RECOPILACIÓN Y ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LAS AEROTRIANGULACIONES REALIZADAS POR EL IGAC A LO LARGO DE SU HISTORIA

ANGIE LORENA MUÑOZ CAMACHO
LUIS ALEJANDRO CORTES CASTELLANOS



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
INGENIERIA TOPOGRAFICA
2019

RECOPILACIÓN Y ESTRUCTURACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LAS AEROTRIANGULACIONES REALIZADAS POR EL IGAC A LO LARGO DE SU HISTORIA.

ANGIE LORENA MUÑOZ CAMACHO
COD: 20122032044
LUIS ALEJANDRO CORTES CASTELLANOS
COD: 20142032039

Trabajo de grado en modalidad pasantía para optar por el título de:
Ingeniero Topográfico

DIRECTOR INTERNO
MSc. ROBINSON QUINTANA PUENTES
DIRECTOR EXTERNO
ING. WILFY CECILIA GALVIS LAGOS

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
INGENIERIA TOPOGRAFICA
2019

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 11
2. OBJETIVOS 13
Objetivo General 13
Objetivos Específicos 13
3. ANTECEDENTES 14
4. MARCO CONCEPTUAL 15
4.1. Aerotriangulación: 15
4.2. Error Mínimo Cuadrático 18
4.3. Modelo De Datos 18
4.4. Características Bases de Datos 19
4.5. Bases de Datos Geográficos 20
4.6. Fotogrametría 21
4.7. Puntos de control terrestre 22
4.8. Puntos Arcifinios 22
4.9. Sistema de coordenadas 23
4.10. Vuelo fotogramétrico 24
4.11. Geodatabase 25
5. INDICADORES 28
5.1. Rutas Aerotrianguladores 28
5.2. Áreas De Control Generadas 28
6. METODOLOGIA 29
6.1. Descripción de Actividades 29
6.2. Búsqueda De Información 30
6.3. Tratamiento Y Cargue De La Información 32

6.3.1. SENSOR FRAME 33
6.3.2. SENSOR ADS 40
6.4. Integración De La Información En Una Base De Datos Única 42
6.4.1. Estructuracion Y Definicion De Dominios 43
6.4.2. Preparación 44
6.4.3. Integración Base De Datos 46
6.4.4. Verificación De La Información 49
7. AVANCES DEL PROYECTO 52
7.1. Avance General del Proyecto Primer Corte 52
7.1.1. Indicadores Primer Corte 53
7.1.2. Seguimiento Avance Primer Corte 54
7.2. Avance General del Proyecto Segundo Corte 57
7.2.1. Indicadores Segundo Corte 58
7.2.2. Seguimiento Avance Segundo Corte 58
7.3. Avance General del Proyecto Tercer Corte 59
8. ANALSIS Y RESULTADOS 60
8.1. Análisis Exploratorio 60
8.2. Análisis de Variables 64
8.2.1. Análisis Variables Categóricas: 65
8.2.2. Análisis Variables Numéricas 71
9. CONCLUSIONES 78
10. RECOMENDACIONES 80
11. BIBLIOGRAFÍA 81

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Diagrama de Flujo Búsqueda de Información 30
Ilustración 2 Diagrama de Flujo Tratamiento de la información 32
Ilustración 3 Reconocimiento nomenclatura de vuelo 33
Ilustración 4 Cargue a GDB carpetas "FOTOCENTRO_AJUSTADO" "CONTROL"35
Ilustración 5 Join "FOTOCENTRO_AJUSTADO" 36
Ilustración 6 Join "CONTROL" 37
Ilustración 7 Información área de control 38
Ilustración 8 Selección por localización 39
Ilustración 9 Caso en el que todas las fotos están controladas 39
Ilustración 10 Asignación "0 = Controlado" 40
Ilustración 11 Diagrama de Flujo Integración Información 43
Ilustración 12 Creación de carpeta consolidado 45
Ilustración 13 Conexión Carpeta de Trabajo 45
Ilustración 14 Ventana "Load" (cargue de archivos) 46
Ilustración 15 Ventana de Relacion de Campos 47
Ilustración 16 Consolidación Área Control 48
Ilustración 17 Visualización de Fotocentros Sin Errores 50
Ilustración 18 Visualización de Fotocentros con Errores 51
Ilustración 19 Tabla de Atributos con Posibles Errores 52
Ilustración 20 Histograma Áreas Controladas 62
Ilustración 21 Área Control Bogota 63
Ilustración 22 Área de Control Arauca 63
Ilustración 23 Histograma de Frecuencia Relativa Escala 66
Ilustración 24 Comparación Tipos de Sensor usados 67
Ilustración 25 Comparación Tipos de terreno encontrados 68
Ilustración 26 Distribución puntos de control 69
Ilustración 27 Variables escala y tipo de sensor 70
Ilustración 28 Porcentaje de distribución por tipo de terreno 71
Ilustración 29 Diagrama de Dispersión RMS XY 73

Ilustración 30 Diagrama de Dispersión GSD..... 74
Ilustración 31 Diagrama de Dispersión RMS Z..... 75
Ilustración 32 Diagrama de Dispersión Puntos de Control 75
Ilustración 33 Diagrama de dispersión Area_Ha 76

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dominios Asignados 44
Tabla 2 Comparación entre Dominios 48
Tabla 3 Asignación de aerotrianguladores por pareja 53
Tabla 4 Indicador de Rutas Primer Corte 54
Tabla 5 Áreas de Control Primer Corte 54
Tabla 6 tiempos por bloque 55
Tabla 7 Bloques Realizados Primer Corte 57
Tabla 8 Fotocentros Procesados Primer Corte 57
Tabla 9 Puntos de Control 57
Tabla 10 Indicador de Rutas Segundo Corte 58
Tabla 11 Áreas de Control Segundo Corte 58
Tabla 12 Bloques Realizados Segundo Corte 58
Tabla 13 Fotocentros Procesados Segundo Corte 59
Tabla 14 Puntos de Control Procesados Segundo Corte 59
Tabla 15 Áreas de Control 61
Tabla 16 Análisis Variable Escala 65
Tabla 17 Análisis Variable Tipo de Sensor 67
Tabla 18 Análisis Variable Tipo de terreno 67
Tabla 19 Análisis Distribución de puntos de Control 68
- Tabla 20 Análisis Variables escala y tipo de sensor 70
- Tabla 21 Análisis Variables tipo de distribución Vs Tipo de terreno 71
Tabla 22 Matriz de Varianza y Covarianza de Variables 72
Tabla 23 Matriz de Correlación de Variables 72
Tabla 24 Medidas de Variabilidad 72
Tabla 25 Exactitud de aerotriangulacion para ortofoto 74

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Indicador de rendimiento 28
Ecuación 2 Indicador Área Controlada 29

RESUMEN

La recopilación de la información de las aerotriangulaciones nace de la necesidad de actualizar los archivos de dicho proceso realizados por el IGAC a lo largo de la historia, consolidándose en una única GDB con el fin de reducir esfuerzos y de generar una manera eficaz y segura de guardar la información para futuros procesos.

En esta recopilación y estructuración de la información se realizaron (461) aerotriangulaciones consolidadas en una GDB integrada en la que cada una fue discriminada según distintos parámetros como lo son los RMS, el proyecto al que pertenece, el aerotriangulador encargado, entre otras; haciendo uso de herramientas de software como lo son ArcMap, Inpho y Erdas. El tratamiento adecuado y completo de la información permitió cumplir con el objetivo de la pasantía y generar la entrega de un producto estandarizado y acorde con los lineamientos requeridos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

ABSTRACT

The compilation of the information of the Aerotriangulaciones born of the need to update the files of this process carried out by the IGAC throughout the history, consolidating itself in a single GDB in order to reduce efforts and to generate an effective way and Sure to save the information for future processes.

In This compilation and structuring of the information were carried out (461) Aerotriangulaciones consolidated in an integrated GDB in which each one was discriminated according to different parameters such as RMS, the project to which it belongs, the Aerotriangulador commissioned, among others; using software tools such as ArcMap, Inpho and Erdas. The adequate and complete treatment of the information allowed to fulfill the objective of the internship and to generate the delivery of a standardized product and according to the guidelines required by the Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales características con las que debe contar un producto cartográfico es la calidad y confiabilidad de la información expuesta en él, esta importancia radica en el hecho de que esta información es el punto de partida para el desarrollo de grandes proyectos en diversas áreas. Estas características se ven impulsadas cuando la información está debidamente estructurada y estandarizada.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), bajo la Subdirección de Geografía y Cartografía, es la encargada de realizar las operaciones de cartografía digital ofreciendo información optima y confiable para los usuarios, realizando entre sus diversas funciones el procesamiento de aerotriangulaciones siendo esta la técnica mediante la cual se determinan las coordenadas de los elementos dados registrados en las aerofotografías a fin de generar un modelo espacial a escala del terreno.

Para ello es necesario recopilar la información generada en procesos de aerotriangulación realizados por el IGAC a lo largo de su historia, con el objetivo de estructurar y estandarizar los resultados mediante parámetros establecidos por la entidad, esto permitirá mejorar los procesos de control de calidad de los productos generados por la entidad.

El Ingeniero Topográfico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, cuenta con los conocimientos necesarios para desarrollar proyectos relacionados con el desarrollo y control de calidad de procesos cartográficos, mediante un convenio interinstitucional entre el IGAC y la Universidad Distrital, se brinda la posibilidad de tener un acercamiento a su ejercicio profesional y que se relacione con proyectos de investigación.

El IGAC como la institución encargada de la cartografía del país, debe garantizar en sus procesos un control de calidad para el cumplimiento de la normatividad pertinente para cada trabajo que realicen, el mismo instituto cuenta con sus propias especificaciones técnicas vigentes para los procesos que desarrollen, o los procesos que hayan sido realizados por personas naturales y jurídicas, que deban ser garantizados por el IGAC. [1]

[1] (IGAC. Gestión de Proyectos Geograficos y Cartograficos, 2018)

2. OBJETIVOS

Objetivo General

- Recopilar y Estructurar la información resultante de las Aero triangulaciones realizadas por el IGAC bajo el modelo de datos concretado para ello.

Objetivos Específicos

- Tomar una capacitación técnica que permita la correcta identificación de los distintos elementos metodológicos concernientes al proceso de Aerotriangulación.
- Recopilar la información digital y análoga de las Aerotriangulaciones realizadas por el IGAC.
- Estructurar la información en una base de datos espacial.
- Estandarizar la información de las Aerotriangulaciones bajo los parámetros establecidos.
- Proponer una metodología para el cargue de la información de Aerotriangulación.
- Analizar el trabajo realizado por cada uno de los aerotrianguladores.
- Determinar el área de control que se tiene a nivel nacional después del cargue de la información total de las aerotriangulaciones.
- Aportar ideas que ayuden en el mejoramiento de la estructuración de una única GDB.

3. ANTECEDENTES

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi desde mucho tiempo atrás ha realizado gran cantidad de procesos en los cuales el desarrollo de las aerotriangulaciones juega un papel muy importante, la información referente a estas, se encuentra almacenada en cada una de los discos asignados para los aerotrianguladores estructurada en carpetas que contienen los distintos resultados de las aerotriangulaciones, dicha situación impide la consulta rápida y eficaz de la información, además de tener la necesidad de contar con las rutas de cada uno de los discos antes mencionados.

Esta situación obliga a pensar en la necesidad de desarrollar una base de datos que tenga la capacidad de reunir las aerotriangulaciones realizadas por el instituto a lo largo de su historia, brindando beneficios tales como integración de toda la información en un solo instrumento digital, rápido acceso a la información, generación de consultas y desarrollo de diferentes análisis de los procesos de aerotriangulaciones, además de la posibilidad de generar comparaciones con los procesos actuales y los avances o retrocesos que se hayan tenido a lo largo del tiempo.

Para la integración de la información se establece un modelo de datos, el cual se desarrolla mediante el software ArcGIS 10.3, en el cual se realiza tratamiento de la información; adicional a este también se encuentran implicados en el proceso software como LPS e Inpho utilizados en la metodología que implica procesos satelitales o de barrido e Inpho apoyando el proceso de verificación del área controlada que ofrece el archivo de extensión PRJ encontrado en las carpetas de cada ruta de los aerotrianguladores.

4. MARCO CONCEPTUAL

4.1. Aerotriangulación:

"Se conoce como triangulación aérea o aerotriangulación al conjunto de técnicas Fotogramétricas que, a partir de un mínimo número de puntos de apoyo y mediante mediciones efectuadas en los fotogramas o modelos, posibilitan realizar la orientación absoluta de los fotogramas, modelos de una pasada y conjuntos de pasadas, por determinación de los parámetros de orientación de manera directa o de las coordenadas terreno de puntos identificables en los fotogramas." (Álvarez, 2001b, p. 142). [2]

Siendo así la aerotriangulación se basa en la densificación de puntos de apoyo en el bloque aerotriangulado, obteniendo la posición del mayor número posible de estos puntos mediante operaciones fotogramétricas de oficina lo cual permite que el trabajo de campo se minimice.

Sin embargo, este proceso necesita apoyarse en el fotocontrol a través del cual se obtienen puntos de control con posiciones conocidas en el terreno, los cuales se utilizan como base para ajustar el bloque fotogramétrico y del uso de GPS cinemático y del sistema INS en el avión para proveer de coordenadas y ángulos de giro a la cámara en el momento de cada exposición (Pérez, 2001a). [3]

Este proceso se alimenta de los resultados de los procesos de preparación del proyecto, planeación de vuelos fotogramétricos, toma de imágenes aerofotográficas y

[2] (Álvarez, 2001)
[3] (Álvarez, 2001)

fotocontrol, tomando como información base el certificado de calibración de cámara y resumen de fotocontrol (López Muñoz, V., 2009). [4]

En la ejecución de las aerotriangulaciones los vuelos que se usan como insumo base deben cumplir con condiciones tales como que los giros omega y phi de la cámara sea muy pequeños o iguales a cero; como el giro kappa depende de la trayectoria del avión, este puede obtenerse a partir del proyecto de vuelo.

La aerotriangulación digital consta de las siguientes fases:

I. Fase de preparación:

a) Recepción de insumos.
b) Generación de imágenes piramidales.
c) Preparación del esquema general del proyecto.
d) Preparación del bloque y selección del fotocontrol. Selección de las imágenes, definición de las pasadas, verificación de recubrimientos longitudinales y transversales, recopilación de información de las cámaras y verificación del control existente y densificación del control nuevo.

[4] (Lopez, 2008)

II. Fase de medición o captura instrumental de datos:

a) Orientación Interior.

b) Generación automática de puntos TIE o Determinación de los puntos de paso. Los puntos de paso son aquellos puntos de conexión de imágenes pertenecientes a un mismo bloque.

c) El proceso varía según el método de aerotriangulación empleado, pero en esencia consiste en armar los pares estereoscópicos, y tomar los datos necesarios para su posterior procesamiento.

d) Medida de los puntos de control. Se deben medir las coordenadas imagen de los puntos de control en todas las imágenes en las que aparecen.

III. Fase de procesamiento de datos (Transformaciones y ajustes de coordenadas en el ordenador):

a) Compensación del bloque. Independientemente del método de compensación usado, esta fase debe ejecutar corrección y análisis de los datos, detección de errores groseros, depuración de los resultados y determinación de parámetros.

b) Para todos los casos se hará una comprobación final de los modelos al terminar el ajuste. (Álvarez, 2001b, sec. 2.2; «Grupo A. Temas generales. Grupo A.2 Fotogrametría y Teledetección», s. f., sec. 35.4, «Introducción a la Fotogrametría», s. f., sec. 4.6.3). [5]

[5] (Álvarez, 2001)

4.2. Error Mínimo Cuadrático

"Definido matemáticamente como la raíz cuadrada del cociente entre la suma de los cuadrados de los errores aleatorios y el número de errores menos uno, se minimiza con una solución por el método de los cuadrados mínimos. Él da una medida estadística de la dispersión de las posiciones calculadas en torno a la "posición mejor ajustada". A menor EMC mayor precisión". [6]

4.3. Modelo De Datos

El modelo de datos corresponde a una forma de estructurar y organizar los datos de tal forma que se puedan manejar fácilmente en una base de datos. Los datos no estructurados generalmente se pueden encontrar en documentos de texto, correos, electrónicos, mapas o programas de diseño. El modelo de datos requiere que los datos tengan un tratamiento de forma tal que se pueda estandarizar la información consignada en la base de datos.

