GENERACIÓN DE INSUMOS CARTOGRÁFICOS, RESTITUCIÓN FOTOGRAMÉTRICA Y CARTOGRAFÍA BÁSICA A ESCALA 1:1000 DEL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO SAN JOSÉ DE CÚCUTA



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
Acreditación Institucional de Alta Calidad

Autor

Nombre completo del estudiante (s)

Alexandra Eslava Basabe

Mónica Rodríguez Sánchez

Director

WILLIAM BENIGNO BARRAGÁN ZAQUE

Ingeniero Catastral y Geodesta – Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Magister Photogrammetrie and Geoinformatik – Universidad de Ciencias Aplicadas de Stuttgart (Alemania)

Especialista en Sistemas de Información Geográfica – Universidad Distrital Francisco José de Caldas

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Proyecto Curricular Ingeniería Topográfica

Bogotá, Colombia

abril de 2026

4 Contenido

1. **Introducción** 8

2. **Objetivos** 10

2.1. **Objetivo General** 10

2.2. **Objetivos Específicos** 10

3. **PLAN DE TRABAJO** 11

3.1 Área de estudio: 12

3.2 Metodología 16

3..2.1 Sistema de referencia y proyección cartográfica 16

3.3 Vuelos fotogramétricos 17

3.4 Control terrestre 17

3.5 Aerotriangulación 17

3.6 Conjunto de datos 17

3.7 Modelo de Datos 18

3.8 Aerofotografía 18

3.9 Líneas de vuelo y marcos de aerofotografías 21

3.9.1 Generación de ortofotomosaico 22

3.10 Modelo Digital de Terreno DTM (Curvas de nivel) 23

3.11 Ubicación y georreferenciación de puntos de control 24

3.12 Generación del Modelo Digital de Terreno: 25

3.13 Curvas de nivel: 27

3.14 Restitución fotogramétrica digital 29

3.15 Elementos de la compilación en el proceso de restitución fotogramétrica 33

3.15.1 Clasificación de niveles..... 33

3.16 Generación bases de datos vectoriales, edición y estructuración de la información (GDB)..... 43

3.17 Clasificación de elementos..... 44

3.17.1 Elementos de transporte terrestre..... 44

3.17.2 Elemento superficies de agua..... 47

3.17.3 Elemento puntos de control..... 50

3.17.4 Elemento edificación obra civil..... 50

3.17.5 Elemento transporte aéreo..... 58

3.17.6 Elemento instalaciones y construcciones transporte..... 59

3.17.7 Elemento relieve 62

3.18 Topologías (líneas, polígonos) 66

3.18.1 Validación de reglas topológicas Data Reviewer en ArcGIS Pro: 70

4. **DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS**..... 84

4.1 Sistema de referencia y proyección cartográfica:..... 85

4.2 Restitución fotogramétrica 85

4.3 Generación base de datos, edición y estructuración (GDB)..... 88

4.4 Consideraciones para la edición y estructuración de la base de datos vectorial 89

4.5 Calidad general del producto..... 96

4.5.1 Sistema de referencia y proyección cartográfica..... 96

4.5.2 Calidad de datos 97

4.5.3 Tipo de representación y formato de intercambio 97

4.5.4 Consistencia temporal..... 97

4.5.5 Metadato..... 97

4.5.6 Totalidad..... 98

4.5.6.1 Validación de la consistencia lógica 98

4.5.6.2 Consistencia conceptual o de formato..... 98

4.5.6.3 Consistencia topológica..... 99

4.5.6.4 Consistencia de dominio..... 102

4.5.6.5 Exactitud temática 102

4.5.6.6 Concepto de calidad del producto..... 103

5. **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**..... 104

6. **ANEXOS** 106

7. **REFERENCIAS**..... 108

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Localización Área de San José de Cúcuta. 13
Ilustración 2: Ajuste de área contractual a elementos geográficos. 15
Ilustración 3: Modelo de datos. 18
Ilustración 4: Bloque Aerotriangulado. 19
Ilustración 5: Ubicación bloque fotogramétrico de forma Geográfica. 20
