

**PROCESO CONSTRUCTIVO EN LA ACTUALIZACIÓN DE LOS MANUALES
PRESENTES EN EL IGAC**

**LAURA VIVIANA BUITRAGO MARTÍNEZ
CÓDIGO: 20141032057**



**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
INGENIERÍA TOPOGRÁFICA
BOGOTÁ D.C.
2019**

**PROCESO CONSTRUCTIVO EN LA ACTUALIZACIÓN DE LOS MANUALES
PRESENTES EN EL IGAC**

**TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PASANTÍA PARA OPTAR POR
EL TÍTULO DE INGENIERA TOPOGRÁFICA**

**LAURA VIVIANA BUITRAGO MARTÍNEZ
20141032057**

**DIRECTOR INTERNO:
ING. GERMÁN TORRIJOS CADENA**

**DIRECTOR EXTERNO:
ING. CATHERINE MONTEALEGRE GONZÁLEZ**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
INGENIERÍA TOPOGRÁFICA
BOGOTÁ D.C.
2019**

CONTENIDO

1	Resumen	4
2	Introducción	5
3	Objetivos.....	7
3.1	General	7
3.2	Específicos.....	7
4	Formulación del problema	8
5	Metodología	10
5.1	Inducción.....	10
5.2	Cronograma de actividades	10
5.3	Revisión de normativas	11
5.4	Recolección de información	13
5.5	Rectificación del proceso	15
5.6	Entregables.....	15
6	Producto final.....	16
6.1	Operación del Software eMotion 3 para la Planeación de Vuelos No Tripulados y Geoetiquetado de Imágenes	16
6.2	Manual de Clasificación de Campo.....	19
6.3	Resolución 643 de 2018.....	20
7	Resultados.....	21
8	Evaluación de los objetivos alcanzados	25

9	Conclusiones y recomendaciones	26
10	Referencias Bibliográficas	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Cronograma de actividades.....	10
Tabla 2.	Mesas de trabajo.....	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama de flujo planeación de vuelo.	17
Figura 2.	Diagrama de flujo geotiquetado de imágenes	18

1 Resumen

En el presente documento se evidencia el proceso que se llevó a cabo para el apoyo en el proceso de construcción de la actualización de los documentos de procedimientos asignado al Grupo Interno de Trabajo (GIT) de Modernización Geodésica, Cartográfica y Geográfica, desarrollado a lo largo del proceso de la pasantía realizada para el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), bajo la subdirección de Geografía y Cartografía.

Según el IGAC¹, desde el 2013 cuenta con el uso de vehículos aéreos no tripulados, el cual ha permitido apoyar y agilizar de una manera oportuna la generación de cartografía a escala detallada en zonas donde se adelantan los procesos de la política de Restitución de Tierras y el Sistema Nacional Catastral. Es de ahí donde surge la necesidad de documentar los procesos y técnicas en el Instructivo de operación del software eMotion 3 para planeación de vuelos no tripulados y geoetiquetado de imágenes, con el fin de conservar la calidad de datos y se logre cumplir los objetivos del instituto.

Por otro lado, se realizó por una parte el apoyo al GIT de Modernización Geodésica, Cartográfica y Geográfica en la revisión minuciosa del contenido del Manual de Procedimientos de Clasificación de Campo, dado a que recientemente se ha vinculado dentro del proceso interno del IGAC la rectificación y evaluación de calidad, por ende, es de vital importancia contar con procedimientos y normativas que controlen la clasificación de campo. Finalmente se realiza el apoyo en la actualización de la Resolución 643 de 2018 por la que se describen los levantamientos topográficos o planimétricos para levantamientos prediales.

¹ IGAC. (5 de 12 de 2013). Obtenido de <https://noticias.igac.gov.co/es/contenido/drones-y-radares-tecnologias-del-igac-para-apoyar-el-proceso-de-restitucion-de-tierras>

2 Introducción

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi es la entidad la máxima autoridad catastral nacional y es la encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia (PND, 2018); cuenta con áreas estratégicas en agrología donde el ICAC certifica la calidad del suelo en el país, el catastro, Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica (CIAF), geografía y cartografía. Cabe resaltar que una de las últimas actividades que ha venido desarrollando el instituto, es la actualización catastral rural como instrumento de ordenamiento territorial, el cual ha estado implementando herramientas como las aeronaves remotamente tripuladas (dron) en vuelos no tripulados para el proceso de obtención de información fotogramétrica, nube de puntos, Modelos Digitales de Terreno (MDT), catastral, entre otros. Esto ha permitido maximizar el proceso de obtención de información, reduciendo tiempo y costos en la toma de datos sin dejar al lado la calidad y precisión de la información. Resaltando lo que informa el CIAF con respecto a la viabilidad del uso de drones para generar esta información de detalle “Como productor de la información Catastral y Geográfica de Colombia, pretende brindar esta herramienta metodológica a los municipios, para que tengan información actual de sus territorios, con menos costos, en menos tiempo y apoyados por empresas que tengan la capacidad técnica de ofrecer estos servicios” (CIAF, 2016).

Por lo anterior, el IGAC cuenta con modelos estratégicos e integrados para lograr los propósitos a una excelente calidad, estos procesos se encuentran documentados en manuales, instructivos, Instructivos y otros, los cuales optimizan las labores y permite visualizar y consolidar la estructura que se debe llevar a cabo. Sin embargo, las técnicas van innovando con el paso del tiempo de modo que cabe la necesidad de una correcta actualización de los procedimientos documentados.