"El modelado de datos se utiliza habitualmente en combinación con un sistema de gestión de base de datos. Los datos que se han modelado y preparado para este sistema se pueden identificar de varias maneras, como de acuerdo a lo que representan, o cómo se relacionan con otros datos. La idea es hacer de los datos tan presentables como sea posible, para que el análisis y la integración se pueda hacer con tan poco esfuerzo como sea necesario." [7]

---

6 (Glosario Alicante, 2018)

7 (Tecnologias e Información, 2018)

4.4. Características Bases de Datos

Una base de datos es un conjunto de datos del mismo contexto almacenados y ordenados para que un sistema de información pueda seleccionar rápidamente una porción de éstos, las bases de datos se organizan y se gestionan mediante motores de bases de datos independientes del sistema de ficheros del sistema operativo denominados sistemas de gestión de bases de datos o SGBD. [8]

Las características que más resaltan en las bases de datos son:

a) La organización de la información en campos, registros y archivos.
b) Se genera una independencia de los datos.
c) Se genera reducción en la redundancia.
d) Se facilita el acceso concurrente por parte de múltiples usuarios.
e) Se garantiza la integridad de los datos.
f) Se optimizan las consultas complejas.

Todo esto con el fin de generar una colección de información organizada y almacenada digitalmente de forma tal que un software pueda seleccionar rápidamente los fragmentos de datos para dar respuesta a una necesidad de información.

[8] (Navarro, 2011)

4.5. Bases de Datos Geográficos

Una base de datos geográficos es una colección de datos organizados de tal manera que sirvan para una o varias aplicaciones SIG. Está base de datos comprende la asociación entre sus dos principales componentes: datos espaciales y atributos o datos no espaciales.

a) **Datos espaciales:** Los datos espaciales son las características geográficas de los objetos descritos (ubicación, dimensión, forma).
b) **Datos no espaciales:** Los datos no espaciales o atributos son las características cuantitativas asociadas al objeto que se desea describir.

Las bases de datos geográficos tienen como característica principal, almacenar y permitir la exportación, modificación y consulta de entidades que recopilen información tanto geográfica como alfanumérica. Estas bases de datos son de tipo jerárquico, donde la indexación se da por medio de índices únicos, la unión se hace por medio de un join y no existe normalización.

Las técnicas de almacenamiento que manejan las bases de datos geográficas son por medio de modelos vectoriales y modelos Ráster:

a) **Modelos Vectoriales**: Como su nombre lo indica generan una representación vectorial de los datos es decir por medio de coordenadas puntos, líneas, polígonos, etc.
b) **Modelos Ráster**: Manejan una estructura de datos seguida de un proceso en el que lo primero que se ejecutará será una enumeración exhaustiva es decir que cada pixel será nombrado individualmente para así pasar al segundo paso que es usar un método de compresión de imágenes en el que se realiza la compactación de celdas contiguas con valores numéricos idénticos; el tercer

paso es la entrada de datos en el que se realiza una digitalización manual o semiautomática de la información y por último se tiene en cuenta los formatos de almacenamiento clasificándolos en aquellos que generan perdida de datos como lo son los JPG/JPEG y los que no generan perdida de datos como los son los TIFF, PNG, GIF.[9]

4.6. Fotogrametría

La fotogrametría puede definirse como como una técnica de captura de información espacial a distancia, que permite cuantificar y obtener información muy relevante de la superficie terrestre y del medio ambiente con el fin de elaborar mapas de interés social, cultural y económico, esta intrínsecamente vinculada con la fotointerpretación puesto que se complementan entre sí con el objeto de lograr una representación precisa del mundo real. Otras definiciones pueden ser la siguientes: "Técnica cuyo objeto es estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquiera utilizando esencialmente medidas hechas sobre una o varias fotografías de ese objeto" (Clavo, 1982). [10]

"Arte, ciencia y tecnología orientada a obtener información relevante de diversos objetos físicos de la corteza terrestre y de su medio ambiente, a través de procesos de medición e interpretación de imágenes fotográficas y de patrones de energía electromagnética radiante" (Herrera, 1987).[11]

9 (Plana, Paré, & Bollas, 2011)
10 (CLAVO, 1982)
11 (Herrera, 1987)

La condición fundamental de toda planificación de vuelo es la obtención de adecuada cobertura fotográfica con el mínimo de fotografías, tal que cada parte del terreno por pequeña que sea, debe ser cubierta estereoscópicamente, esto significa que toda la superficie debe aparecer en las zonas de superposición tanto de fotografías adyacentes de un recorrido como en las áreas superpuestas de recorridos vecinos. [12]

4.7. Puntos de control terrestre

Se pueden definir como Puntos Materializados o Foto-Identificables, y son empleados para referenciar o determinar un sistema patrón en la etapa de aprovechamiento de la imagen fotográfica.

Los puntos de este sistema deberán ser posicionados geográficamente por sus coordenadas (X, Y, Z), a través de un levantamiento topográfico o geodésico convencional o por algún otro método de densificación de tales puntos.

Estos puntos pueden ser provenientes de una red existente o nuevos a determinar, deben ser correctamente identificados sobre fotografías aéreas. Para ello lo más indicado consiste en colocar sobre los mismos una señal apropiada, en un momento próximo a la ejecución del vuelo como sea posible. [13]

4.8. Puntos Arcifinios

Es un lugar estable e inequívoco de fácil identificación tanto por los detalles fisiográficos en el terreno como en la cartografía nacional del Instituto Geográfico

12 (Centro de fotogrametría, cartografía y catastro, 2005)
13 (CODAZZI, 2014)

Agustín Codazzi, IGAC, el cual sirve como punto de amarre y de partida de un polígono minero de su levantamiento topográfico.

4.9. Sistema de coordenadas

La localización de un punto sobre la Tierra creó la necesidad de definir una cuadrícula, o grilla, trazada de manera imaginaria sobre su superficie. [14] Los sistemas de coordenadas son:

a) **Coordenadas cartesianas tridimensionales:** corresponden con la extensión, en metros, de las líneas paralelas a los tres ejes coordenados [x, y, z], que se extienden entre el punto y su intersección con cada eje. La ubicación del punto se expresa unívocamente con la tripleta [Xp, Yp, Zp]. Si el origen del sistema cartesiano X=0, Y=0, Z=0 coincide con el centro de masas terrestre, estas se definen como coordenadas cartesianas geocéntricas. [15]

b) **Sistema de coordenadas geográficas:** este sistema fue diseñado 200 años a. C. por Hipparcus3; está compuesto por una red de líneas imaginarias trazadas sobre la superficie de la Tierra, denominadas paralelos y meridianos. El Ecuador es una línea de referencia perpendicular al eje de rotación que divide la Tierra en los hemisferios norte y sur. A su vez, el meridiano de Greenwich 4 es una línea vertical que divide la Tierra en los hemisferios oriental y occidental. En este orden de ideas, la posición de un punto sobre la Tierra está definida por la distancia angular entre el Ecuador y

14 (Mendoza, 2010)
15 (IGAC , 2004)

cualquier punto sobre la superficie terrestre, al que se le llama latitud (cuyo rango es de (0-90°); la distancia angular entre el meridiano de Greenwich y el mismo punto se conoce como longitud (que varía entre 0- 180°).[16]

c) **Sistema de coordenadas planas:** UTM Este sistema se basa fundamentalmente en la Proyección Transversa de Mercator, también conocida como UTM. Fue adoptada en 1940 por el Ejército norteamericano, y hoy se sigue actualizando por medio de la Agencia de Mapeo de la Defensa de los Estados Unidos de América -NGA-; se utiliza también de manera paralela a la cartografía oficial del IGAC. Esta proyección es la más importante, pues se utiliza en un 85% del mundo (Maling, 1994), y presenta dos tipos, de acuerdo con el contacto: tangente y secante. [17]

4.10. Vuelo fotogramétrico

Es el proceso que tiene como objetivo fundamental la obtención del material fotográfico necesario para llevar adelante un proyecto fotogramétrico. En principio se requiere una adecuada cobertura fotográfica, tal que cada parte del terreno sea registrada, garantizando resultados fotográficos aceptables. Dicho proceso de divide en dos etapas:

I. Planificación del vuelo

La condición fundamental de toda planificación de vuelo es la obtención de adecuada cobertura fotográfica con el mínimo de fotografías, tal que cada parte del terreno por pequeña que sea, debe ser cubierta estereoscópicamente, esto significa

16 (Sanchez, 2004a)
17 (Álvarez P. , 2009)

que toda la superficie debe aparecer en las zonas de superposición tanto de fotografías adyacentes de un recorrido como en las áreas superpuestas de recorridos vecinos.

La planificación de las líneas de vuelo sirve de apoyo para él quipo que va realizar e l trabajo fotogramétrico, puesto que demarcan las zonas de interés, la separación entre líneas de vuelo y el tiempo aproximado para realzar las tomas, esto con el fin de asegurar una máxima calidad y precisión para poder llevar a cabo una adecuada producción de material cartográfico. Es indispensable que toda el área que se desee ser cartografiada esté dentro de la cobertura estereoscópica del vuelo.

II. Ejecución y Procesamiento del Vuelo

Etapa en la que se obtiene las imágenes fotográficas de acuerdo a la planificación previa. Es el vuelo propiamente dicho durante el cual se realiza en cada toma, la exposición de la película fotográfica. Posteriormente el material expuesto es procesado en laboratorios para obtener distintos productos fotográficos. [18]

4.11. Geodatabase

Una Geodatabase (GDB) Es una Base de datos o estructura de archivos para almacenar, consultar y manipular datos espaciales. La geometría del almacenamiento de la base de datos geográficos corresponde a un sistema de referencia espacial, atributos y reglas de comportamiento para los datos. Varios tipos de conjuntos de datos geográficos

[18] (Centro de fotogrametría, cartografía y catastro, 2005)

pueden ser recogidos en una base de datos geográficos, incluidas las clases características, atributo de las tablas, conjuntos de datos Ráster, conjuntos de datos de red, topologías y muchos otros. [19]

El software de procesamiento ArcGIS permite interactuar con tres tipos de Geodatabase, entre las cuales encontramos:

a) Personal Geodatabase:

Corresponde a una base de datos espaciales con un formato de datos original para ArcGIS, estos formatos pueden ser administrados y almacenados en archivos de Microsoft Access. Se permite un usuario único y un pequeño grupo de trabajo. El formato de almacenamiento de este tipo de Geodatabase corresponde a un único archivo en el cual se consignan los datos en su totalidad.

b) File Geodatabase:

Esta base de datos geográfica está compuesta por varios tipos de datasets SIG alojados en una carpeta de archivos de sistema. Permite un único usuario y la interacción con pequeños grupos de lectores o un único escritor. El formato de almacenamiento de la File Geodatabase corresponde a un archivo por cada dataset en el disco.

c) Corporate Geodatabase:

Corresponde a un conjunto de varios tipos de datasets alojados como tablas de bases de datos relacional. A diferencia de las dos anteriores Geodatabase como se puede deducir de su nombre "Corporativa" permitirá la interacción de múltiples

[19] (Codazzi, 2016)

usuarios tanto escritores como varios lectores y cuenta con múltiples formatos de almacenamiento como lo son: Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2, IBM Indormix y PostfeaSQL. [20]

20 (ArcGis Desktop, 2018)

5. INDICADORES

5.1. Rutas Aerotrianguladores

Los siguientes indicadores fueron formulados para realizar la medición y el cumplimiento de los objetivos presentados al inicio de la pasantía, dicho planteamiento se generó por cada ruta del aerotriangulador que se tenía a cargo vs los bloques que se alcanzaron a trabajar para cada corte (comprendido en un periodo de quince días).

$$\%Rendimiento = \frac{\#total\ de\ carpetas\ procesadas}{\#total\ de\ carpetas} * 100$$

Ecuación 1 Indicador de rendimiento

Fuente: Propia

5.2.Áreas De Control Generadas

Se crea un indicador que permita identificar el porcentaje de bloques que presentan área controlada, sobre el total de bloques efectuados hasta la fecha, en algunos casos esta ausencia de área de control puede estar asociada a factores como la ausencia de información o en segunda instancia y quizás de las más comunes que el archivo presente Puntos Arcifinios en lugar de puntos de control empleados en el proceso de aerotriangulación.

$$\%area\ controlada = \frac{\#total\ de\ areas\ de\ control\ generadas}{\#total\ bloques\ procesados} * 100$$

Ecuación 2 Indicador Área Controlada

Fuente: Propia

6. METODOLOGIA

6.1. Descripción de Actividades

Para la puesta en marcha del proyecto, se pueden distinguir 4 fases, la primera está enfocada en la búsqueda de la información teniendo como insumo principal las rutas de los aerotrianguladores que han sido asignados al desarrollo de estos procesos en el IGAC, adicional del tratamiento de datos que se realiza (organización, nomenclatura de las aerofotografías, formatos.); la segunda enfocada en la integración de la información en la base de datos propuesta para el proyecto y la tercera enfocada en un análisis exploratorio generado a partir de las aerotriangulaciones procesadas por cada aerotriangulador y a nivel nacional teniendo en cuenta las aerotriangulaciones realizadas en cada departamento.

6.2. Búsqueda De Información

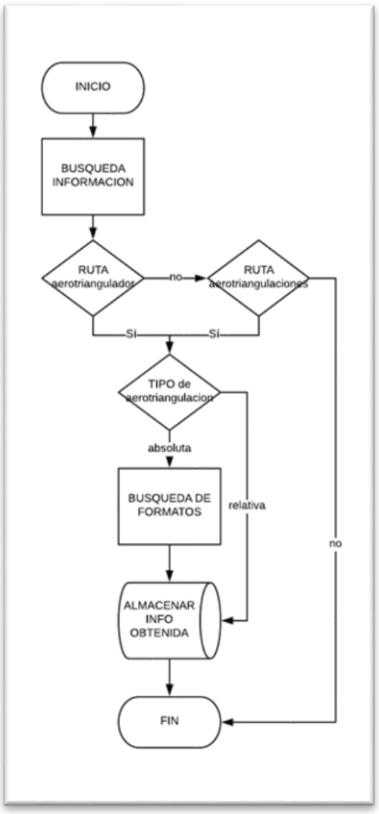


Ilustración 1 Diagrama de Flujo Búsqueda de Información

Fuente: Propia

La búsqueda de la información cuenta con tres rutas hacia discos duros del instituto dispuestas de la siguiente manera:

a. Ruta Aerotriangulador:

Está compuesta cada una por un grupo de carpetas a las cuales se les ha asignado el mismo nombre del bloque fotogramétrico objeto de estudio. En estas carpetas se pueden encontrar: Archivos de aerotriangulación los cuales pueden ser de dos tipos BLK o PRJ, formatos de aerotriangulación y verificaciones que describen las características del vuelo empleado y los resultados de la

aerotriangulación. Estos dos archivos son los que se tendrán en cuenta para la consolidación de la información.

b. Ruta de Aerotriangulaciones:

En esta ruta se encuentran almacenadas la mayor parte de las aerotriangulaciones, debido a que en las rutas de los aerotrianguladores la información consignada no es el producto final, se pueden encontrar ciertas discrepancias como errores en digitalización de información referente a vuelos, formatos, entre otros. Por lo cual esta ruta brinda la posibilidad en la mayoría de casos de tener información más verídica del proceso.

c. Ruta Insumos Geoespaciales:

En ella se encuentran los bloques que se preparan para el proceso de restitución. Una vez se encuentra la información de los diferentes bloques, se procede a realizar una copia de los archivos de aerotriangulación y formatos, en cada uno de los discos asignados para el desarrollo de la pasantía. En esta etapa se sugiere descartar los archivos BGD o ISD cuando las aerotriangulaciones se encuentran en formato PRJ debido a que son archivos de poca importancia y ocupan un espacio considerable. Para los formatos se establece que estén en formato PDF, objetivo de prevenir posible manipulación de la información consignada en estos. Existe la posibilidad de que la

Aerotriangulación sea realizada de dos maneras, absoluta o relativa, cuando es absoluta el archivo PRJ evidencia el uso de puntos de control los cuales son validados en los ejes XY y en Z, en este caso se debe hacer una comparación entre lo consignado en el formato de aerotriangulación y el archivo ".TXT" que se encuentra en la carpeta AT (aerotriangulación), los puntos que se consignaran en

la GBD corresponderán a los que muestra el ".TXT". Para el caso de la relativa, esta no cuenta con puntos de control, por lo cual existe la posibilidad de no encontrar formatos de verificación.