Ilustración 6: Marcos aerofotogramétricos generados para la triangulación. 21
Ilustración 7: Ortofotomosaico San José de Cúcuta. 22
Ilustración 8: MDT generado del proceso LiDAR. 26
Ilustración 9: Curvas de Nivel generadas del insumo DTM. 28
Ilustración 10: Restitución elementos San José de Cúcuta. 32
Ilustración 11: Fragmento DGN San José de Cúcuta. 32
Ilustración 12: Captura elementos tipo Punto. 35
Ilustración 13: Captura Semillas. 36
Ilustración 14: Captura elementos tipo Línea. 39
Ilustración 15: Captura elementos tipo Polígono. 41
Ilustración 16: GDB del IGAC “CBasica_V2.5.1.gdb. 43
Ilustración 17: Captura elementos de transporte terrestre. 47
Ilustración 18: Captura elementos Superficies de Agua. 50
Ilustración 19: Elemento Edificación Obra Civil. 57
Ilustración 20: Elemento Transporte Aéreo. 58
Ilustración 21: Elemento Transporte Aéreo. 59
Ilustración 22: Elemento Instalaciones y Construcciones Transporte. 61
Ilustración 23: Elemento Instalaciones y Construcciones Transporte. 62
Ilustración 24: Elemento Relieve. 64
Ilustración 25: Elemento Relieve. 65
Ilustración 26: Error Topológico**,** Cruce líneas. 70
Ilustración 27: Error Topológico**,** falta de conectividad entre líneas. 70
Ilustración 28: Ventana de ejecución de la herramienta Validación Data Reviewer. 76

Ilustración 29: Ventana de ejecución de la herramienta Validación Data Reviewer. 77
Ilustración 30: Limite del proyecto Ajustado. 84
Ilustración 31: Esquema de asignaciones para realizar captura DGN San José de Cúcuta. 86
Ilustración 32: Fragmento de Restitución. 87
Ilustración 33: Producto final DGN San José de Cúcuta. 88
Ilustración 34: Tabla de atributos elemento Construcción_R. 93
Ilustración 35: Tabla de atributos elemento Limite Vía revisión de clasificación. 93
Ilustración 36: Tabla de atributos elementos Nombre Geográfico con identificador único. 94
Ilustración 37: Geodatabase San José de Cúcuta actualización cartografía básica 2025. 95
Ilustración 38: Feature Geodatabase San José de Cúcuta actualización cartografía básica 2025. 100

TABLA DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros de la Proyección Cartográfica..... 16
Tabla 2: Puntos de Fotocontrol en Restitución. 24
Tabla 3: Niveles de Captura elementos en Restitución. 31
Tabla 4: Niveles de Captura elementos en Restitución Tipo Punto.. 34
Tabla 5: Niveles de Captura elementos en Restitución Tipo Línea.. 38
Tabla 6: Niveles de Captura elementos en Restitución Tipo Polígono.. 40
Tabla 7: Tamaños mínimos para captura de elementos cartográficos. 42
Tabla 8: Intervalos básicos de curvas de Nivel. 62
Tabla 9: Reglas Topológicas para entidades tipo línea. 68
Tabla 10: Reglas Topológicas para entidades tipo Polígono. 69
Tabla 11: Reglas Topológicas Reviewer propuestas. 76
Tabla 12: Resultado por cada regla topológica propuestas.. 83
Tabla 13: Parámetros de la Proyección Cartográfica..... 85
Tabla 14: Catálogo de Objetos para todas las escalas. 92
Tabla 15: Sistema de referencia horizontal. 92

1.INTRODUCCIÓN

La Cartografía en Colombia es fundamental para el desarrollo del País ya que permite tener información detallada y actualizada de las diferentes regiones, los elementos que la conforman y sus diferentes necesidades.

Los proyectos de generación de información cartográfica son fundamentales para identificar los recursos disponibles en una región y, de esta manera, buscar los medios para desarrollar las potencialidades y mitigar sus problemáticas, tales como estructural, vial y gestión de riesgos de desastres.

