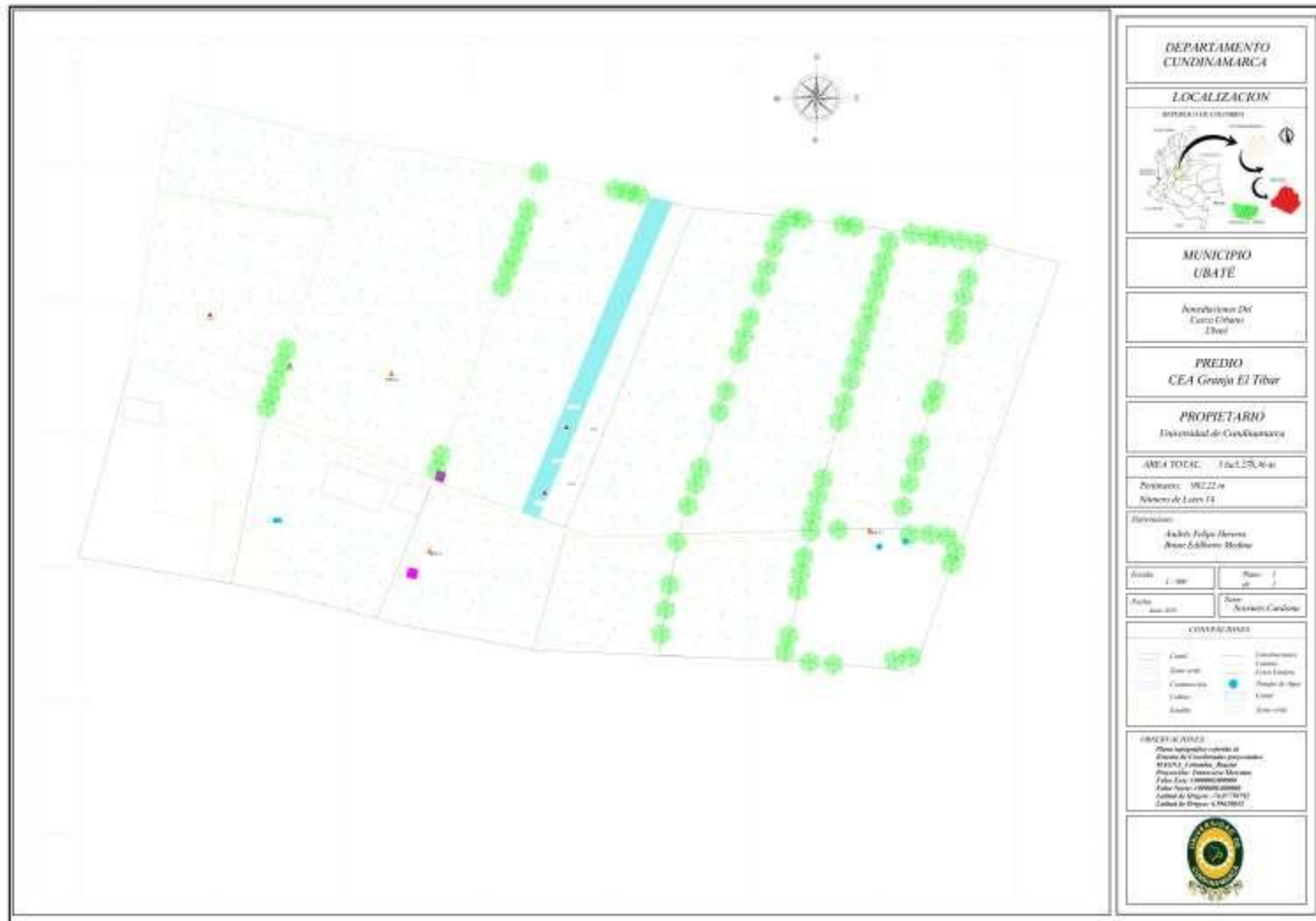


LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



Mapa 2 Loteo del predio

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



Mapa 4: Salida grafica de AutoCAD- fuente propia

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



La composición topográfica y geológica de Ubaté presenta grandes cambios y afectaciones para sus habitantes en épocas de invierno, pues los caudales de los ríos crecen y las lluvias cubren completamente terrenos enteros, afectando cultivos o crianza de animales directamente.