6.3. Tratamiento Y Cargue De La Información

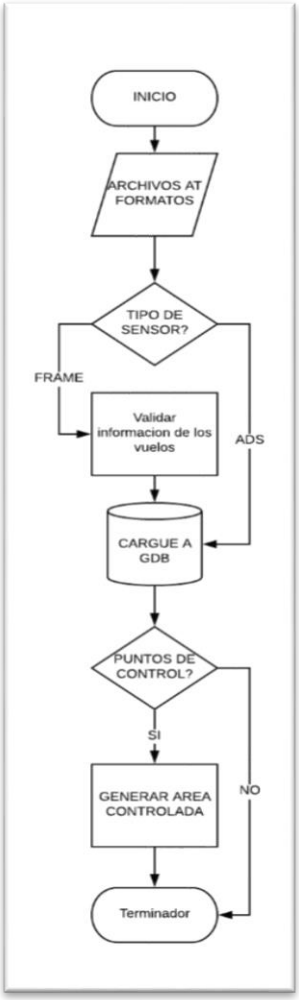


Ilustración 2 Diagrama de Flujo Tratamiento de la información

Fuente: Propia

Para la etapa de tratamiento y cargue de la información se tiene en cuenta el tipo de sensor FRAME o ADS, a continuación, se explicará el proceso para cada uno de estos:

6.3.1. SENSOR FRAME

1. En este tipo de sensor el archivo a trabajar es el de extensión PRJ, basados en el archivo AT lo primero es reconocer por la nomenclatura de los vuelos si se realizara un proceso Digital o Análogo, de ser el segundo caso los vuelos comenzarán con la letra seguido de un guion y el número de la foto, en el caso Digital la nomenclatura será identificada porque el número de la línea de vuelo estará precedido por un guion bajo seguido del número de la foto en la que dicha línea comienza, este reconocimiento será de vital importancia en el momento de renombrar correctamente la foto.

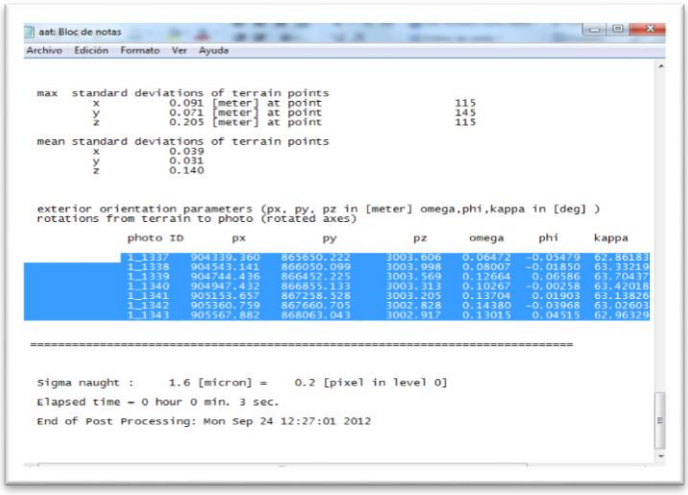


Ilustración 3 Reconocimiento nomenclatura de vuelo

Fuente: Propia

2. Se revisará que se cuente con los formatos de “Descripción de la Aerotriangulación” y “Verificación de la precisión” del bloque en el que se está trabajando generando así la comparación entre el archivo AT y el formato de Descripción de Aerotriangulación con el fin de rectificar que se trate del mismo vuelo.

3. Se creará el archivo de Excel con dos hojas denominadas "FOTOCENTRO_AJUSTADO" y "CONTROL" que contendrán los datos organizados en tablas de:

    a) ID_FOTO, se encontrará en la hoja de "FOTOCENTRO_AJUSTADO" y será en el que se renombrará correctamente las fotografías para el caso de los análogos la letra C seguida de un guion y en el caso de los digitales será el número de vuelo estipulado en el formato precedido por un guion seguido del número de la fotografía que en totalidad debe completar 4 dígitos.

    b) X, Y, Z, OMEGA, PHI Y KAPPA, se encontrarán en la hoja de "FOTOCENTRO_AJUSTADO" y serán los parámetros tomados del archivo AT.

    c) BLOQUE, se encontrará en la hoja "CONTROL" y será el nombre del lugar en el que se realizó la Aerotriangulación o el nombre asignado por el aerotriangulador.

    d) PTO_CONTROL, se encontrará en la hoja "CONTROL" y será los puntos de control tomados del formato de verificación.

    e) Dicho archivo de Excel deberá ser guardado como "Libro 97 del 2003" para lograr el reconocimiento por parte del software ArcGIS 10.3

4. Se procede a realizar el cargue de os archivos de Excel generados a la GDB en sus respectivas tablas que para este caso corresponden a "FOTOCENTRO AJUSTADO" Y "CONTROL", añadiendo información para el caso de "FOTO CENTRO AJUSTADO" el nombre con que figura dicha aerotringulación en la columna

“bloque” y el origen de proyección en la que se realizó en la columna denominada “origen”.

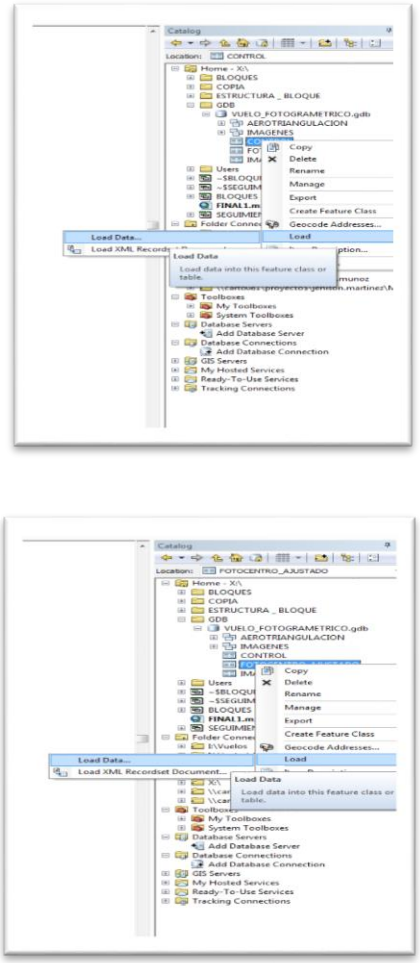


Ilustración 4 Cargue a GDB carpetas "FOTOCENTRO_AJUSTADO" "CONTROL"

Fuente: Propia

5. Una vez consignados los datos necesarios se realiza una consulta en las dos tablas con el fin de que se encuentre únicamente la información del vuelo que se va a trabajar.
6. AL Shape denominado “MARCOS” que fue suministrado y que contiene todos los marcos de las fotografías contenidas en la base de información del IGAC, se le realiza un Join con la tabla de FOTOCENTRO_AJUSTADO y sé especifica que se relacione

por medio del atributo “ID_AEROFOTO”, el resultado será que solo exhibirá los marcos de las fotografías usadas en la Aerotriangulación que se está trabajando.

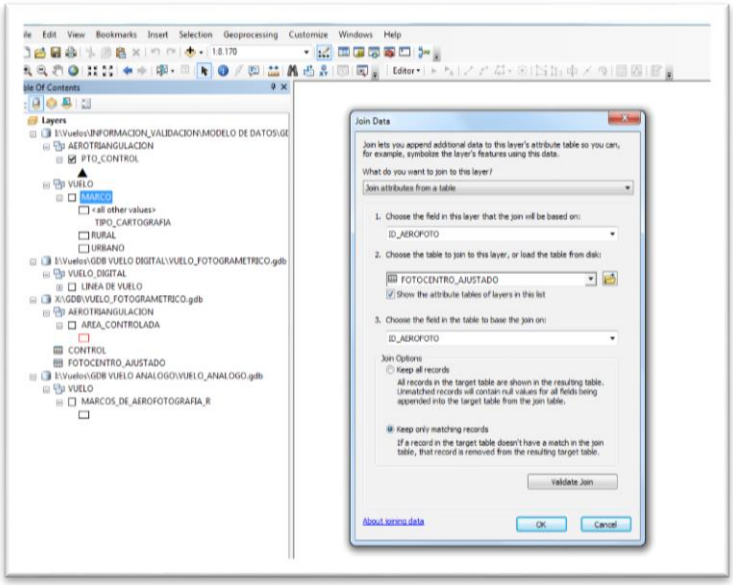


Ilustración 5 Join "FOTOCENTRO_AJUSTADO"

Fuente: Propia

7. Similar al paso anterior se le realizara un join al shape “PUNTOS DE CONTROL” también suministrado pero que en este caso contiene los puntos de control contenidos en la base de información del IGAC y se relacionará con la tabla de “CONTROL”, vinculándose con el atributo de “Nombre_Punto”, igualmente solo exhibirá los puntos de control de la Aerotriangulación especificada.

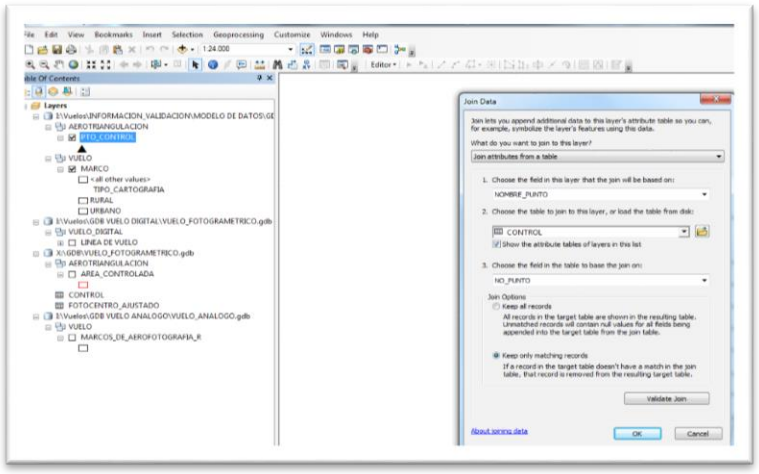


Ilustración 6 Join "CONTROL"

Fuente: Propia

8. Una vez generada está delimitación se procede a generar el área controlada por medio de las herramientas del editor, teniendo en cuenta que contenga todos los puntos de control y que presente estereoscopia.
9. Generada el área de control se consigna la información del área creada en la opción de edición “atributes” del software:
    a) BLOQUE, correspondiente al nombre con que figura la Aerotriangulación.
    b) RMS XY, que será el radial.
    c) GSD, especificado en el formato.
    d) ESCALA, especificada en el formato; si no se cuenta con el formato se aplicará el criterio por ubicación del bloque para zona municipal o cabeceras se le asignará la escala 1:2000 y para zona departamental se le asignará la escala 1:10000
    e) FECHA AT, que será la última fecha de modificación del archivo AT.
    f) RESPONSABLE AT, que será el aerotriangulador responsable.

g) PROYECTO, que será el nombre del proyecto al que corresponde cada Aerotriangulación.

h) EMPALME, que en este caso se escogerá la opción NO, debido a que el bloque no posee control de calidad es decir que no se garantiza el empalme total durante el trabajo de campo con los bloques adyacentes.

i) TIPO, que corresponderá al proceso que en este caso podrá ser "Frame Digital" o "Frame Análogo"

Una vez completada la información guardo los cambios en la barra del editor.

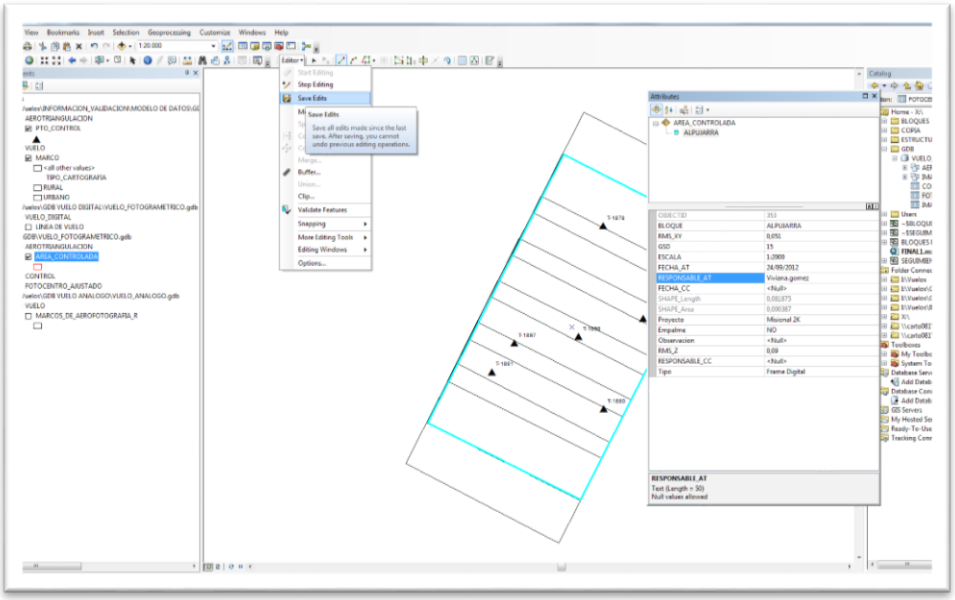


Ilustración 7 Información área de control

Fuente: Propia

10. Para completar la última columna de la tabla de "FOTOCENTRO AJUSTADO" denominada "Estado de Control" se genera una selección por localización entre el marco y el área controlada, una vez finalizado este proceso se despliega la tabla de atributos del shape MARCOS y se selecciona la opción "switch selection" que permite invertir la selección realizada, este proceso mostrará únicamente los marcos

que no fueron controlados es decir que están fuera del área delimitada. De ser el caso en el que existan marcos sin controlar se procede a exportar dichos marcos en un shape.

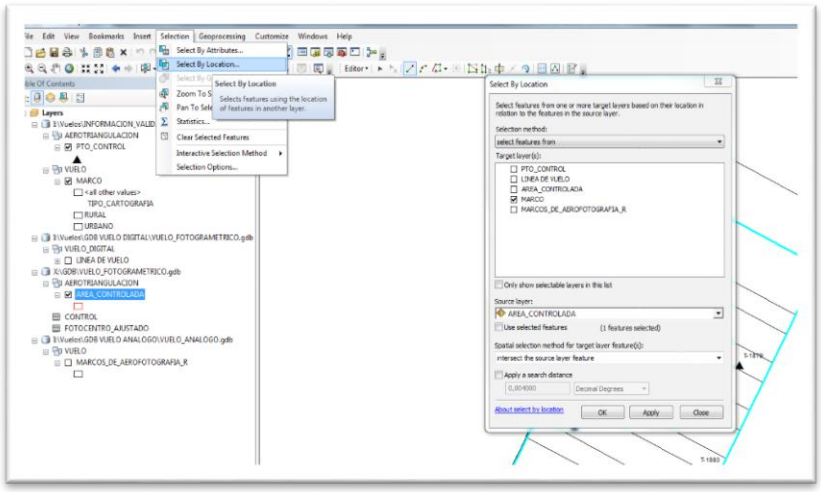


Ilustración 8 Selección por localización

Fuente: Propia



Ilustración 9 Caso en el que todas las fotos están controladas

Fuente: Propia

11. Creado el shape de “marcos_sin_controlar” se genera un join en la tabla FOTOCENTRO AJUSTADO con el fin de que solo me muestre los marcos que no están controlados y proceder a completar la información dando clic en la columna “Estado de Control” en la opción Field Calculator y colocando el # 1 siendo este el programado en el dominio de la tabla para referirse a los “No Controlados” y dando clic en Ok.
12. Para finalizar este proceso se remueve el Join creado y se procede a clasificar los marcos restantes colocando el #0 refiriéndose a los “Controlados”.