Con la participación en el desarrollo de este proyecto de generación de Insumos cartográficos, restitución fotogramétrica y cartografía básica a escala 1:1000 del área urbana del municipio de San José de Cúcuta, permite afianzar los conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas relacionadas con cartografía, la utilización de herramientas y aplicaciones que ayudan a ejecutar de mejor manera cada una de las actividades de este proyecto.

Los resultados obtenidos con el desarrollo del proyecto sirven como base para los estudios de catastro multipropósito, contribuyendo a mejorar la infraestructura y la aplicación en el mejoramiento de proyectos en el sector vial, educativo y de salud. Asimismo, proveer información detallada que facilita el uso por parte de entidades territoriales en proyectos que puedan ayudar a las comunidades en la solución de sus problemáticas.

El municipio de San José de Cúcuta no realizaba una actualización cartográfica desde el año 2013, lo que implica que no se tenga una información detallada sobre la dinámica territorial, como es la identificación de nuevos asentamientos, cambios en la dinámica inmobiliaria y transformación en el uso del suelo. Esta información es muy importante para la consecución de los recursos provenientes de los impuestos y su adecuada gestión para el mejoramiento de la infraestructura de la ciudad.

La escala oficial de la cartografía es 1:1000, una escala que permite tener información detallada que permite su uso en proyectos de catastro multipropósito y se usa como cartografía básica para la ejecución de proyectos de infraestructura.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Generar Insumos cartográficos, restitución fotogramétrica y cartografía básica a escala 1:1000 del área urbana del municipio de San José de Cúcuta, utilizando las herramientas que provee la empresa para este tipo de proyectos y siguiendo los lineamientos que están enmarcados dentro de las especificaciones que establece el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Tomar la información resultante de las actividades desarrolladas en campo como el fotocontrol, vuelos y su procesamiento en oficina para obtener la aerotriangulación y la ortofoto.

Realizar la captura estéreo digital 3D de los elementos basado en el catálogo de objetos y fotointerpretación de puntos, líneas y polígonos usando el modelo suministrado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Cargar, editar y estructurar la información capturada teniendo en cuenta la file-geodatabase, el catálogo de objetos y los lineamientos dados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Documentar cada uno de los procesos desarrollados.

3. PLAN DE TRABAJO

Las actividades se distribuyen de acuerdo con las especificaciones del proyecto y deben cumplir con las siguientes etapas:

1. Área de Estudio
2. Metodología
    - 2.1 Sistema de referencia y proyección cartográfica
    - 2.2 Vuelos fotogramétricos
    - 2.3 Control terrestre
    - 2.4 Aerotriangulación
    - 2.5 Generación de ortofoto
    - 2.6 Generación del Modelo Digital de Terreno DTM (Curvas de nivel)
    - 2.7 Restitución fotogramétrica digital
    - 2.8 Generación de bases de datos vectoriales, edición y estructuración de la información.
        - 2.8.1 Topologías (Líneas, polígonos)
3. Calidad general del producto

Los numerales 2.7 y 2.8 son las actividades donde participan Mónica Rodríguez y Alexandra Eslava, cada una de ellas se realizan de manera intercalada con el fin de optimizar el tiempo de la producción cartográfica.

El resto de actividades mencionadas hacen parte fundamental de la generación de los insumos de toda la producción cartográfica, por esta razón deben ser nombradas y explicadas brevemente.

3.1 Área de estudio:

El área de estudio corresponde al área urbana del municipio de San José de Cúcuta, capital del departamento de Norte de Santander, fundada el 17 de junio de 1733 por el Capitán español Juan Agustín Mendoza, la ciudad es un importante centro económico y comercial en la región, su localización se encuentra en una región de transición entre la Cordillera de los Andes y la planicie del Río Magdalena.

Para definir el área de estudio lo que convencionalmente se hace es usar los shape que son actualizados y publicados en la página oficial del DANE y que se descargan en el Geo portal, se toma el área del municipio como referencia y tomando en cuenta las actualizaciones previas realizadas por los municipios y publicadas oficialmente en las páginas de datos abiertos, se realiza entonces la delimitación inicial y se estipula el área con este parámetro. Esta área inicial es la base para calcular el valor del proyecto en general, para generar las líneas de vuelo y determinar la de toma de puntos de control fotogramétrico. Para la toma de estos datos también se acostumbra hacer un buffer del área y generar un cubrimiento mayor, esto para asegurar toma de información adicional por si se debe ampliar o ajustar el área inicial y tener la información para completar esas ampliaciones.