Como modalidad de grado este trabajo busca el correcto apoyo al Grupo Interno de Trabajo (GIT) de Modernización Geodésica, Cartográfica y Geodésica y al GIT de Administración de Información Geodésica, Cartográfica y Geográfica para los procesos de actualización y construcción de el Instructivo de operación del software

eMotion 3 para planeación de vuelos no tripulados y geoetiquetado de imágenes y la revisión del Manual de procedimientos de Clasificación de Campo.

Instructivo tiene como función principal orientar el curso del proceso de planeación de vuelo no tripulado, que a su vez tendrá una breve descripción de las herramientas y opciones que proporciona el software eMotion 3, además orienta el proceso de geoetiquetado de las imágenes tomadas en campo.

Dado a que recientemente se ha vinculado dentro del proceso interno del IGAC la rectificación y evaluación de calidad, es de vital importancia contar con procedimientos y normativas que controlen los procesos que se llevan internamente dentro del instituto, como los requisitos mínimos que exige el IGAC en cuanto a los productos que acoge.

Por lo tanto, se ve la necesidad de examinar el contenido del Manual de Clasificación de Campo para verificar que cumpla con lo estipulado en la Especificación Técnica de Cartografía Básica, Anexo 3. Y se realiza un apoyo en la actualización y modificación de la Resolución 643 de 2018 por la que se describen los levantamientos topográficos o planimétricos para levantamientos prediales.

En este documento se describirá la metodología que se utilizó para llevar a cabo el Instructivo del software eMotion 3 para planeación de vuelos no tripulados y geoetiquetado de imágenes, incluyendo los respectivos resultados obtenidos y se describirán los procesos realizados para verificar el Manual de Clasificación de Campo.

3 Objetivos

3.1 General

Proceso constructivo en la actualización de los manuales de procedimientos presentes en el IGAC.

3.2 Específicos

- Conocer y manejar adecuadamente las metodologías establecidas por el IGAC descrito en los manuales, instructivos y otros referidos por el GIT de Modernización Geodésica, Cartográfica y Geodésica.
- Recopilar información de funcionarios y/o contratistas que tengan conocimientos relacionados con el tema de interés.
- Validar la información recopilada.
- Documentar estructuralmente los análisis correspondientes y procesos asignados.
- Informar cuando el aseguramiento de la calidad no se esté dentro en el proceso.

4 Formulación del problema

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi, es la entidad oficial pionera en el uso de los drones que tiene como finalidad georreferencia y generar de cartografía para todo el territorio colombiano, desde el 2013 el IGAC ha incluido el uso de vehículos aéreos no tripulados, el cual ha permitido apoyar y agilizar de una manera oportuna la generación de cartografía a escala detallada en zonas donde se adelantan los procesos de la política de Restitución de Tierras y el Sistema Nacional Catastral. El instituto le ha apostado a esta metodología dado que presenta agilidad en la captura de datos de las diferentes zonas o predios donde se presentan dificultades geográficas o climatológicas, esto sin comprometer la calidad y precisión de los datos y reduciendo costos en las comisiones.

Por lo anterior el instituto cuenta con una metodología estipulada por el Grupo Interno de Trabajo (GIT) de Modernización Geodésica, Cartográfica y Geográfica para realizar el correcto registro y procedimiento de técnicas y metodologías que se llevan a cabo en el instituto, dichas sistemáticas se establecen en manuales, instructivos, guías, especificaciones técnicas, entre otros, que tienen como objetivo establecer lineamientos únicos para ejecutar los proyectos sin comprometer la calidad del producto final. Es por eso que estos documentos necesitan estar en constante actualización.

Dada la inexistencia de algún documento que registre la metodología de procedimientos llevados a cabo en el área de vuelos no tripulados en el IGAC, se toma como objetivo de la pasantía estructurar un instructivo en el que se especifiquen los procedimientos para planear un vuelo no tripulado y el respectivo geoetiquetado de las imágenes tomadas durante el vuelo en el software eMotion 3, además se adjunta como anexo al instructivo una descripción general de las opciones y herramientas del software.

Por lo tanto, se realiza el apoyo a la revisión del Manual de Clasificación de Campo, rectificando el contenido con respecto a la Especificación Técnica de Cartografía Básica, Anexo 3, con el fin de rectificar su contenido y que tenga concordancia con

la especificación. Además, se realiza un apoyo al GIT de Modernización Geodésica, Cartográfica y Geográfica para reestructurar, actualizar y verificar el contenido de la Resolución 643 de 2018 “Por la cual se adoptan las especificaciones técnicas de levantamiento topográfico o planimétrico”.

5 Metodología

5.1 Inducción

Acercamiento a los tutores técnicos y de apoyo durante el proceso de las pasantías:
Se realiza una reunión con los funcionarios y contratistas que van a estar presentes durante el proceso de las pasantías.

5.2 Cronograma de actividades

Se realiza un cronograma en donde se especifican las actividades desempeñadas para cumplir con la estructuración del instructivo referente al tiempo que se destinó para cada una de ellas, como se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Cronograma de actividades.