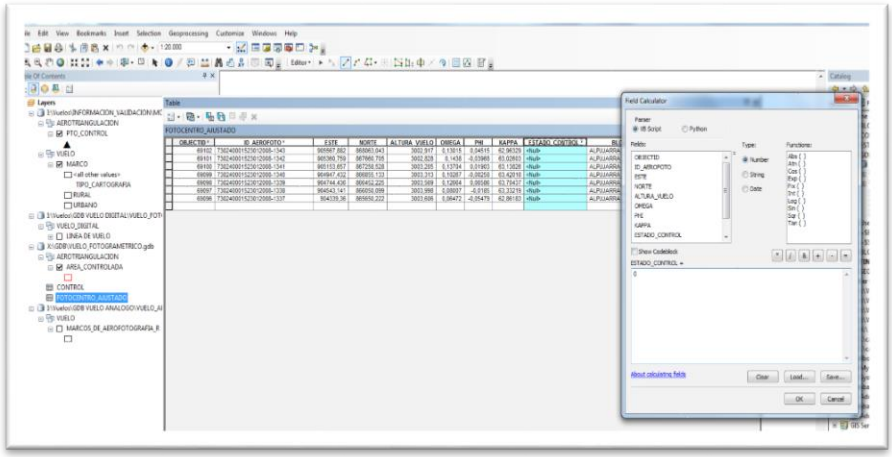


Ilustración 10 Asignación "0 = Controlado"

Fuente: Propia

6.3.2. SENSOR ADS

1. Para este caso se revisa la carpeta de la Aerotriangulación denominada “CALIDAD” y si dentro de está no se encuentra generado el shape de marcos, se procede a abrir el

archivo BLK en el software LPS con el fin de que por medio de la opción guardar se genere un nuevo archivo con extensión. Ovr.

2. Una vez generado este archivo en el software ERDAS en la opción "Export Data" especificando la opción "Anotation DXF" se exporta el archivo. OVR anteriormente creado a un .dxf con el fin de que pueda ser reconocido por el software ArcGIS 10.3 posteriormente.
3. Se carga el archivo creado con extensión .dxf desde la ventana "catalog" desplegando la carpeta en la que fue guardado se da clic y se abre seleccionando la opción de "polygon", se traslada a la ventana "Table of contents" y sobre el archivo se escoge la opción "Export Data" y lo cual permite exportar el archivo como un shape, el resultado será la generación de los marcos de la Aerotriangulación.
4. Generado el shape de marcos se procede a determinar las coordenadas desde el catalog dando clic en propiedades "Coordynate System" y en el buscador seleccionar el sistema de coordenadas correspondiente al bloque empleado según el origen. Una vez referenciados se arrastra de nuevo el shape con el fin de que este sea el archivo definitivo y correcto sobre el que se va a trabajar.
5. En la tabla de atributos se nombra cada uno de los marcos tomando como referencia el archivo BLK desplegado en el software LPS.
6. Una vez nombrados se procede a copiar dicho shape en la carpeta "BARRIDO" en la que se diligenciara la información de cada marco por separado; se guardan los cambios.
7. Se cargan las tablas de "CONTROL" con los puntos de control encontrados en los formatos siendo estos los mismo mencionados para el caso de archivos PRJ.

Discrepando en este caso que la tabla de Ajuste será cargada en "IMAGEN" conteniendo:

a) BLOQUE, que corresponderá al nombre asignado a la Aerotriangulación.

b) ID_MARCO que será el nombre de cada marco tomado del archivo BLK.

Adicional a estos datos en la tabla predeterminada en "IMAGEN" se encontrará la columna "Sensor" la cual está determinada por el dominio en el que se asignará el #1 para el sensor "ADS 100" el cual es representativo de los archivos nombrados con las siglas FAC y el #0 para el sensor "ADS 80" representativo de los archivos nombrados como DIPOL.

8. Para finalizar se activa el shape de área controlada y se delimita por medio de la herramienta editor el área teniendo en cuenta igualmente la estereoscopia y los marcos generados, se completa la información del área con los mismos parámetros mencionados en el proceso anterior cambiando en la opción de TIPO a "Pushbroom-Barrido" y guardando los cambios generados.

   En ambos casos se guarda el archivo. mxd.

De esta manera se concluye el proceso y se hace el registro en el formato de seguimiento que elabora el tutor para tener una forma de ver el avance y poder anotar las posibles observaciones de cada uno de los archivos manejados.

6.4.Integración De La Información En Una Base De Datos Única

Una vez terminado el cargue de la información por cada uno de los integrantes del grupo de trabajo (cuatro personas), se procede a realizar la verificación de cada uno de los dominios empleados en las cuatro bases de datos empleados más la base de datos

trabajada anterior mente por el GIT. Este proceso se realiza con el objetivo de garantizar la integridad de la base de datos.

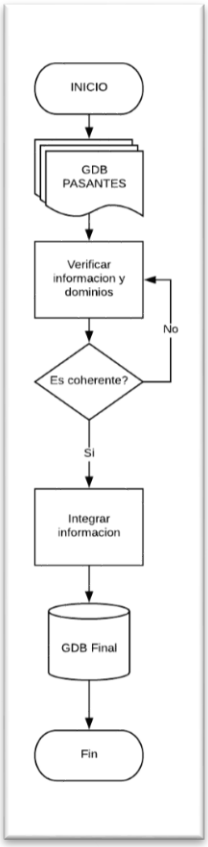


Ilustración 11 Diagrama de Flujo Integración Información

Fuente: Propia

6.4.1. Estructuración Y Definición De Dominios

El proceso se inicia con la definición de los dominios de cada uno de los proyectos efectuados, debido a que es la variable con mayor cantidad de posibilidades, por lo cual se extraen de cada una de las bases de datos, los proyectos encontrados en cada una de las aerotriangulaciones cargadas, en casos en los cuales no se cuenta con esta información se definen como misionales dependiendo de la escala en la cual este el proyecto, se definen proyectos de Misional 2k, Misional 5K, Misional 10K y Misional 25K, por otro

lado, cuando el proyecto se encuentre en uno de los departamentos con los cuales se cuente con un convenio, serán incluidos en este, de esta forma se estandariza el criterio y se omiten posibles errores que pongan en riesgo la integridad de la base de datos.

Tabla 1 Dominios Asignados

Fuente: Propia

COD	NOMBRE
100	ANT
200	Cabeceras Cundinamarca
300	CAR Boyaca
400	CAR Cundinamarca
500	Convenio Antioquia
600	Convenio Boyaca
700	Convenio Cundinamarca
800	Cormacarena
900	Ibague
1000	Quindio
1100	Misional 25K
1200	Misional 2K
1300	Misional 10K
1400	Isagen
1500	Nasa Kewi
1600	Misional 1K
1700	Misional 5K

6.4.2. Preparación

Para poder llevar a cabo la consolidación de la información de manera adecuada se procede a la creación de una carpeta en la cual se puedan contener las bases de datos trabajadas por cada uno de los pasantes, y una base de datos en limpio que será a la cual se cargara toda la información y se le dará el dominio del principio del proceso.

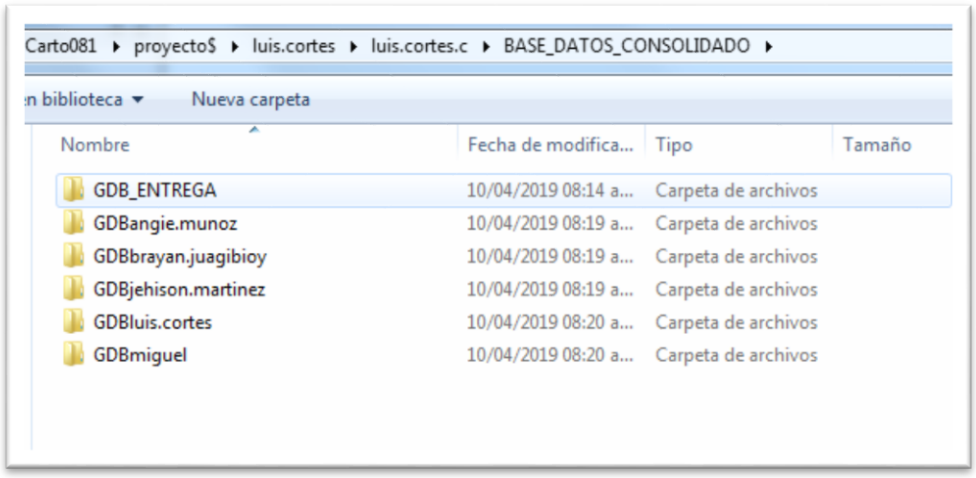


Ilustración 12 Creación de carpeta consolidado

Fuente: Propia

Se realiza la conexión del software con la carpeta permanente de trabajo la cual se ha denominado "BASE_DATOS_CONSOLIDADO".

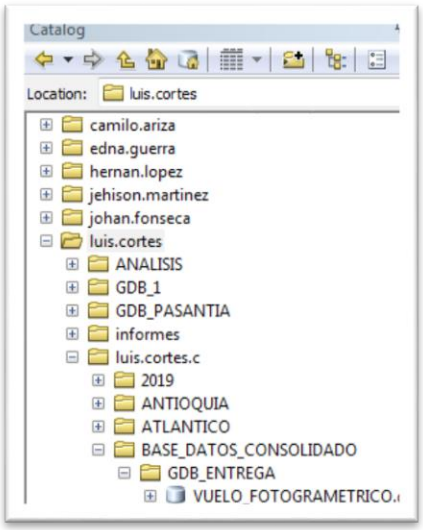


Ilustración 13 Conexión Carpeta de Trabajo

Fuente: Propia

6.4.3. Integración Base De Datos

Se procede a realizar la integración de la base de datos mediante las herramientas que brinda el software, primero se debe dirigir a cada una de las bases de datos trabajadas, se exportan las tablas de “FOTOCENTROS_AJUSTADOS” y de “CONTROL” y de igual manera el Feature Class de “AEROTRIANGULACION” e “IMÁGENES”, para después de ello ser cargadas a la base de datos consolidada.

Para poder conseguir el cargue de la información, es necesario dirigirse a cada uno de los “Datasets” o “Tablas” de la base de datos, se da clic derecho sobre la capa, esta nos dará la opción de cargar el archivo (LOAD).

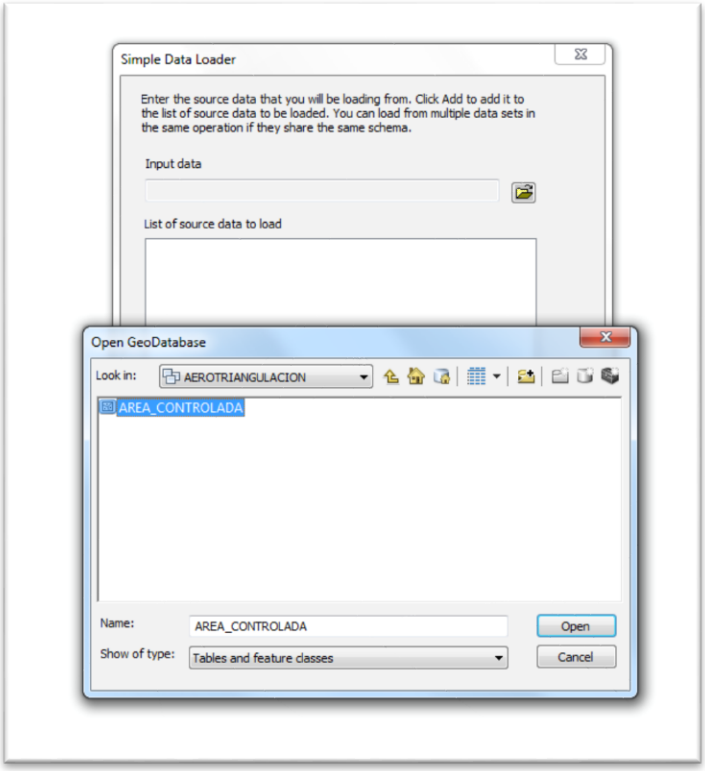


Ilustración 14 Ventana "Load" (cargue de archivos)

Fuente: Propia

Posterior a ello se desplegará una nueva ventana en la cual se tendrá la posibilidad de asociar los campos, es de vital importancia verificar que cada uno de los campos esté debidamente relacionado, el software lo detecta de manera automática, pero, cuando se presenten discrepancias en los nombres de los campos se pueden tener errores en el cargue de la información.

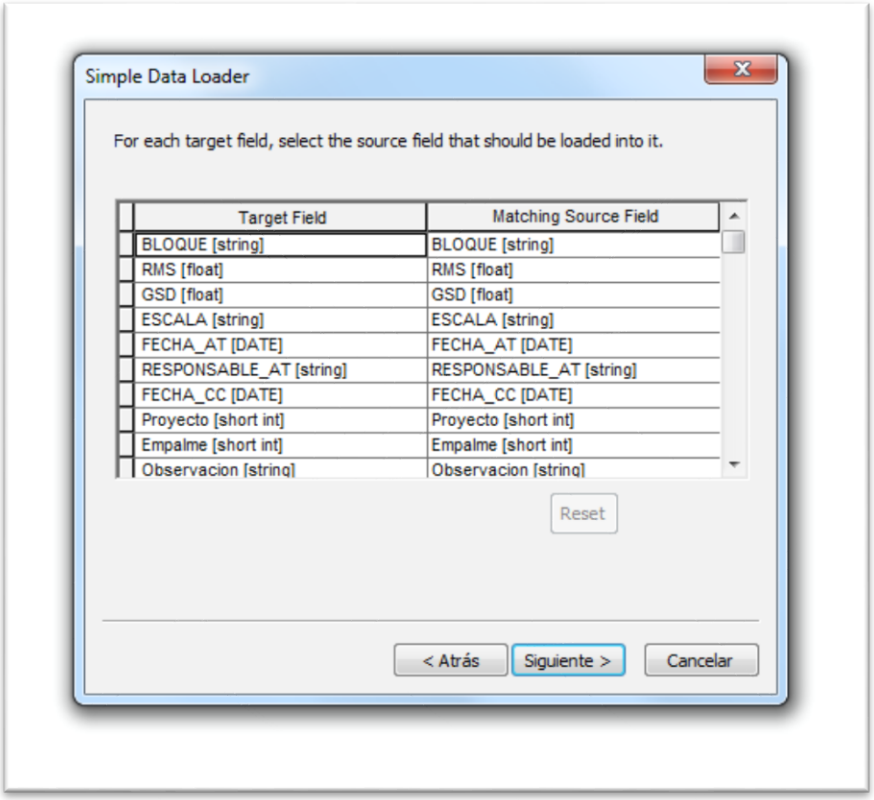


Ilustración 15 Ventana de Relación de Campos

Fuente: Propia

Ahora la información consolidada de cada proceso se podrá ver evidenciada en los diferentes archivos contenidos en la base de datos.



Ilustración 16 Consolidación Área Control

Fuente: Propia

Para la estandarización de los dominios se extraen los contenidos en la base de datos consolidada y de la base de datos sobre la cual se realizó la extracción de la información.