Contractualmente se contrataron para realizar la cartografía de aproximadamente 11.803,870 ha como se observa en la Ilustración 1.

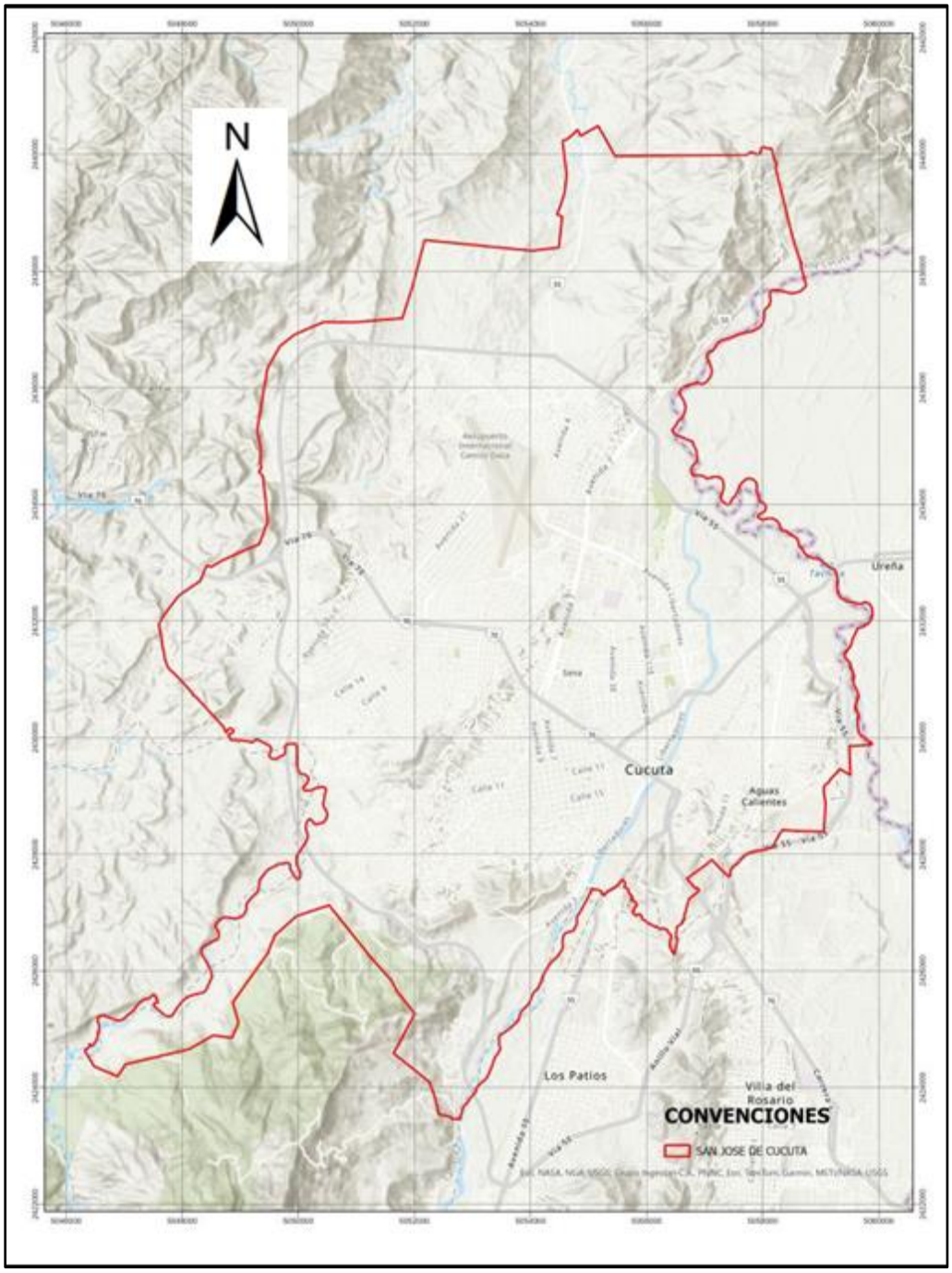


Ilustración 1: *Localización Área de San José de Cúcuta. Fuente Moncaleano Sáenz*