ACTIVIDADES	TIEMPO EN SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Inducción y socialización con los tutores técnicos a cargo.																
Lectura de documentos referentes a MDT.																
Reasignación del área de trabajo a Vuelos no tripulados, socialización con los tutores referentes en el área.																
Revisión de documentos existentes. Abordaje al software eMotion 3 e inicio con el borrador del instructivo, sección: crear una misión. Reunión con el profesional Jorge Leal para reestructuración de los objetivos del instructivo e información relevante en el área.																
Se realiza informe de avance. Revisión del manual del usuario del software eMotion 3.																
Reestructuración del borrador del Instructivo sección: geoetiquetado de imágenes, se recopila información relevante del tutor. Edisen Rincón. Revisión del manual del usuario del software eMotion 3.																

competente regular, administrar, vigilar y controlar el uso del espacio aéreo colombiano por parte de la aviación civil, y por ende el IGAC se rige con esta circular para realizar RPAS.

- Manual de procedimientos para la elaboración, actualización y control de documentos establecidos en el sistema de gestión integrado – SGI: En el cual se expresan las actividades para elaborar, revisar y difundir documentos internos y externos correspondientes a los procesos establecidos en el Sistema de Gestión Integrado.

Para la actualización del Manual de Clasificación de Campo se indagaron los siguientes documentos:

- Especificación Técnica Cartografía Básica, Anexo 3: Clasificación de campo para elementos geográficos, en la cual se expresan los lineamientos para realizar la Clasificación de Campo.
- Manual de Procedimientos Apoyo Técnico en Fronteras, en el cual se documenta el procedimiento antes, durante y después de realizar un apoyo técnico en fronteras.
- Instructivo de Trabajo de Campo y Desarrollo de Temática para Estudios Geográficos, en el cual se registra el procedimiento del levantamiento de información requerida para el desarrollo del estudio, sea esta primaria o secundaria.
- Manual De Procedimientos de Elaboración de Estudios Geográficos e Investigaciones Geográficas, en el cual se reglamentan los lineamientos y actividades para la planificación y elaboración de los estudios e investigaciones geográficas.
- Instructivo de Deslinde de Entidades Territoriales de la República, se especifican las actividades para realizar el deslinde de las entidades territoriales de la república, mediante la identificación física y cartográfica de sus límites con miras a lograr, por parte del competente, su certificación o ratificación, o su definición en el caso de existir diferendo.

- Manual de Procedimientos de Deslinde y Amojonamiento, por el cual se reglamenta el procedimiento para realizar el examen periódico de los límites de las entidades territoriales de la República, mediante su identificación física y cartográfica, con miras a lograr su certificación o ratificación cuando haya acuerdo entre las partes, o su definición en el caso de existir diferendo entre las entidades colindantes.
- Resolución 1093 de 2015, en la cual se reglamentan los aspectos técnicos del trámite general de la diligencia de deslinde, estableciendo el marco conceptual sobre términos técnicos de tipo geográfico, cartográfico o topográfico para efectos de aplicación en la diligencia de deslinde.

Para estructurar la Resolución 643 de 2018 se indagaron los siguientes documentos:

- Instructivo para Elaborar Especificaciones Técnicas de Información Geográfica, en el cual se aclaran las especificaciones para elaborar una especificación técnica de acuerdo a las expectativas de los potenciales usuarios.
- Acuerdo 002 del Consejo Superior de la Administración de Ordenamiento del Suelo Rural (CSAOSR).

5.4 Recolección de información

- Recopilación de información a partir de las necesidades establecidas por el GIT de Administración de Información Geodésica, Cartográfica y Geográfica de la Subdirección de Geografía y Cartografía: Se realizan charlas con los tutores técnicos del área donde se establecen los requisitos que se necesitan plasmar tanto en el documento referente a vuelos no tripulados, como en el manual de clasificación de campo.
- Recopilación de experiencias de funcionarios y contratistas en los procedimientos específicos: A lo largo del proceso de construcción del Instructivo y verificación del Manual se consultaron los conocimientos

adquiridos a contratistas que se encuentran directamente relacionados con el proceso de vuelos no tripulados y con los temas presentes en la Resolución 643 de 2018.

- Revisión del manual del usuario del software eMotion 3: Se consulta este documento para recopilar información específica de las opciones y herramientas del software.
- Revisión del Instructivo para Elaborar Especificaciones Técnicas de Información Geográfica para rectificar la estructura de la Resolución 643 de 2018.
- Se realizan mesas de trabajo, reuniones o acercamientos con funcionarios y contratistas expertos en el área para la recopilación de información. A continuación, en la Tabla 2 se observan las reuniones realizadas con sus principales temas tratados:

Tabla 2. Mesas de trabajo.

PROFESIONAL	TEMA	FECHA
Jorge Leal	Procedimiento de la captura de información cartográfica mediante vuelos no tripulados en campo.	3/12/2018
Carlos Zamudio	Normativa legal y técnica para realizar vuelos no tripulados.	7/05/2019
Aldemar Serrano	Revisión del documento final, programación de nuevas actividades	13/05/2019
Catherine Montealegre	Normativa e información referente a Nombres Geográficos	24/05/2019
Edisen Rincón	Operación del software eMotion 3 y conocimiento sobre planeación de vuelos no tripulados	15/11/2018 A 29/05/2019
Pilar Melgarejo	Parámetros de restructuración de la Resolución 6443 de 2018.	06/06/2019 A 28/06/2019
Flor Espejo	Normativa, estructuración en información referente a Clasificación en campo	20/05/2019 A 28/06/2019

Fuente: Registro Propio.