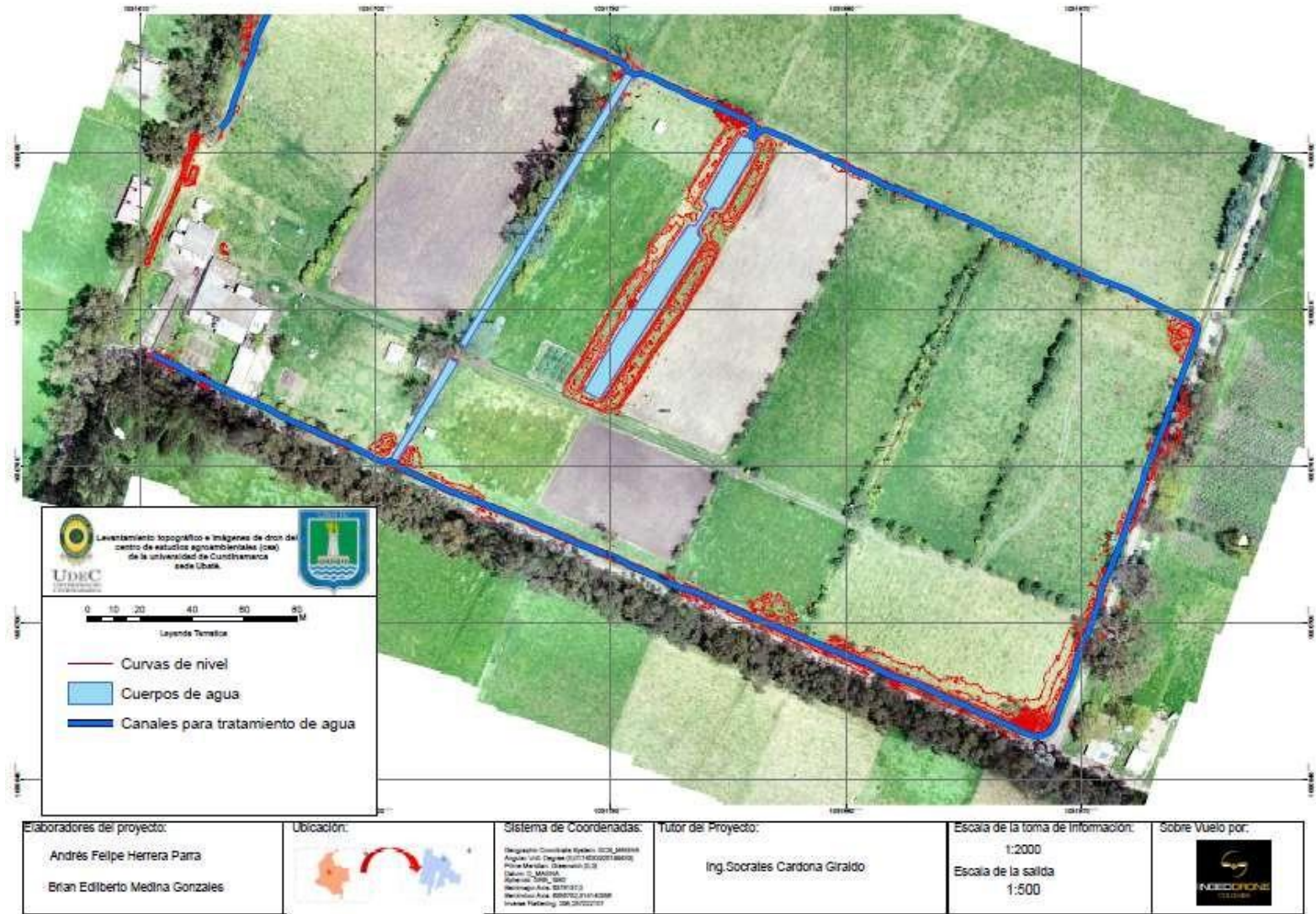
Actualmente en Ubaté rige Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del 2003 donde no se contempla un estudio de riesgo y amenazas, generando un alto riesgo para los habitantes del municipio e igualmente para todo el territorio. Los habitantes del municipio en su casco rural han intentado mitigar un poco la amenaza de inundación con el estancamiento de agua con barreras causando desnivelaciones en el terreno o generando pequeños montículos, pero también canales que transporten la misma como se observa el mapa 5.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



Mapa 5 Tratamiento de agua

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



Mapa 6 curvas de nivel



10. Conclusiones

Al terminar la investigación es posible afirmar que el levantamiento topográfico planteado se llevó a cabo según las normas de la resolución 643 del 30 de mayo del 2018 expedida por el IGAC. La cual reglamenta la correcta ejecución de los levantamientos topográficos, esto nos llevó cumplir con el tiempo de rastreo exigido en el documento; así como también fue necesario la materialización de dos mojones denominados GPS 1 con las coordenadas $5^{\circ}19'44,09817''N$ y $73^{\circ}47'33,98056''W$ de igual manera GPS 2 se asignaron las coordenadas después del rastreo de $5^{\circ}19'45,90627''N$ y $73^{\circ}47'40,82007''W$.