Luego de la toma de puntos de fotocontrol, vuelos fotogramétricos, cálculo de aerotriangulación de vuelos fotogramétricos y generación de ortofotomosaico y DTM todos generados con el área extra contemplada en el primer paso, para comenzar la captura de la información en 3D se debe revisar el límite y ajustarlo a los elementos geográficos existentes, es decir si la línea del límite contractual esta sobre un río o una vía principal y divide el elemento, la norma es ajustar esa línea al elemento y que esté completamente dentro de la toma de información y tener en cuenta que no se debe reducir el área contractual, lo más adecuado es que esta área aumente como se identifica en la Ilustración 2.

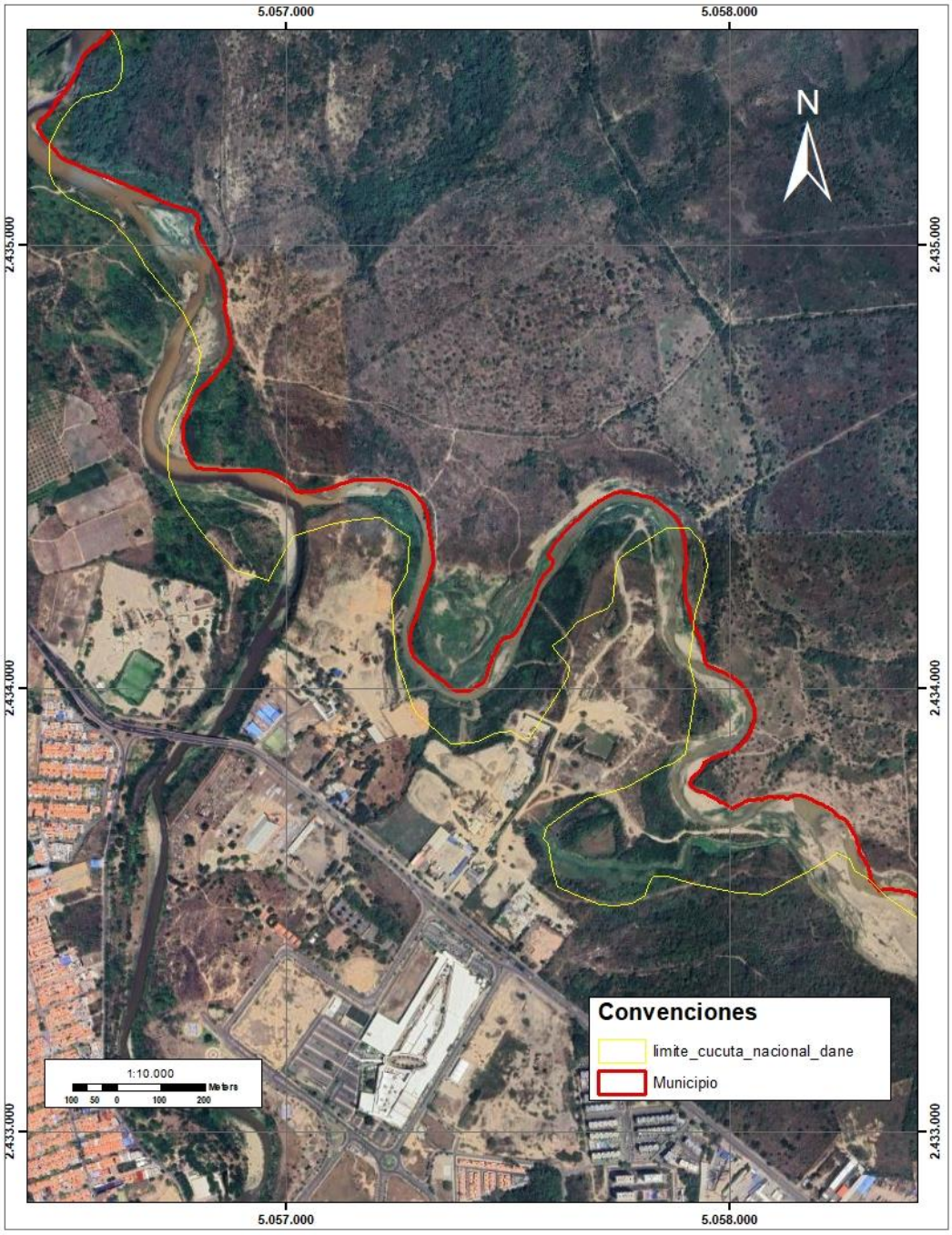


Ilustración 2: *Ajuste de área contractual a elementos geográficos. Fuente Moncaleano Sáenz*

En la ilustración 2, la línea amarilla muestra el límite contractual y la línea roja muestra el límite ajustado con el que se va a trabajar inicialmente la captura en 3D para no agregar más información de la necesaria y realizar los cortes de la ortofoto, el DTM y se carga en la base de datos vectorial, este será el límite final del proyecto y será el que se entregue con los productos finales para validación al IGAC.

Al realizar el ajuste el área final del proyecto definitiva será de 11.826,957 ha.

3.2 Metodología

3..2.1 Sistema de referencia y proyección cartográfica

Teniendo en cuenta los parámetros establecidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en las resoluciones 471 y 529 de 2020, todos los productos de la cartografía básica hacen uso del Marco Geocéntrico Nacional, referencia Magna Sirgas, la proyección cartográfica se define con un único origen de coordenadas con los parámetros que se presentan en la Tabla 1:

Parámetro	Valor
Proyección	Transversa de Mercator
Elipsoide	GRS80
Origen: Latitud	4° N
Origen: Longitud	73° W
Falso Este	5.000.000
Falso Norte	2.000.000
Unidades	Metros
Factor de escala	0.9992