5.5 Rectificación del proceso

De acuerdo con la información recolectada en los numerales anteriores se parametriza la óptima metodología y como un análisis introspectivo se evalúa el rendimiento de la misma dentro del software. Dado que cada terreno a levantar va a presentar condiciones topográficas diferentes se especifica en el instructivo una metodología general que sea aplicable en cada proyecto y solo varíen los datos y requerimientos específicos de cada vuelo.

Durante el proceso de evaluación introspectivo de la metodología en el software se desarrollaron la planeación del vuelo, la simulación de la misión y el geoetiquetado de imágenes.

5.6 Entregables

- Ante la institución del IGAC se entrega el Instructivo de Operación del software eMotion 3 para la planeación de vuelos no tripulados y geoetiquetado de imágenes finalizado con la descripción del proceso de planeación, simulación y creación de misiones de vuelos no tripulados.
- Ante la institución del IGAC se entrega un informe ejecutivo con la descripción de la metodología, análisis, cronograma de actividades realizadas, recomendaciones y conclusiones del proceso llevado a cabo para culminar el informe.
- Ante la Universidad Distrital Francisco José de Caldas se entrega un informe ejecutivo con la descripción de la metodología, análisis, cronograma de actividades realizadas, recomendaciones, conclusiones del proceso llevado a cabo para culminar el informe y un anexo el cual es el Instructivo de Operación del software eMotion 3 para la planeación de vuelos no tripulados y geoetiquetado de imágenes.

6 Producto final

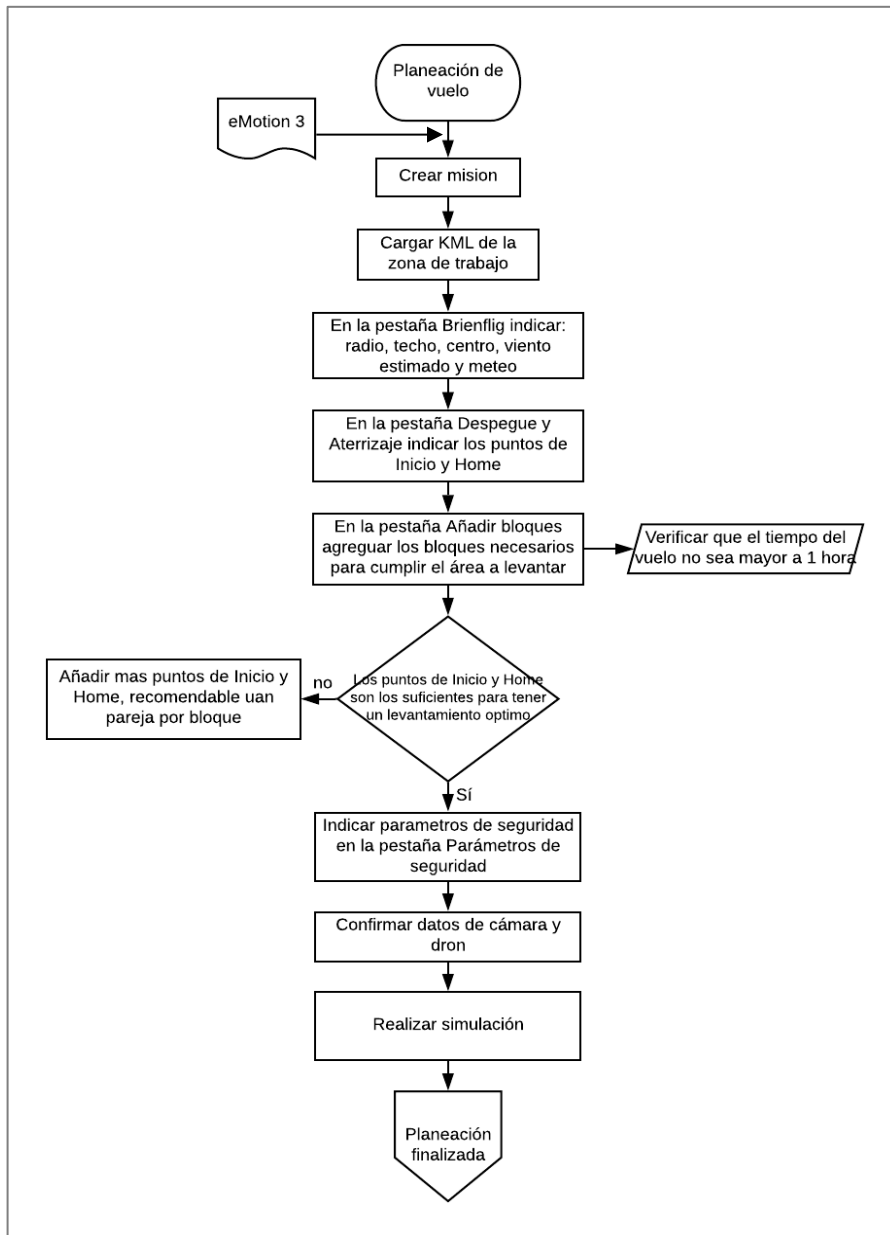
6.1 Operación del Software eMotion 3 para la Planeación de Vuelos No Tripulados y Geoetiquetado de Imágenes

Se finaliza el Instructivo de Operación del software eMotion 3 para la planeación de vuelos no tripulados y geoetiquetado de imágenes el cual tiene como objetivo determinar el procedimiento y requisitos mínimos para establecer una correcta planeación del vuelo con aeronaves no tripuladas y el geoetiquetado de las imágenes en el software eMotion 3. Va destinado al Grupo Interno de Trabajo (GIT) de Administración de Información Geodésica, Cartográfica y Geográfica de la Subdirección de Geografía y Cartografía y a personas naturales o jurídicas que realicen trabajos planeación de vuelos con dron para la captura de ortoimágenes y el geoetiquetado de las mismas para el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC.