Tabla 2 Comparación entre Dominios

Fuente: Propia

CONSOLIDADA		INSUMO
COD	NOMBRE	COD_NOMBRE
100	ANT	0 Misional 2K
200	Cabeceras Cundinamarca	1 Convenio Antioquia
300	CAR Boyaca	2 Convenio Boyacá
400	CAR Cundinamarca	3 CAR Boyacá
500	Convenio Antioquia	4 CAR Cundinamarca
600	Convenio Boyaca	5 Quindio
700	Convenio Cundinamarca	6 ANT
800	Cormacarena	7 Misional 25K
900	Ibague	8 Ibague
1000	Quindio	9 Cormacarena
1100	Misional 25K	10 Cabeceras Cundinamarca
1200	Misional 2K	11 Atlantico
1300	Misional 10K	12 Meta
1400	Isagen	13 Guajira
1500	Nasa Kewi	14 Caldas
1600	Misional 1K	15 Cesar
1700	Misional 5K	16 Cordoba
		17 Tolima
		18 Casanare
		19 San Andres y Providencia
		20 Bolivar
		21 Cauca
		22 Valle del Cauca
		23 Huila

Se hace el análisis de la información a modificar y se procede a emplear la herramienta “Editor” en el software, cuando el nombre del proyecto no se encuentra asociado o relacionado a ninguno de los dominios estandarizados se asigna como misional y se relaciona con la escala.

6.4.4. Verificación De La Información

En esta etapa de la integración de la base de datos se procede a verificar que la información contenida no presente duplicidad en los datos, y que cada uno de los datos contenidos sea acorde con todo el proceso, Para verificar si la información esta duplicada se procede a hacer un barrido rápido en los archivos de “FOTOCENTRO_AJUSTADO” y “AREA_CONTROLADA”, si no se evidencia ningún tipo de anomalía se procede a realizar una segunda verificación, para la cual se requiere la creación de una carpeta externa al software en la cual se reunirán todas las carpetas de los bloques procesados, el sistema operativo notificara cuando en el proceso de copiado se encuentren carpetas con los mismos nombres.

Otro aspecto a verificar en el proceso de la integración corresponde a la información contenida en los “FOTOCENTROS_AJUSTADOS”, para ello resulta útil una herramienta que brinda el software que permite visualizar los puntos con la información contenida en los campos referentes a las coordenadas, de esta manera cuando se puedan visualizar puntos alejados del bloque mayoritario se podrán evidenciar errores tal cual se presenta a continuación:

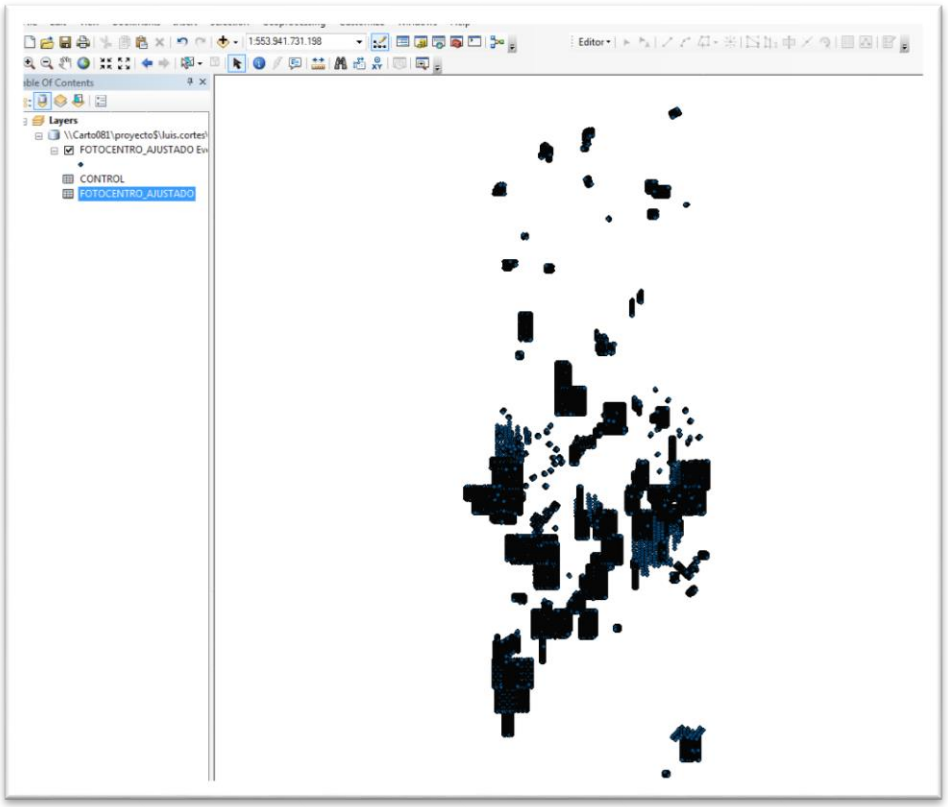


Ilustración 17 Visualización de Fotocentros Sin Errores

Fuente: Propia

La Ilustración 17 muestra un grupo de Fotocentros que describe de manera aproximada algunas de las características del territorio, además de encontrarse cercanos unos a otros, esto evidencia que la coordenada consignada en los "FOTOCENTROS_AJUSTADOS" es verídica.



Ilustración 18 Visualización de Fotocentros con Errores

Fuente: Propia

La Ilustración 18 tiene un aspecto similar a la ilustración 17, sin embargo, en esta ya se evidencia cierto grupo de puntos que se aleja de la mayoría, por lo cual es necesario identificar el bloque al que pertenecen estos puntos y verificar si la información contenida en el PRJ o BLK es la misma que se ha consignado en la tabla de "FOTOCENTROS_AJUSTADOS".



OTOCENTRO_AJUSTADO

OBJECTID *	ID_AEROFOTO *	ESTE	NORTE
242787	252880002005112007-0769	1032148647	1090769033
242788	252880002005112007-0770	1031975632	1090413838
242789	252880002005112007-0771	1031803056	1090058785
242790	252880002005112007-0772	1031625745	1089706164
242791	252880002005112007-0773	1031446789	1089354600
242792	252880002005112007-0774	1031276503	1088998778
169728	15303006022016-0230	1182330,228	1158889,318
169729	15303006022016-0231	1182319,506	1159735,775
169730	15303006022016-0232	1182293,94	1160581,894
169731	15303006022016-0233	1182283,474	1161396,038
169732	15303006022016-0234	1182282,138	1162221,878
169733	15303006022016-0235	1182276,189	1163046,848
169734	15303006022016-0236	1182263,501	1163891,537

Ilustración 19 Tabla de Atributos con Posibles Errores

Fuente: Propia

7. AVANCES DEL PROYECTO

7.1. Avance General del Proyecto Primer Corte

Una vez realizada la inducción y familiarización con los procesos y actividades a desarrollar en la pasantía, se procede a iniciar cada una de las actividades antes mencionadas. El avance del proyecto a lo largo de los cortes se puede identificar mediante el uso de los indicadores mencionados anteriormente.

El número estimado de aerotriangulaciones es de 500, sin embargo, no se puede precisar desde un comienzo, para lograr un mejor rendimiento ante dicha cantidad, el tutor encargado del proceso asigna trabajos por parejas, de esta forma se espera un avance adecuado y sin generar repetición de información, la asignación de rutas fue la siguiente:

Tabla 3 Asignación de aerotrianguladores por pareja

Fuente: Propia

RESPONSABLES	AEROTRIANGULADOR
Pareja 1	adriana.zea, shirley.morales, lbarrera, mauricio.orjuela
Pareja 2	carlos lancheros, carlos alfonso,edda camila, viviana, beatriz.quintero, nancy olave

Para este caso, nos corresponde la pareja uno, compuesta por cuatro aerotrianguladores y 7 rutas, para el día 16 de noviembre se logran terminar 3 de las 7 rutas correspondientes lo que evidencia un avance estimado del 42% del trabajo asignado, sin embargo es de aclarar que existe la posibilidad de que cada ruta tenga un numero diferente de bloques fotogramétricos por lo cual pese a que en la primera quincena de trabajo se hubiese avanzado el porcentaje antes mencionado, no se asegura que se mantenga dicho ritmo respecto a las rutas.

7.1.1. Indicadores Primer Corte

Para el primer corte realizado el 16 de noviembre de 2018, se obtienen los siguientes resultados a los indicadores.

a. Rutas Aerotrianguladores

Tabla 4 Indicador de Rutas Primer Corte

Fuente: Propia

AEROTRIANGULADOR	AVANCE 1er CORTE	OBSERVACION
Adriana Zea	84%	\\Carto237\proyecto$\adriana.zea\AZ \\Carto239\proyecto$\shirley.morales\AZ
Shirley Morales	3%	\\Carto239\proyecto$\shirley.morales\MM
Liliana Barrera	67%	\\UMS4\Informacion de Policia\LB
Mauricio Orjuela	2%	\\Carto237\proyecto$\Ordenar\edda.rodriguez\mauricio.orjuela\MO \\Carto081\proyecto$\beatriz.quintero\mauricio.orjuela\MO

b. Áreas De Control Realizadas

Tabla 5 Áreas de Control Primer Corte

Fuente: Propia

CORTE	INDICADOR	BLOQUES PROCESADOS	BLOQUES CON AREAS CONTROL	BLOQUES SIN AREA CONTROL
1er CORTE	71%	79	56	23

El indicador del primer corte hace referencia a que solo un 71% de los bloques procesados cuentan con área de control, mientras que el 29% restante no cuentan con ello debido en gran medida al empleo de Puntos Arcifinios en el proceso de Aerotriangulación, situación que imposibilita la zonificación del área de control

7.1.2. Seguimiento Avance Primer Corte

Ahora bien en el desarrollo personal del trabajo realizado hasta el día 16 de noviembre, se formulan objetivos o metas diarias, las cuales corresponden a un mínimo de cinco bloques trabajados por día, el tiempo que lleva tratar cada bloque se ve directamente influenciado por la cantidad de imágenes que lo componen, cuando se

trabajan bloques de aproximadamente 30 imágenes el desarrollo del proceso puede tardar cerca de 15 a 20 minutos, mientras que cuando se cuentan con bloques de hasta 2000 imágenes, el proceso de renombrarlas lleva mucho más tiempo pues en la mayoría de los casos el orden de los fotocentros en los archivos ".txt" de las aerotriangulaciones no es el mismo que en los formatos por lo tanto se debe hacer una verificación detallada de que el número de la imagen y la línea correspondan a la nomenclatura del vuelo en el cual fue capturada.

A continuación, se presenta una aproximación de tiempos estimados para el desarrollo del proceso, tomando como única referencia la cantidad de imágenes:

Tabla 6 tiempos por bloque

Fuente: Propia

NUMERO FOTOS	TIEMPO ESTIMADO
9 A 30	10min - 25min
31 A 150	25min - 30min
151 A 800	30min - 35min
800 A 800<	35min - 45min

Uno de los filtros escogidos para generar análisis fue el de las rutas de los aerotrianguladores individualmente realizando la descripción del proceso que se tuvo que seguir, los factores negativos y positivos encontrados que afectaron el rendimiento o avance del trabajo asignado.

Para la ruta correspondiente al Aerotriangulador Mauricio Orjuela, el proceso fue rápido debido a la cantidad de aerotriangulaciones encontradas en las carpetas de relativo, lo cual implica la ausencia de puntos de control y por ende que el proceso no tiene área de control. Y para la ruta de Shirley Morales se identifica la ausencia de carpetas en el

disco duro, lo cual obliga a realizar una búsqueda en el portal de GeoCarto, este proceso se complementa en el segundo corte.

En el desarrollo del trabajo realizado las carpetas tratadas fueron las de las rutas *\\Carto237\proyecto$\adriana.zea\AZ y \\Carto239\proyecto$\shirley.morales\AZ,* para la primera ruta el trabajo fue más largo que para la segunda debido a la cantidad de carpetas que contenía y teniendo en cuenta los conocimientos previos que se tienen se puede constatar que son procesos de bastante practica debido a que el continuo manejo generara un mejor rendimiento, adicional en esta primera ruta se presentaron bloques con fotografías de los sensores ADS.

En la ruta correspondiente a *\\UMS4\Informacion de Policía\LB* se procede en la mayoría de sus carpetas de manera habitual exceptuando a Boyacá debido a que para su procesamiento se generan dos clases de filtros con el fin de reconocer las aerotriangulaciones clasificadas para hacer parte de esta recopilación histórica.

Adicional en este corte se trabaja con la ruta de *\\UMS4\Informacion de Policia\A_PROYECTOS CARLOS ALFONSO* se realizan un total de 21 bloques en el que se presentan en su mayoría ausencia de formatos y definición de áreas controladas guiadas por marcos debido al trabajo con puntos arcifinios.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los bloques realizados, discriminados por el aerotriangulador encargado del proceso, donde se evidencia que se realizan bloques de carpetas adicionales a las asignadas al principio de la pasantía.

Tabla 7 Bloques Realizados Primer Corte

Fuente: Propia

CORTE	AEROTRIANGULADOR								
	Mauricio Orjuela	Shirley Morales	Adriana Zea	Carlos Lancheros	Viviana Gomez	Liliana Barrera	Edda Rodriguez	Carlos Alfonso	Total
1er CORTE	49	1	26	0	0	1	1	1	79

Adicional a los análisis presentados se genera una tabla de seguimiento evidenciando las fotos que fueron controladas, las que no, los puntos de control que se manejaron en los bloques procesados durante este corte y ejerciendo comparación con los manejados el corte pasado.

Tabla 8 Fotocentros Procesados Primer Corte

Fuente: Propia

CORTE	FOTOCENTROS		
	CONTROLADOS	SIN CONTROLAR	TOTAL
1er CORTE	39191	4902	44093

Tabla 9 Puntos de Control

Fuente: Propia

CORTE	PUNTOS DE CONTROL
1er CORTE	495

7.2. Avance General del Proyecto Segundo Corte

Para el segundo corte se ve que en cada una los indicadores y las tablas presentadas a continuación se logra un notable avance en el trabajo, a tal punto que para finales del tercer corte se pretende terminar la recopilación y el cargue de la información a las bases de datos individuales para dar paso a la conformación de la base de datos unificada y su respectivo análisis.

7.2.1. Indicadores Segundo Corte

a) Rutas Aerotrianguladores

Tabla 10 Indicador de Rutas Segundo Corte

Fuente: Propia

AEROTRIANGULADOR	AVANCE		OBSERVACION
	1er CORTE	2do CORTE	
Adriana Zea	84%	100%	\\Carto237\proyecto$\adriana.zea\AZ \\Carto239\proyecto$\shirley.morales\AZ
Shirley Morales	3%	100%	\\Carto239\proyecto$\shirley.morales\MM
Liliana Barrera	67%	100%	\\UMS4\Informacion de Policia\LB
Mauricio Orjuela	2%	76%	\\Carto237\proyecto$\Ordenar\edda.rodriguez\mauricio.orjuela\MO \\Carto081\proyecto$\beatriz.quintero\mauricio.orjuela\MO

b) Áreas De Control Realizadas

Tabla 11 Áreas de Control Segundo Corte

Fuente: Propia

CORTE	INDICADOR	BLOQUES PROCESADOS	BLOQUES CON AREAS CONTROL	BLOQUES SIN AREA CONTROL
1er CORTE	71%	79	56	23
2do CORTE	89%	114	102	12

7.2.2. Seguimiento Avance Segundo Corte

a) Bloques Procesados

Tabla 12 Bloques Realizados Segundo Corte

Fuente: Propia

CORTE	AEROTRIANGULADOR								
	Mauricio Orjuela	Shirley Morales	Adriana Zea	Carlos Lancheros	Viviana Gomez	Liliana Barrera	Edda Rodriguez	Carlos Alfonso	Total
1er CORTE	49	1	26	0	0	1	1	1	79
2do CORTE	24	31	5	21	1	32	0	0	114

b) Fotocentros Procesados Segundo Corte

Tabla 13 Fotocentros Procesados Segundo Corte

Fuente: Propia

CORTE	FOTOCENTROS		
	CONTROLADOS	SIN CONTROLAR	TOTAL
1er CORTE	39191	4902	44093
2do CORTE	23193	4655	27848

c) Puntos De Procesados Segundo Corte

Tabla 14 Puntos de Control Procesados Segundo Corte

Fuente: Propia

CORTE	PUNTOS DE CONTROL
1er CORTE	495
2do CORTE	1040

7.3. Avance General del Proyecto Tercer Corte

Para el tercer corte se logra la consolidación de la información procesada por los cuatro Pasantes, dichos resultados serán soportados en el apartado de análisis y resultados de presente documento.