Seguidamente el levantamiento topográfico se ejecutó denotando los detalles presentes en predio, dando cada uno de estos puntos una cota y espacialidad. Es importante resaltar que también se ejecutó un estudio del terreno a través de la ortofoto proporcionada por el equipo Dron, que resulto clave para un análisis más profundo del levantamiento topográfico; generando la posibilidad de crear a partir del software las curvas de nivel.

No fue posible la generación de la altimetría dada la topografía del terreno en el predio seccionado, por esta razón se vio necesario generar dicha altimetría desde los diferentes softwares procesadores de las imágenes. Los cuales nos arrojaron después de un proceso de depuración una cantidad muy reducida de curvas de nivel debido al mínimo cambio de alturas presentado en los lotes y senderos del terreno.



11. Bibliografía

- A. Barrientos, J del Cerro, P Guitierrez, A Martinez, R San Martin, y C Rossi. *Vehículos aéreos no tripulados para el uso civil. Tecnología y aplicadas.* 2004.
- Anurogo, Wenang, y otros. «A Simple Aerial Photogrammetric Mapping System Overview and Image Acquisition Using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs).» *JOURNAL OF APPLIED GEOSPATIAL INFORMATION I*, n° 1 (2017): 11-18.
- AutoDesk. *AutoDesk.* 2019.
<https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview> (último acceso: 29 de mayo de 2019).
- Casanova, Leonardo. *Curso Completo de Topografía.* Lima: Sencico, 2010.
- Cundinamarca, Alcaldía Municipal de Villa de San Diego de Ubate. «Sistema de documentacion e informacion municipal.» *Sistema de documentacion e informacion municipal.* 2003.
http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/V/villa_de_san_diego_de_ubate_cundinamarca_pbot_2003/villa_de_san_diego_de_ubate_cundinamarca_pbot_2003.asp (último acceso: 29 de mayo de 2019).
- Florencia, Ucha. *Altimetria* . 2011.
- Gimenez Rogriguez, Tamara, y Marina Elena Ros Bernabeu. *Gravitacion y Astrofisico.* 2009.
- hudiel, Sergio Junior Navaro. *Manual De Topografia - Panimetria.* Civilgeeks, 2008.
- Huerta , Eduardo, Aldo Mangiaterra, y Gustavo Noguera. *GPS posicionamiento satelital.* La Argentina: UNR EDITORA, 2005.
- Huerta, Eduardo, Carlos Galles, Andres Greco, y Aldo Mangiaterra. «El GPS y la teoria de la relatividad.» *Topografia y Cartografia*, 2007: 22-31.



IGAC. IGAC. 2009. <https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/magnasirgas>.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. *ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO*. BOGOTÁ: AGUSTIN CODAZZI, 2018.

L., Raquel Pachas. «EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: USO DEL GPS Y ESTACIÓN TOTAL.» *ACADEMI VIII* (2009): 29-45.

León, Luis E. Oil. «Levantamientos Topográficos.» Científico, Medellín, 2002.

Matera, Leonardo Casanova. *Topografía Plana*. Venezuela: Merida, 2002.

Mesa China, Violeta, y Lidia Izquierdo Abreu. *Los Drones su aplicacion en mundo de la comunicacion*. San Cristobal de Tenerife, 2015.

Morales, William R. Gámez. *TEXTO BASICO AUTOFORMATIVO DE TOPOGRAFIA GENERAL*. Nicaragua: Managua, 2015.

Panchas, Raquel. «EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:USO DEL GPS Y ESTACIÓN TOTAL.» *ACADEMIA VIII* (2009): 29-45.

Rosado, Elia Quiros. *Introduccion a la fotogrametria y cartografia aplicada a la ingenieria civil*. Caceres, 2014.

Santamaíra Peña, Jacinto, y Teófilo Sanz Méndez. *Manual DE Practicas De Topografia y Cartografia*. España: Universidad de la Rioja, 2005.



12. Anexos



Ilustración 13: Punto IGAC- Fuente Propia



Ilustración 14: Toma de la altura del equipo- Fuente Propia



Ilustración 15: Toma de altura segun el punto IGAC- Fuente Propia



Ilustración 16: Primer Mojon- Fuente Propia



Ilustración 17: Rastreo De Punto GPS 1- Fuente Propia

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



Ilustración 18: Calculo de Coordenadas

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



Ilustración 19:Empiezo de la Cartera de campo- Fuente Propia



Ilustración 20: Mapa de los lotes del predio- Fuente Propia

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO E IMÁGENES DE DRON DEL CENTRO DE ESTUDIOS AGROAMBIENTALES (CEA) DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE UBATÉ, EVIDENCIANDO LA FALTA DE ESTOS DATOS.



Ilustración 21: Rastreo de los últimos puntos- Fuente Propia



Ilustración 22: Finalización del Levantamiento- Fuente Propia