Dentro del instructivo se encuentran los siguientes ítems:

- Objetivos y alcance.
- Glosario.
- Normas de procedimiento.
- Características.
- Insumos.
- Mantenimiento.
- Procedimiento.
- Anexo.
- Identificación de cambios.

En la sección de procedimiento se expone la metodología para realizar el plan de vuelo, de forma general se expresa la precisa metodología que se debe llevar a cabo utilizando el software eMotion 3. A continuación en la Figura 1, se observa de forma resumida el procedimiento planteado en el instructivo.



**Figura 1. Diagrama de flujo planeación de vuelo.
Fuente: Registro propio.**

Conjuntamente se encuentra la óptima metodología para desarrollar el geotiquetado de las imágenes tomadas durante vuelo en el software eMotion 3, en la Figura 2 se representa el resumen de dicha metodología.

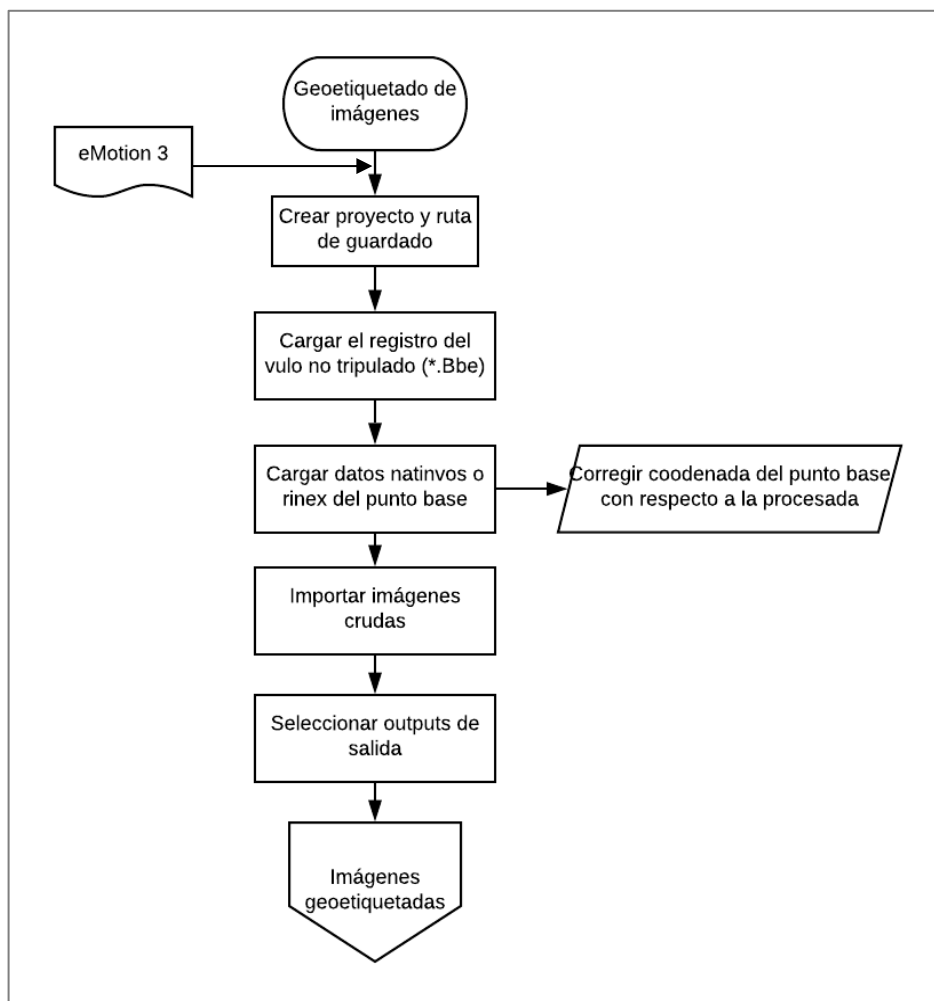


Figura 2. Diagrama de flujo geoetiquetado de imágenes.
Fuente: Registro propio.

Por otro lado, se cumple con el objetivo de realizar la revisión del contenido del Manual de Procedimientos de Clasificación de Campo. El proceso consistió en releer la metodología descrita en el documento y verificar que fuera a fin con la Especificación Técnica Cartografía Básica, Anexo 3: Clasificación de campo para elementos geográficos, se concluye que se debe especificar los términos de clasificación para el nombre y la entidad geográfica que se encuentre consignada en los documentos oficiales de carácter legislativo.

Para mayor información se adjunta el Anexo 1 el cual es el Instructivo que se creó.

6.2 Manual de Clasificación de Campo

Se cumple con el objetivo de aportar con la actualización del Manual de Clasificación de Campo, la propuesta se presentó ante la mesa técnica compuesta por el GIT Clasificación de Campo, el de Deslinde de Entidades Territoriales y el de Modernización Geodésica, Cartográfica y Geográfica para su respectiva actualización.