8. ANALSIS Y RESULTADOS

Una vez consolidada la base de datos y realizadas las correcciones respectivas, se procede a realizar un análisis organizado en tres pasos el primero será realizar un análisis exploratorio de las aerotriangulaciones realizadas por cada departamento, el segundo paso será un análisis de las variables almacenadas en la cobertura de área controlada y para finalizar un análisis realizado para los factores considerados influyentes para la catalogación de un buen proceso de aerotriangulacion.

En el análisis exploratorio se procede a generar un conteo de aerotriangulaciones por cada departamento por medio de una herramienta del software ArcGis, esto con el fin de generar un porcentaje de área trabajado por aerotriangulaciones comparado con el área total que posee el departamento.

8.1. Análisis Exploratorio

Desarrollados los procesamientos en el software ArcGIS 10.3 se obtienen los siguientes resultados relacionados con el área de control existente en cada departamento.

Tabla 15 Áreas de Control

Fuente: Propia

DEPARTAM	AREA	AREA_SIN_CONTROLAR	AREA_CON_CONTROL	AREA CONTROLADA
Antioquia	6307247,509	4924485,96	1382761,55	22%
Atlántico	332685,8499	26634,05306	306051,7969	92%
Bogotá	163473,3803	1,00001E-06	163473,3803	100%
Bolívar	2665167,258	1493580,041	1171587,217	44%
Boyacá	2307540,561	225045,2866	2082495,275	90%
Caldas	741542,2156	417444,738	324097,4776	44%
Caquetá	9007208,87	8998974,047	8234,82262	0%
Cauca	3064421,63	3042458,937	21962,69277	1%
Cesar	2237475,991	883516,5209	1353959,47	61%
Córdoba	2504500,705	2238099,892	266400,8133	11%
Cundinamarca	2236508,571	678041,6446	1558466,926	70%
Choco	4796016,723	4737340,064	58676,65949	1%
Huila	1871009,121	1200689,988	670319,1328	36%
La Guajira	2067047,952	1275887,016	791160,9363	38%
Magdalena	2320407,006	1043097,138	1277309,868	55%
Meta	8548064,29	7081707,741	1466356,549	17%
Nariño	3164815,708	3164815,708		0%
Norte de Santander	2192995,453	2146678,227	46317,22608	2%
Quindio	193527,5347	12233,75468	181293,78	94%
Risaralda	354111,3853	311908,0051	42203,38018	12%
Santander	3059619,299	2505140,406	554478,8934	18%
Sucre	1070654,268	418033,7202	652620,5476	61%
Tolima	2398131,442	1351491,74	1046639,702	44%
Valle del Cauca	2130676,035	1963200,701	167475,3338	8%
Arauca	2380481,326	2349095,098	31386,22786	1%
Casanare	4448115,984	4272622,481	175493,5027	4%
Putumayo	2589208,598	2586994,355	2214,24278	0%
San Andrés	4964,545291	3729,816768	1234,728523	25%
Amazonas	11004071,89	11004071,89		0%
Guania	7156297,21	7156297,21		0%
Guaviare	5545055,725	5545055,725		0%
Vaupés	5354044,324	5354044,324		0%
Vichada	10000808,58	10000808,58		0%
TOTAL	114217896,9	98413224,81	15804672,13	14%

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos solo en un 14% de un 100% total del territorio Colombiano se han trabajado aerotriangulaciones con un resultado óptimo es decir generando áreas de control sobre dicho territorio y su extensión total; esto hace que se generen inconsistencias en algunos procesos realizados debido a que el porcentaje en que se completó el procesamiento es demasiado bajo en comparación con el porcentaje en que el procesamiento de las aerotriangulaciones realizadas no fue completado es decir

que no se generó el área de control, esto se puede atribuir a los distintos factores que a lo largo del proceso afectan, como por ejemplo el no cumplimiento del uso de un número mínimo de puntos de control o el uso de puntos arcifinios para la realización de dicho proceso en campo es decir que no son reconocidos como puntos legítimos de control y por lo tanto no se encuentras relacionados dentro del shape de puntos de control suministrado por el IGAC.

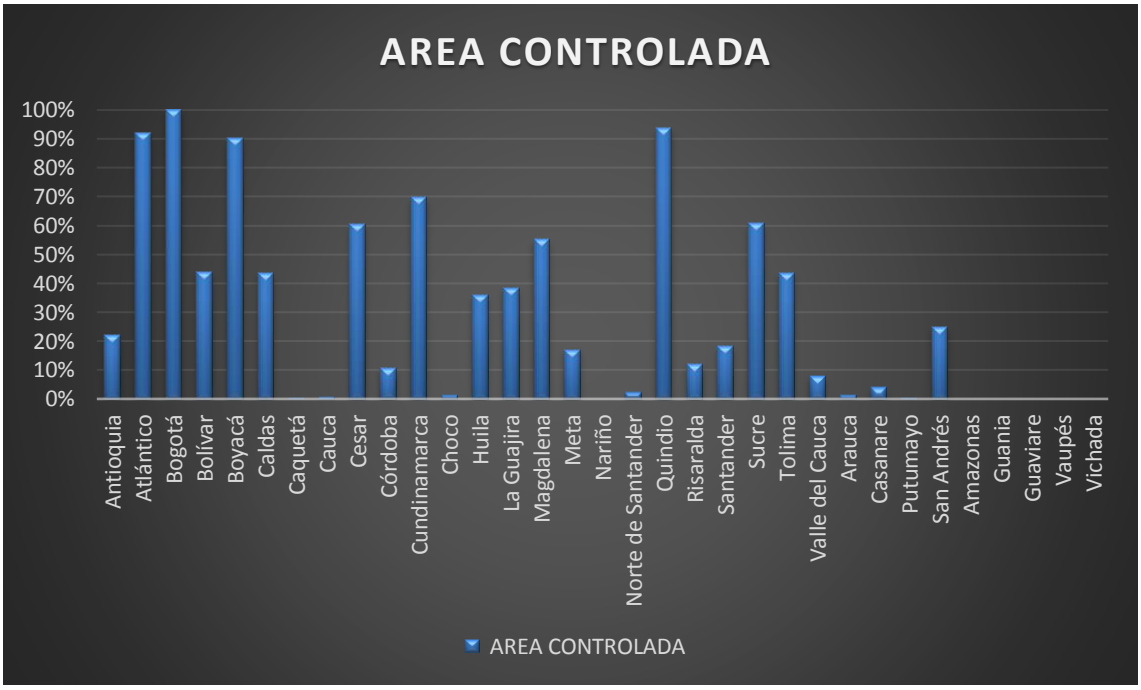


Ilustración 20 Histograma Áreas Controladas

Fuente: Propia

Tomando como referencia la gráfica anterior son solo 4 departamentos aquellos que alcanzan un porcentaje que sobrepasa el 90% del área controlada realizada en comparación con el área de extensión del territorio, y el único con un 100 % de área total controlada es Bogotá en el cual se puede observar que el área de extensión de dicha ciudad está debidamente controlada por medio del proceso de aerotriangulaciones realizadas a lo largo de la historia del IGAC.

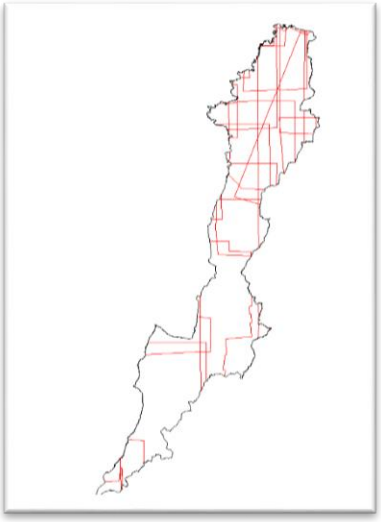


Ilustración 21 Área Control Bogotá

Fuente: Propia

Por otro lado, se encuentra el caso de Arauca con un 1% de áreas controladas en comparación con la extensión territorial de dichos departamentos, sin contar con aquellos departamentos como Nariño en la que el porcentaje es 0% es decir que de las aerotriangulaciones realizadas ninguna pudo culminar su procesamiento generando área de control sobre dicho territorio.

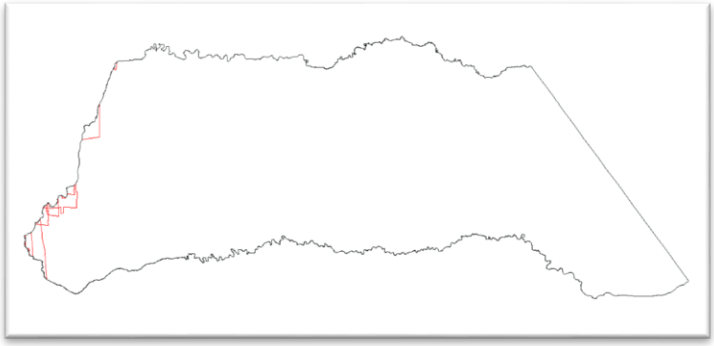


Ilustración 22 Área de Control Arauca

Fuente: Propia

En dichos departamentos como se mencionó anteriormente el factor predominante era el uso de puntos arcifinios, lo que impedía que se pudiera tornear un área sin puntos que guiaran el contorno de dicha extensión.

8.2. Análisis de Variables

Para el análisis de las variables almacenadas en la cobertura de área controlada se propuso crear nuevos campos en los cuales se incluyeran la cantidad de puntos de control empleados por bloque, la distribución de estos, el tipo de terreno sobre el cual se desarrolla el bloque y por último el área de control en hectáreas.

Las características de cada uno de los nuevos campos se presentan a continuación:

- PUNTOS DE CONTROL: Describe el número de puntos de control que se muestran en el archivo at, y el formato de verificación. Cuando se cuentan con bloques realizados en relativo (bloques con puntos de control arcifinios), el valor que toma este campo será de cero.

  Para poder realizar el cálculo de este campo se desarrollaron distintas operaciones espaciales en el software ArcGIS lo cual facilito el proceso.
- AREA EN HECTAREAS: Describe el área de cobertura del bloque fotogramétrico en el cual se contó con estereoscopia y puntos de control (Área controlada), se logró obtener este dato después de realizar la proyección del shape Área Controlada, la proyección empleada corresponde a:
- TIPO DE TERRENO: Describe el tipo de terreno que predomina en el área de control del bloque fotogramétrico, para ello se descargó un modelo digital de elevación obtenido de la página del Servicio Geológico de los Estados Unidos

(USGS), y se determinaron cuatro tipos de terrenos: Plano, ondulado, montañoso y escarpado.

- DISTRIBUCION PUNTOS DE CONTROL: Determina la distribución de los puntos de control dentro del área del bloque fotogramétrico, se describe tres tipos de distribuciones: Uniforme, aleatoria y agrupada.

Para este análisis se hace uso del software libre "R", un software estadístico que permitirá optimizar tiempos y procesos en el análisis estadístico de las diferentes variables.

8.2.1. Análisis Variables Categóricas:

- ESCALA

Escala	Frecuencia	%
1:1000	16	3.874092
1:10000	116	28.087167
1:2000	266	64.40678
1:25000	10	2.421308
1:5000	5	1.210654
Total	413	100

Tabla 16 Análisis Variable Escala

Fuente: Propia.

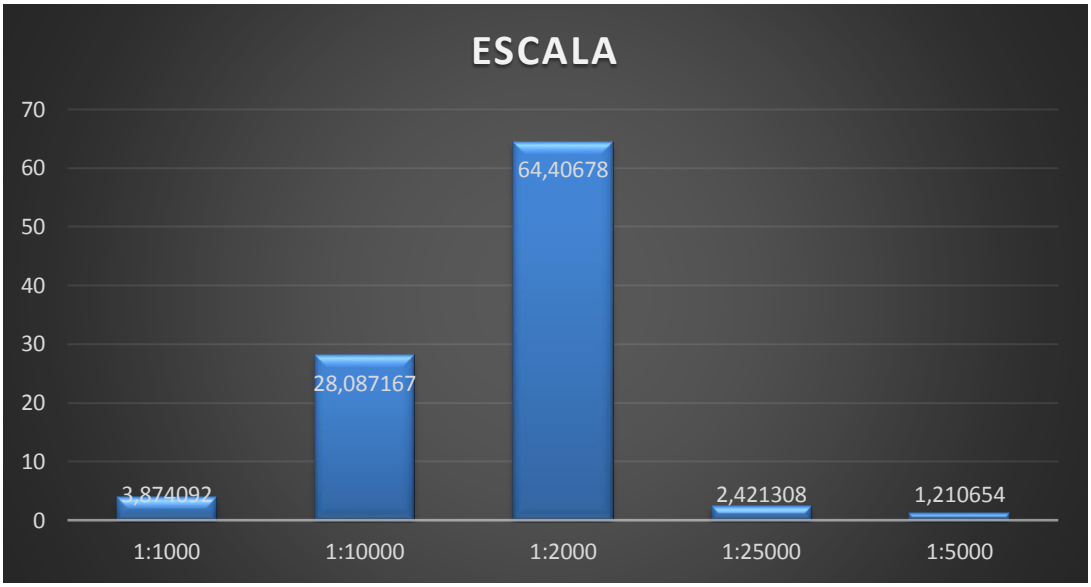


Ilustración 23 Histograma de Frecuencia Relativa Escala

Fuente: Propia

La Escala que cuenta con mayor porcentaje de registros corresponde a la 1:2000, con un porcentaje superior al 60% de bloques procesados para esta escala. Las escalas menos trabajadas corresponden a 1:1000, 1:5000 y 1:25000, esto está relacionado directamente con la cantidad de aerotriangulaciones realizadas para cabeceras municipales (1:2000), y bloques procesados para hojas o planchas de escalas 1:10000, siendo esta ultima la escala con el segundo porcentaje más alto.

- TIPO DE SENSOR

Tipo de sensor	Frecuencia	%
Frame Digital 0	361	87.409201
Frame Analogo 1	32	7.748184
Pushbroom - barrido 2	11	2.663438
Satelital 3	9	2.179177
Total	413	100

Tabla 17 Análisis Variable Tipo de Sensor

Fuente: Propia.

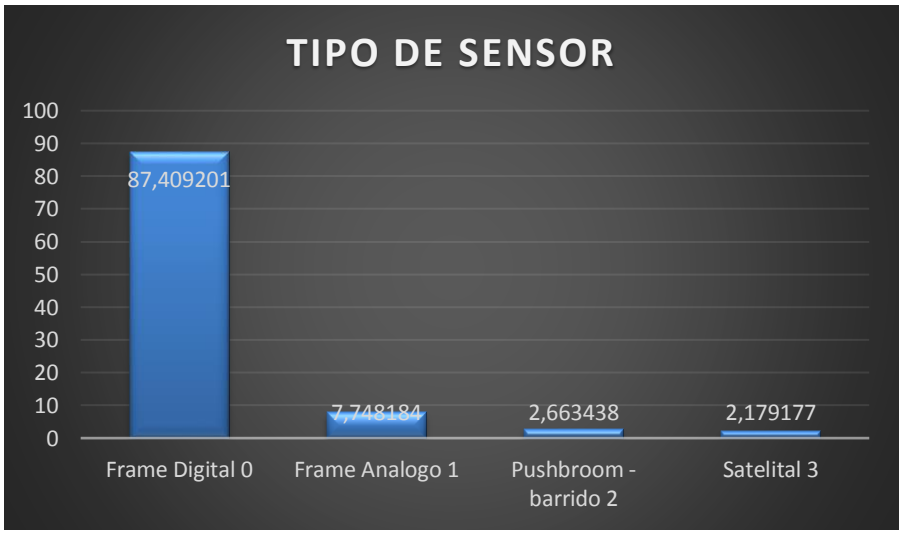


Ilustración 24 Comparación Tipos de Sensor usados

Fuente: Propia.