El proceso de actualización consistió en revisar que el Manual este dentro de los que describe las Especificaciones Técnicas Cartografía Básica, Anexo 3: Clasificación de Campo para Elementos Geográfico, una vez rectificado junto con la tutora técnica Flor Espejo se consideró necesario aclarar la importancia de darle el correcto tratamiento al topónimo de una entidad administrativa, por eso se propone actualizar tanto tal Especificación Técnica como el Manual con el siguiente apartado:

El IGAC como entidad rectora a nivel nacional que tiene la autoridad en la administración de datos y gobernanza del topónimo es la que debe hacer seguimiento y validación para generar la cartografía oficial del país, dentro de la gobernanza del dato, dispone:

La entidad geográfica que constituya límites municipales, departamentales y nacionales, que este consignados en los documentos oficiales de carácter legislativo deben ser obligatoriamente conservados tanto en su escritura como en su localización dada la importancia que representan para la ordenanza territorial, lo que garantiza la soberanía e implicaciones administrativas.

Además, se verifico que esta información se encontrara en otros Manuales que deberían contar con esta información, el resultado fue igual, por eso también se realizó la mesa de trabajo con los respectivos GIT para que lo tuvieran a consideración.

6.3 Resolución 643 de 2018

Se cumple con el objetivo de apoyar al GIT de Modernización Geodésica, Cartográfica y Geodésica en la modificación de la Resolución, el cual tenía como principal objetivo modificar el Anexo 2 de levantamientos topográficos o planimétrico de levantamiento puntuales.

Los datos a actualizar se obtuvieron de discusiones expuestas por mesas técnicas, en las que participaron el IGAC y la Agencia Nacional de Tierras (ANT). A lo largo de las varias reuniones realizadas se concluye que los cambios a realizar son:

- Actualizar la estructura general del Anexo 2.
- Actualización de las leyes y decretos que hacen parte de los Antecedentes y Alcance.
- Actualización de Términos y Definiciones que apliquen a la nueva versión de la Resolución.
- Se adjuntan nuevas escalas de detalle del producto al igual que información complementaria (Escritura de cabida y distancias, elementos a levantar y tolerancias de cabida).
- Se adjunta un catálogo de objetos el cual se extrajo del Anexo 1.
- Se adjunta un catálogo de representaciones.
- Se especifica el tipo de proyección cartográfica que se debe tener en cuenta.
- Actualización del tipo de evaluación del levantamiento topográfico, el cual se basa en la exactitud absoluta.
- Actualización de la estructura de entrega de archivos.
- Se elimina el Anexo B de la resolución.

7 Resultados

Dada la necesidad de instaurar los lineamientos claros para la correcta obtención de información cartográfica a partir de vuelos no tripulados, se enfoca el instructivo a la operación del software eMotion 3 en donde se explicará el correcto procedimiento para la planeación de vuelos no tripulados, simulaciones y posteriormente del vuelo el geoetiquetado de las imágenes. Se utiliza este software ya que es con el que opera el dron eBee plus el cual hace parte de los equipos del IGAC.

Partiendo del hecho del óptimo desarrollo del proyecto, se recopila la información de manera constante por parte de funcionarios y contratistas especializados en el tema de vuelos no tripulados, aparte de recopilar los conocimientos también se hace un acercamiento de forma individual al software con el fin de confirmar la información recolectada.

A continuación, se describen los datos más relevantes que se consignaron en el Instructivo de operación del software eMotion 3 para la planeación de vuelos no tripulados y geoetiquetado de imágenes:

- En se sección de insumos se requiere al grupo de procesamientos de datos GNSS que al procesar la coordenada del punto topográfico base se entreguen en coordenadas geográficas, dado que al estar desarrollando el geoetiquetado de las imágenes tomadas, en la componente de *Posición de la estación base* es necesario corregir la coordenada del punto base.
- Se establece que a pesar de que el dron cuente con la opción RTK (posicionamiento en tiempo real) y que el software cuente con el geoetiquetado de las imágenes, es indispensable colocar puntos de control con coordenadas precisas, dado que a la hora de generar el ortomosaico el solape no cumple con los requerimientos.
- Es importante realizar un reconocimiento de la zona ya sea visitando el lugar o por ayudadas virtuales como son imágenes o Google Earth. Dado que hay que tener presente la topografía del terreno. Si la zona a levantar es boscosa se debe volar alto para facilitar la reconstrucción, pero la resolución espacial

se reducirá. Si en la zona hay presencia de edificios se recomienda volar alto puesto que reduce los problemas con las esquinas de los edificios, pero la resolución espacial se reducirá. Si en la zona hay presencia de pendientes altas o con variación de las misma, se deberá diseñar la misión de vuelo considerando para el GSD el punto más bajo y para el traslape el punto más alto recorridos durante el vuelo. Esto servirá de apoyo para orientar las líneas de vuelo de acuerdo al tipo de terreno.

- Con respecto a lo anterior, para seleccionar los puntos de inicio y de aterrizaje deben ser lo más despejados posibles y en una zona llana.
- A la hora de rectificar el procedimiento del geotiquetado de las imágenes, en el componente *Registro de la estación base* si presenta un error del software dado que al subir el archivo de formato *.O y *.G en el que no los reconoce, generando un error en el procedimiento, se debe tener en cuenta que los archivos de registro deben tener un intervalo de adquisición de datos de 1 segundo y en versión 2.11. Si no se cumple alguna de estas premisas el procedimiento fallará. Además si el fallo es debido a que el archivo de observaciones está en formato .19d, es necesario aplicar una descompresión para transformar ese archivo en formato *.19o.
- Se establecen y se especifican los parámetros de seguridad mínimamente necesarios para realizar un vuelo, con el fin de prevenir un incidente, pérdida del dron o toma de datos con baja precisión. Los principales eventos que afectan la calidad o seguridad del dron es la velocidad del viento, que no debe ser mayor a 12m/s, el nivel de batería al encontrarse igual o menor a un 30 %, la distancia máxima de recepción del dron con home es de 3 km y la proximidad del terreno el cual lo detecta con su sensor de tierra.
- Para facilitar la comprensión del uso operativo del software se crea el Anexo 1 en el cual se da una introducción a las opciones y herramientas que ofrece el software eMotion 3.
- Para la obtención de productos cartográficos mediante esta metodología, el punto de partida está en una buena planificación del proyecto de vuelo

fotogramétrico, considerando la orografía del terreno y el contenido visual presente (vegetación densa, cuerpos de agua, campos de agricultura, infraestructuras, etc.) servirán para el proceso de restitución de tierras y el para el Sistema Nacional Catastral.

- Hay que tener en cuenta que al ejecutar un solo vuelo a una altura constante independientemente de los cambios de altitud en el terreno. Como consecuencia que la diferencia de altura entre el dron y el terreno no se mantiene se tendrá una variación del GSD en el proyecto (mayor en el punto más bajo) y en el traslape (se reducirá en el punto más alto si no se modifica el tiempo entre cada captura).
- Para el caso de varios vuelos a diferentes alturas, estos deberán ejecutarse con las líneas de vuelo perpendiculares a la pendiente del terreno y será importante mantener un buen traslape entre vuelos. Para este caso el GSD se mantendrá casi constante para el proyecto, ya que la diferencia de altura entre el dron y el terreno será casi constante
- Realizando un vuelo único siguiendo la variación de la elevación del terreno. Este método brinda mejores resultados ya que el GSD se mantendrá constante para el proyecto porque la diferencia de altura entre el dron y el terreno es casi constante.

Por otra parte, en cuanto a la revisión realizada al Manual de Clasificación de Campo se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se concluye que se le debe hacer una aclaración en la sección “selección de los nombres en campo” tanto en la Especificaciones Técnicas Cartografía Básica, Anexo 3: Clasificación de Campo para Elementos Geográfico como en el Manual de Clasificación de Campo, en la que especifique:

El IGAC como entidad rectora a nivel nacional que tiene la autoridad en la administración de datos y gobernanza del topónimo es la que debe hacer seguimiento y validación para generar la cartografía oficial del país, dentro de la gobernanza del dato, dispone:

La entidad geográfica que constituya límites municipales, departamentales y nacionales, que este consignados en los documentos oficiales de carácter legislativo deben ser obligatoriamente conservados tanto en su escritura como en su localización dada la importancia que representan para la ordenanza territorial, lo que garantiza la soberanía e implicaciones administrativas.

Esta propuesta se presentó ante la mesa técnica compuesta por el GIT Clasificación de Campo, el de Deslinde de Entidades Territoriales y el de Modernización Geodésica, Cartográfica y Geográfica

En cuanto a la Resolución 643 de 2018 se realizó apoyo según las actividades estipuladas por el GIT de Modernización Geodésica, Cartográfica y Geográfica en:

- De acuerdo con las socializaciones en mesas técnicas se concluye que se debe fusionar los temas de descritos en el Anexo 1 y 2 y redactar un solo documento que describa los levantamientos topográficos o planimétricos.
- Restructuración de la Resolución 643 de 2018 a partir del Instructivo para Elaborar especificaciones Técnicas de Información Geográfica.
- Se modifica la estructura de formato de entrega de los archivos, a petición de las mesas técnicas que se llevaron a cabo, argumentaron que dada los extensos nombres de los folios puede que al compartir la información se pierda. Por ello se redujo el identificador de cada carpeta y archivo, creando codificaciones que se explicaron detalladamente en la respectiva sección.
- Se adjunta el Catálogo de Representación titulado: Catálogo de Representación Mapa Catastral Digital, versión 1, por el que se establecen los respectivos símbolos de los objetos de catastro con respecto a la escala a utilizar.

8 Evaluación de los objetivos alcanzados

Se cumplen con los objetivos establecidos para el proceso de la pasantía dado que se comprende y aplica las metodologías especificadas por el IGAC en materia de aeronaves no tripuladas y de clasificación de campo, ya sea que se encuentren descritas en manuales, instructivos, guías, entre otros, o por conocimientos recopilados por los especialistas en el tema.

Se realiza una validación de la información en los temas de planeación de vuelos no tripulados la cual es obtenida por los funcionarios y contratistas concedores. El cual consistió en reproducir la metodología recopilada en el software eMotion 3, esto permitió optimizar los procesos de la obtención de las imágenes geoetiquetadas y la planeación del vuelo. Asimismo, se documenta dicho procedimiento y se obtiene como producto final el Instructivo de Operación del Software eMotion 3 para Planeación de Vuelos no Tripulados y Geoetiquetado de Imágenes.