- TIPO DE TERRENO

Terreno	Frecuencia	%
Plano 0	173	41.88862
Ondulado 1	147	35.59322
Montañoso 2	84	20.338983
Escarpado 3	9	2.179177
Total	413	100

Tabla 18 Análisis Variable Tipo de terreno

Fuente: Propia.

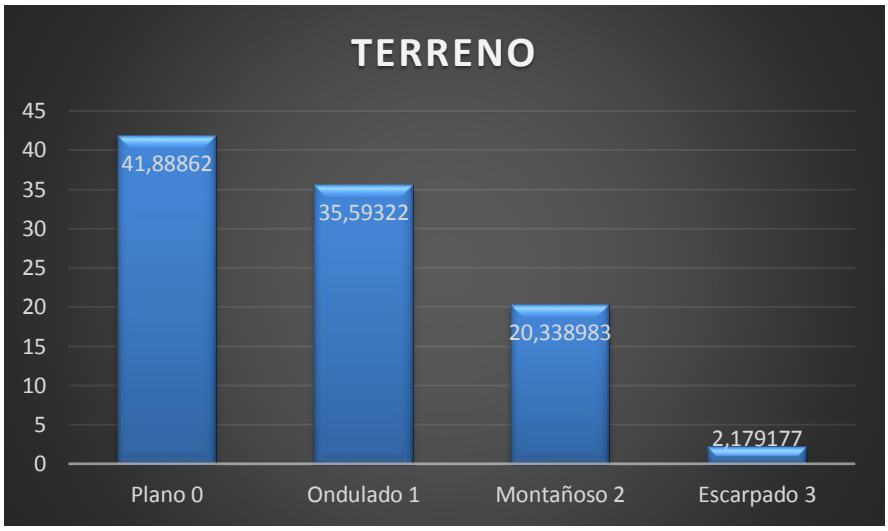


Ilustración 25 Comparación Tipos de terreno encontrados

Fuente: Propia.

Los resultados en el tipo de terreno en el cual se desarrollaron los bloques pueden estar asociado a la cantidad de cabeceras municipales que fueron procesadas, la mayor parte de estas se encuentran ubicadas en terrenos planos u ondulados, mientras que lo referente a montañoso y escarpado está más asociado a zonas rurales de los municipios del país.

- DISTRIBUCION PUNTOS DE CONTROL

Distribucion	Frecuencia	%
Uniforme 0	78	18.886199
Aleatoria 1	316	76.513317
Agrupada 2	19	4.600484
Total	413	100

Tabla 19 Análisis Distribución de puntos de Control

Fuente: Propia.

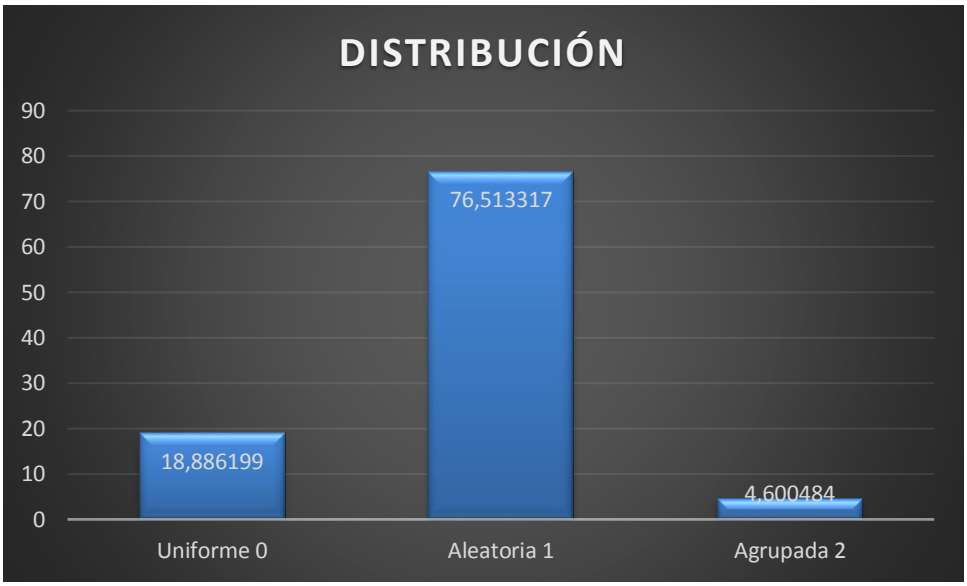


Ilustración 26 Distribución puntos de control

Fuente: Propia.

Uno de los parámetros más importantes para el desarrollo adecuado de las aerotriangulaciones es la correcta distribución de puntos de control sobre el terreno, pese a que no sea estrictamente necesaria una distribución uniforme sobre el terreno es la que más se recomienda, cómo resultado del análisis efectuado se observa que el tipo de distribución que predomina en las aerotriangulaciones es el aleatorio, un tipo de distribución que si bien puede abarcar la totalidad del área efectiva del bloque triangulado, pueden observarse distancias variables en los puntos de control, en muchas ocasiones esta condición se presenta por las dificultades que se tienen a la hora de acceder a los lugares en los cuales se encuentran ubicados estos puntos.

- ESCALA Y TIPO DE SENSOR

- *Tabla 20 Análisis Variables escala y tipo de sensor*

- *Fuente: Propia*

Escala	Tipo Sensor			
	Frame Digital 0	Frame Analogo 1	Pushbroom 2	Satelital 3
1:1000	2.8	0	54.5	0
1:10000	23.5	53.1	45.5	100
1:2000	72	18.8	0	0
1:25000	0.3	28.1	0	0
1:5000	1.4	0	0	0
Total	100	100	100	100

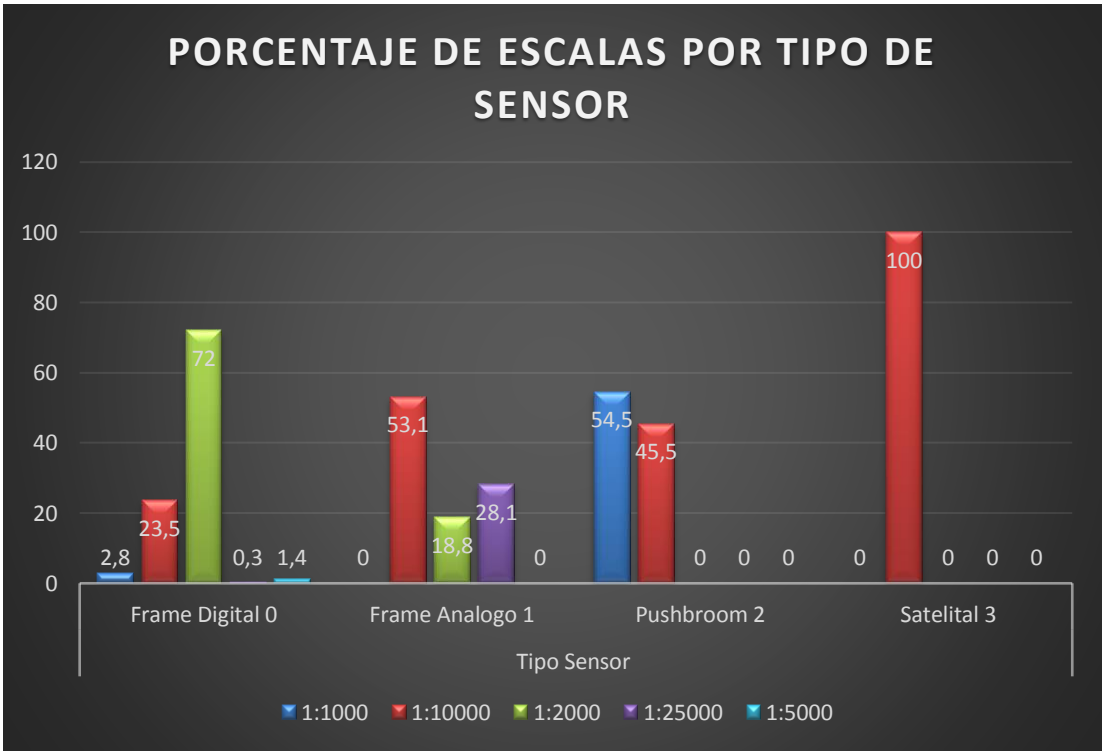


Ilustración 27 Variables escala y tipo de sensor

Fuente: Propia

- TIPO DE DISTRIBUCION VS TIPO DE TERRENO

- Tabla 21 Análisis Variables tipo de distribución Vs Tipo de terreno

- Fuente: Propia

Tipo de Distribución	Tipo de Terreno			
	Plano 0	Ondulado 1	Montañoso 2	Escarpado 3
Uniforme 0	22.5	15.6	16.7	22.2
Aleatorio 1	71.7	79.6	81	77.8
Agrupado 2	5.8	4.8	2.4	0
Total	100	100	100	100

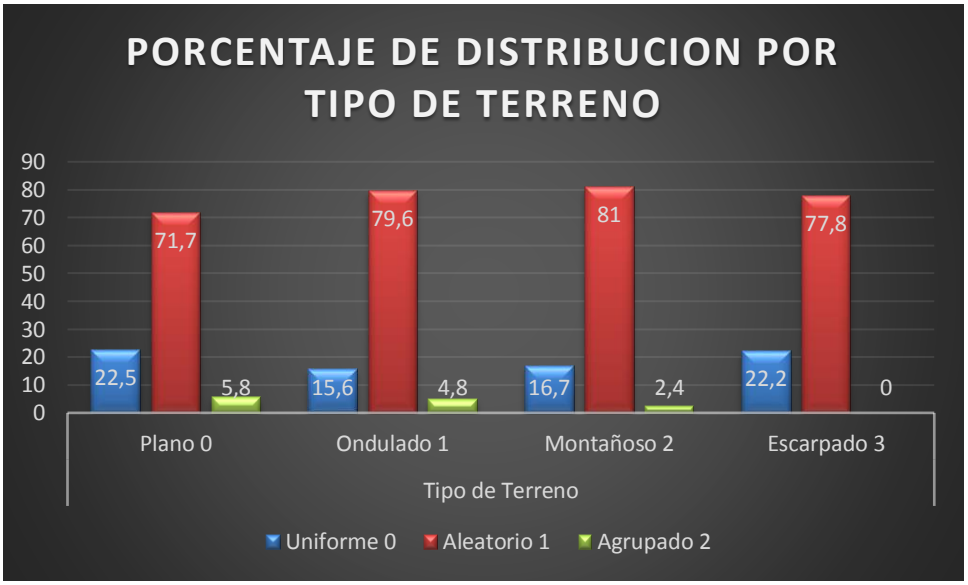


Ilustración 28 Porcentaje de distribución por tipo de terreno

Fuente: Propia

8.2.2. Análisis Variables Numéricas

Para el análisis de variables numéricas: errores medios cuadráticos en ejes x, y y z, numero puntos de control, área en hectáreas y GSD, se usa el método estadístico de organizar los datos por medio de matrices de covarianza, correlación, variabilidad efectiva y diagramas de dispersión encontrando los siguientes datos.

Tabla 22 Matriz de Varianza y Covarianza de Variables

Fuente: Propia

Matriz Covarianzas	RMS	GSD	RMS_Z	PTOS_CNTRL	Area_ha
RMS	0,04	1,43	0,03	0,54	9189,19
GSD	1,43	142,26	1,13	30,48	756357,10
RMS_Z	0,03	1,13	0,04	0,45	7482,52
PTOS_CNTRL	0,54	30,48	0,45	174,41	1031253,00
Area_ha	9189,19	756357,11	7482,52	1031253,00	18288930000,00

Tabla 23 Matriz de Correlación de Variables

Fuente: Propia

Matriz Correlacion	RMS	GSD	RMS_Z	PTOS_CNTRL	Area_ha
RMS	1	0,62855	0,7601	0,21462	0,35501
GSD	0,62855	1	0,49025	0,19347	0,46891
RMS_Z	0,7601	0,49025	1	0,17522	0,28601
PTOS_CNTRL	0,21462	0,19347	0,17522	1	0,57741
Area_ha	0,35501	0,46891	0,28601	0,57741	1

Tabla 24 Medidas de Variabilidad

Fuente: Propia

Variabilidad Total	Variabilidad Generalizada	Variabilidad Efectiva
18288926847,00	80346117504,00	151,70

En referencia al análisis de datos por medio de la matriz de correlación hallada

Se procede a generar la comparación de cada una de las variables por medio de un diagrama de dispersión en el cual podremos identificar de una mejor manera la relación que existe entre ellas.

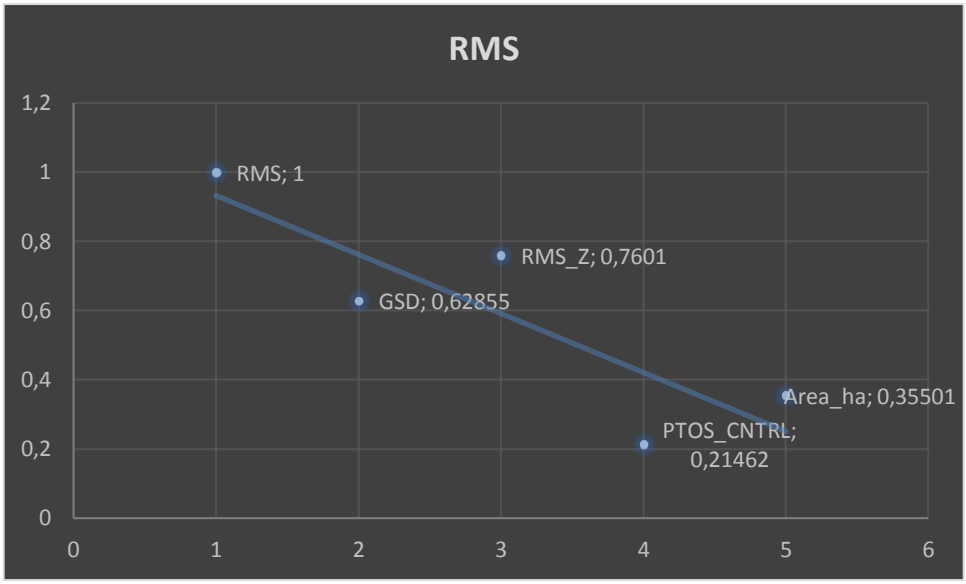


Ilustración 29 Diagrama de Dispersión RMS XY

Fuente: Propia

De acuerdo a lo mencionado anteriormente la primera variable a analizar será la del error medio cuadrático en X, Y que en comparación con las demás variables la relación lineal más fuerte que se presenta es con el RMS Z con un 0,7601 lo cual se puede atribuir a que el cálculo de dichas variables se encuentra altamente relacionado debido a que se emplea el método de evaluación directo interno el cual consiste en seleccionar de manera aleatoria 20 puntos que se encuentren dentro del conjunto de datos suministrados y de esos obtener las coordenadas correspondientes a cada error medio cuadrático es decir que para el caso del RMS XY serán las Nortes y Estes respectivamente mientras que para el RMS Z se obtendrá una coordenada vertical.

Sin embargo y según la pendiente hacia abajo de la línea y los valores de las variables de puntos de control y área_ha que tienden a cero se puede establecer que no existe una relación lineal cercana entre la variable principal de este caso.

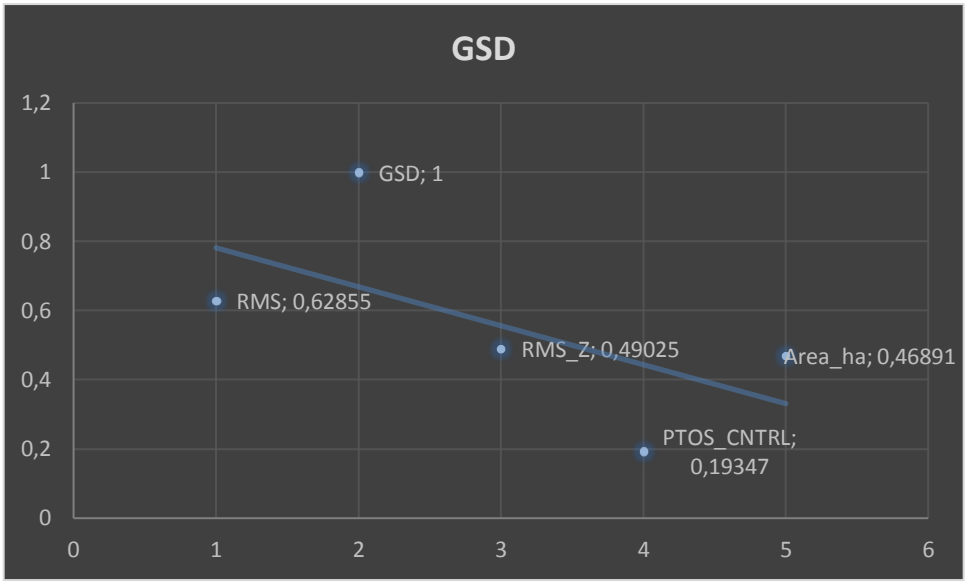


Ilustración 30 Diagrama de Dispersión GSD

Fuente: Propia

Para la variable GSD aun guardando una relación lineal moderada en comparación a los demás valores es con la variable RMS XY con la que presenta el mayor valor siendo este de 0.62855, atribuyéndose a que para el proceso de aerotriangulacion ambos hacen parte de las variables principales en las especificaciones técnicas de las que dependerá una mayor exactitud de dicho proceso para la ortofoto como se puede observar en la tabla 29, dejando ver así la dependencia que existe entre estas variables.

Tabla 25 Exactitud de aerotriangulacion para ortofoto

Fuente: Especificaciones técnicas cartografía básica Digital

Ortofotomosaico/ortoimagen	RMSEx/ RMSEy	Exactitud horizontal confianza (95%)	RMSEz para el DTM	Exactitud vertical confianza (95%)
GSD10	0,11	0,26	0,15	0,37
GSD20	0,21	0,52	0,30	0,73
GSD30	0,53	1,30	0,75	1,84
GSD50	1,06	2,60	1,50	3,67
GSD100	2,66	6,50	3,75	9,18

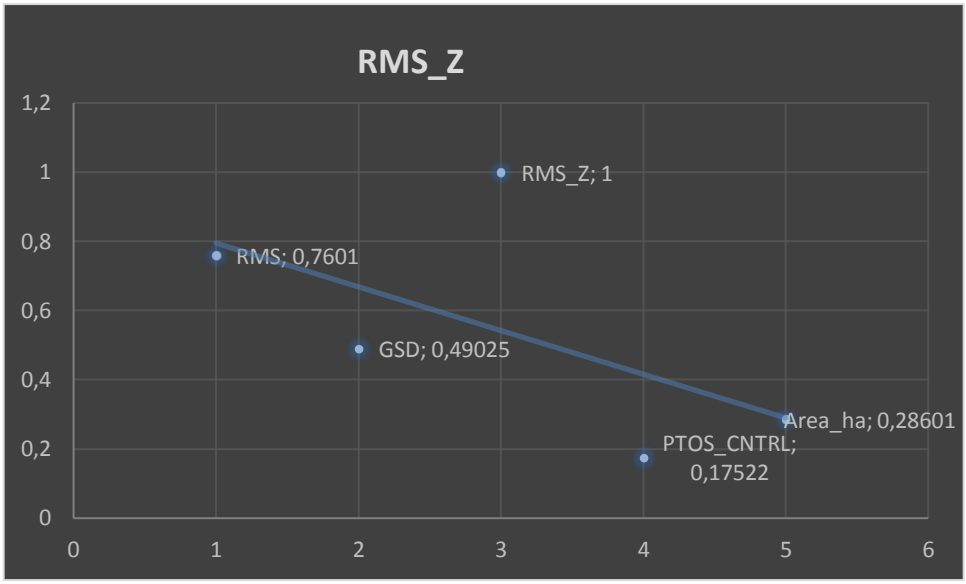


Ilustración 31 Diagrama de Dispersión RMS Z

Fuente: Propia

Para la variable de error medio cuadrático en Z, la relación lineal moderada más alta la maneja con el error medio cuadrático en X, Y debido a las razones anteriormente mencionadas. Debido a la línea con pendiente hacia abajo se puede deducir y observar en los valores como a medida que dos de sus variables aumentan dos de ellas disminuyen.

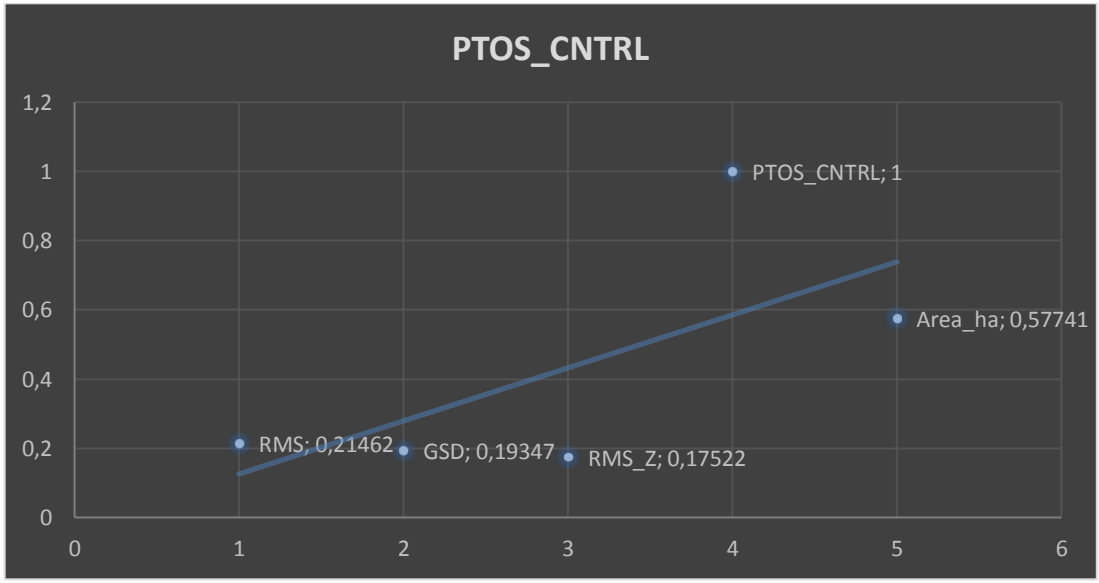


Ilustración 32 Diagrama de Dispersión Puntos de Control

Fuente: Propia

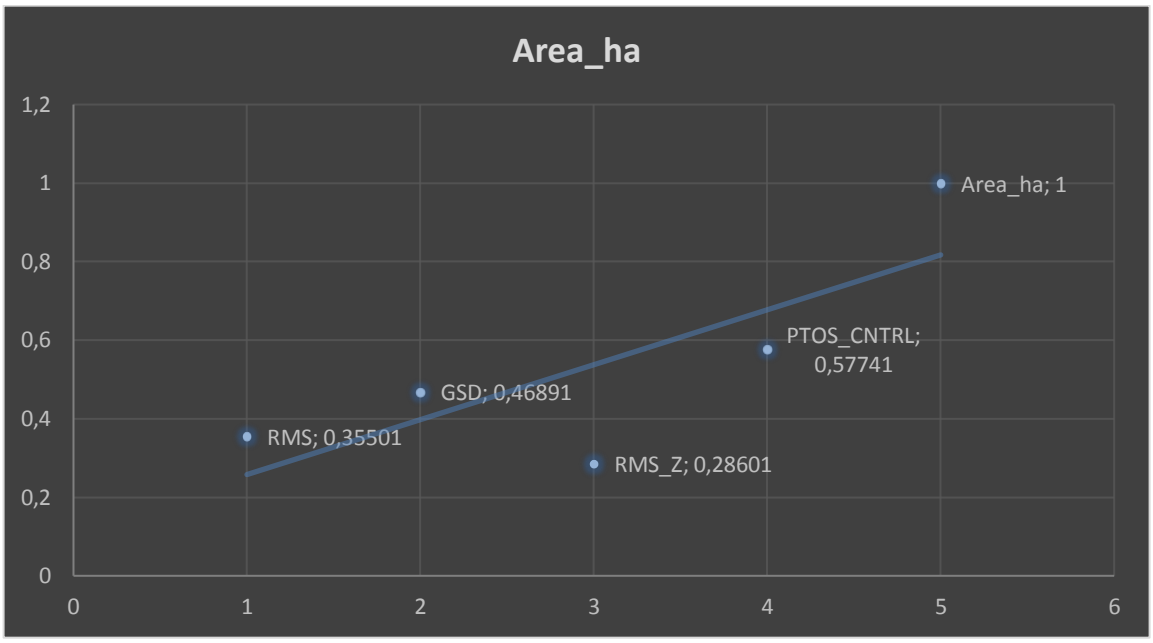


Ilustración 33 Diagrama de dispersión Area_Ha

Fuente: Propia

Referente a las variables de puntos de control, área en hectáreas se observa una situación similar en la que la fuerza de la relación lineal es baja debido a los valores con tendencia a cero que manejan y la dirección de la relación basado en la pendiente hacia arriba de la línea de tendencia indican que todas las variables tienden a disminuir a la misma vez. Lo que podría indicar que dichas variables podrían ser consideradas como indirectas o no tan influyentes en el proceso de generar exactitud, precisión y éxito en la realización del proceso de aerotriangulacion.

Según el análisis anterior se podría afirmar como tres de las cinco variables maneja una relación lineal mucho más fuerte debido a que en todas las gráficas mostraron un crecimiento continuo basado en la disminución de las dos variables restantes, lo que puede atribuirse a que dichas variables son directamente asociadas al éxito de la exactitud y precisión durante el proceso de la aerotriangulacion, que están inmersas en las

metodologías o procedimientos para el cálculo de estas mismas y que hacen parte de normas técnicas en las que se crea una dependencia entre dichas variables.

9. CONCLUSIONES

- La recopilación y estructuración de los datos se cumple a cabalidad generando como resultado una GDB en la que se encuentra la información específica de cada una de las aerotriangulaciones procesadas.
- El reconocimiento y manejo de las distintas metodologías que deben aplicarse en ciertos bloques especiales será de vital importancia para el ágil y efectivo avance del trabajo.
- En algunos de los casos las aerotriangulaciones carecen de información referente al vuelo mediante el cual se obtuvieron las fotografías por lo cual el proceso de renombrar las imágenes se complica y requiere de una búsqueda más profunda y de tratar de encontrar los recursos en las bases de datos y discos de apoyo.
- La revisión, verificación detallada y correcta de la información garantizara mejores resultados en los procesos con cada bloque, conllevando a la estructuración definitiva de la base de datos en un menor tiempo que el que se planteó al comienzo de la pasantía.
- Las observaciones generadas en los formatos de seguimientos para los bloques procesados de cada aerotriangulador son una evidencia de los aspectos positivos y negativos que poseen las metodologías utilizadas y la manera en que cada uno de los aerotrianguladores las aplica.
- Teniendo en cuenta el resultado arrojado en el análisis exploratorio realizado solo en un 14% de un 100% total del territorio colombiano se han trabajado aerotriangulaciones con un resultado optimo es decir generando áreas de control sobre dicho territorio y su extensión total.

- El aporte que se expone es el de eliminar los formatos en el que se consigna el numero de vuelo, debido a que en la mayoría de los casos incluyen errores que retrasan el trabajo de la fase de tratamiento de datos y por lo tanto el posterior procesamiento de la aerotriangulacion.

10. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda en el momento en que se generan los formatos bases incluir información precisa y verídica con el fin de no presentar inconsistencias en los procesos y resultados finales del producto.
2. Realizar una revisión previa al cargue de la información por parte de los aerotrianguladores.
3. Se recomienda generar un archivo en el que se encuentren identificadas las carpetas destinadas al procesamiento con el fin de evitar el cargue de información errónea e incompleta por ejemplo bloques que fueron procesados como prueba y bloques actuales en los que la GDB a trabajar no contenía la información necesaria para procesarlos.

11. BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, J. A. (Septiembre de 2001). *APUNTES DE FOTOGRAMETRIA 2*. Obtenido de http://redgeomatica.rediris.es/cartoprofesores/Fotogrametria/Apuntes%20de%20Fotogrametr%92a%20II.pdf

Álvarez, P. (2009). *Referencias y proyección empleadas en la cartografía colombiana. Bogotá.*

ArcGis Desktop. (2018). *ArcGis Pro.* Obtenido de Que es una Geodatabase y sus clases: https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/data/geodatabases/overview/what-is-a-geodatabase-.htm

Centro de fotogrametría, cartografía y catastro. (2005). *Planificación de vuelo.* Obtenido de San Juan, Argentina.

CLAVO, L. (1982). *Apuntes de Fotogrametria.* Obtenido de Universidad Politécnica de Madrid.

CODAZZI, I. G. (2014). *RedJurista.* Obtenido de Resolución 132 de 2014 IGAC: https://www.redjurista.com/Documents/resolucion_132_de_2014_igac_-_instituto_geografico_agustin_codazzi.aspx#/

Codazzi, I. G. (2016). *Especificaciones Tecnicas cartografia básica.*

Glosario Alicante. (15 de Abril de 2018). *Glosario servidor Topografia*. Obtenido de https://glosarios.servidor-alicante.com/topografia-geodesia-gps/error-medio-cuadratico

Herrera, B. (1987). *Elementos de fotogrametría: uso de materiales aerofotográficos.* Obtenido de Limusa.

IGAC . (2004). *Aspectos Practicos de la adopcion del Marco Geocentrico Nacional de Referencia Magna Sirgas como Datum oficial de Colombia. p22.*

IGAC. Gestión de Proyectos Geograficos y Cartograficos. (Julio de 2018). *Gestión de Proyectos Geográficos y Cartográficos*. Obtenido de Instituto Geografico Agustin Codazzi: https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/gestion-deproyectos-geograficos-y-cartograficos.

Lopez, V. A. (BOGOTÁ de 2008). *PROPUESTA DE ESTÁNDARES PARA NOMBRES GEOGRÁFICOS EN LA PRODUCCION DE CARTOGRAFIA BASICA: EL CASO DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA: http://bdigital.unal.edu.co/8739/1/795009.2009.pdf

Mendoza, L. (2010). *Sistemas de Coordenadas.* Obtenido de Coordenadas tridimensionales, planas y transformacionales; La plata.

Navarro, A. P. (2011). *Introducción a los sistemas de información geográficay geotelemática.* España: Editorial UOC.

Plana, A. B., Paré, R. C., & Bollas, A. M. (2011). *Bases de Datos Geográficas.* Obtenido de http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/51482/1/Bases%20de%20datos%20geogr%C3%A1ficas_M%C3%B3dulo1_%20Bases%20de%20datos%20geogr%C3%A1ficas.pdf

Sanchez, L. (2004a). *Adopción del marco geocéntrico nacional de referencia MAGNA_SIRGAS como Dátum oficial de Colombia. Bogotá: Subdirección de Geografía y Cartografía. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.*

Tecnologias e Información. (2018). *Tecnologias e Información (Modelo de Datos).* Obtenido de https://www.tecnologiasinformacion.com/modeladodatos.html