Partiendo de la información recopilada por los funcionarios y contratistas obtenida de masas de trabajo se logra realizar las actualizaciones necesarias del contenido establecido en el Manual de Clasificación de Campo y en la Resolución 643 de 2018 para suplir las actuales exigencias y las necesidades de entidades como la Agencia Nacional de Tierras (AND). En el caso del Manual se vio la necesidad de actualizar el manual por aclarar la importancia de los nombres y localización de entidades geográficas descritas en ordenanzas, leyes, normas, entre otras; a fin de mejorar los estándares de calidad. Por otro lado, la resolución se restructuro totalmente para incluir los Anexos 1 y 2 en un documento, de acuerdo a lo requerido por la AND y Catastro, además para garantizar el completo traspaso de información se reducen tanto la estructura como los nombres de los folios y de los archivos.

9 Conclusiones y recomendaciones

Se resalta la importancia para el IGAC de establecer lineamientos claros para asegurar la calidad y precisión de sus productos, por lo que el instituto implementa documentos como resoluciones, manuales, instructivos, guías, entre otros para instruir las metodologías a sus funcionarios, contratistas y particulares.

Se recomienda al IGAC acelerar el proceso de documentación de metodologías y procesos en materia de aeronaves no tripuladas dado que al ser una técnica que agiliza la captura de datos de las diferentes zonas o predios donde se presentan dificultades geográficas o climatológicas compromete el cumplimiento de la política de Restitución de Tierras y fortalecer y actualizar el Sistema Nacional Catastral. Adicionalmente es un trabajo muy importante mantener actualizados estos documentos para descartar procesos obsoletos y adicionar nuevas tendencias, metodologías y conocimientos producto de la experiencia y la investigación. Para mantener la calidad de los textos guías como el manual es necesario concientizar al personal del instituto sobre la importancia de estos, para que sean los mismos funcionarios y contratistas que se encarguen de retroalimentar dichos textos. Adicionalmente también es necesario promover la investigación dentro del instituto que produzca nuevos conocimientos y así seguir retroalimentando los textos guías como el manual de levantamientos.

Los elementos más importantes al planear un vuelo fotogramétrico mediante la tecnología del dron son el número de líneas de vuelo, la altura de vuelo, la velocidad del dron y el porcentaje de sobreposición de las imágenes tanto con las imágenes de su misma línea de vuelo como con las de líneas adyacentes.

Se recomienda al Instituto ampliar los campos de aplicación de los vuelos no tripulados en sus diferentes subdirecciones dado que el dron eBee Plus cuenta con varias funcionalidades. Aparte de topografía y cartografía se puede implementar los vuelos multispectrales, tecnología LIDAR e infrarrojo térmico en el área de la agricultura, ambiental y geología.

La clasificación de campo es un proceso cartográfico fundamental dado que en esta etapa se desarrolla la clasificación, validación y verificación de las entidades geográficas con sus respectivos nombres geográficos a través de la captura de información en campo para su posterior publicación en un determinado producto con las especificaciones del modelo de datos previamente definido y con el fin de unificar la terminología y veracidad de la información.

Se recomienda al IGAC crear una Infraestructura de Datos Toponímicos Nacionales ordenada y precisa para comunicar y unificar los nombres geográficos. Esto se fundamenta en que su contenido semántico y simbólico constituye una valiosa información geográfica en la utilización de cartografía y mapas digitales.

Finamente se resalta la importancia de que el Instituto cuente con documentos de procesos o normativas actualizados, como es el caso de la Resolución 643 de 2018, dado que se presentaron incongruencias en el Anexo 2 “levantamiento topográfico y planimétrico para casos puntuales” en cuanto a métodos de rectificación de calidad y estándares de precisión muy elevados.

10 Referencias Bibliográficas

- CIAF. (08 de 03 de 2016). IGAC. Obtenido de <https://noticias.igac.gov.co/es/contenido/con-imagenes-de-alta-resolucion-igac-realizara-actualizacion-de-cartografia-de-detalle-en>
- IGAC. (Oct. de 2011). *Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Recuperado el 2018, de Manual de Procedimiento Control Terrestre: http://sofigac.igac.gov.co/files/mod_documentos/documentos/P30200-01-11%20V3/P30200-01-11%20V3%20Control%20Terrestre.pdf
- IGAC. (Nov. de 2011). *Instituto Geográfico Agustín Codazzi* . Recuperado el 2018, de Manual de Procedimientos Levantamientos Topográficos de Precisión: http://sofigac.igac.gov.co/files/mod_documentos/documentos/P30200-04-11%20V3/P30200-04-11%20V3%20Levantamientos%20topograficos%20de%20precision.pdf
- IGAC. (5 de 12 de 2013). Obtenido de <https://noticias.igac.gov.co/es/contenido/drones-y-radares-tecnologias-del-igac-para-apoyar-el-proceso-de-restitucion-de-tierras>
- IGAC. (2018). *Manual de Procedimientos de Control de Campo* . Bogotá D.C.: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Murcia, C. A. (s.f.). *SitMurcia*. Obtenido de <http://sitmurcia.carm.es/nombres-geograficos>
- PND. (5 de 6 de 2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022*. Colombia. Recuperado el 2018, de <https://noticias.igac.gov.co/es/contenido/articulos-del-igac-en-el-plan-nacional-de-desarrollo-2018-2022>
- René Claros, Alex Guevara, Nelson Pacas. (2016). *APLICACIÓN DE FOTOGRAMETRÍA AÉREA EN LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS MEDIANTE EL USO DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS*. San Miguel: Universidad del Salvador .

SenseFly SA. (2018). *Manual del usuario eMotion 3*. Suiza.

Torres, M. G. (2006). *Manual para elaborar Manuales de Políticas y Procedimientos*.
Panorama.