Tabla 1: *Parámetros de la Proyección Cartográfica. Fuente IGAC*

El Sistema de referencia del bloque fotogramétrico es Origen Único Nacional.

3.3 Vuelos fotogramétricos

Consiste en hacer un vuelo sobre la zona de estudio y tomar fotografías de eje vertical, recubriendo el territorio con fotogramas que se solapen tanto longitudinal como transversalmente.

3.4 Control terrestre

Se realiza trabajo de campo en el que a partir de diversos métodos y herramientas topográficas se identifican las coordenadas en X, Y, Z sobre el terreno, las cuales sirven de base y apoyo para el proceso de Aerotriangulación.

3.5 Aerotriangulación

Es el proceso que permite densificar el control horizontal y vertical entre modelos estereoscópicos a partir de los puntos tomados en el control terrestre, mediante la generación de coordenadas terrestres por métodos de cálculo y aprovechamiento de las relaciones geométricas entre fotografías consecutivas.

La Aerotriangulación reconstruye la posición tridimensional de la cámara para cada toma fotográfica y su producto son las orientaciones internas y externas de las fotografías conformando bloques, una vez la aerotriangulación cumple se pueden visualizar los modelos estereoscópicos sin paralaje y en estéreo en una estación fotogramétrica digital.

A continuación, se describen las características de la aerotriangulación para proyectos fotogramétricos para generar cartografía básica oficial y ortofotomosaico.

3.6 Conjunto de datos

El conjunto de datos es un bloque fotogramétrico, cada uno de ellos está conformado por uno a más vuelos fotogramétricos. La aerotriangulación es el conjunto de aerofotografías ajustadas con el software Applicationmaster, a partir de esta información se generan los reportes de la aerotriangulación y el esquema del vuelo con el ajuste; la aerotriangulación se genera a partir de los datos de aerofotografía y el control terrestre, siguiendo las

especificaciones técnicas y con el propósito de ser el insumo base para el proceso cartográfico generando modelos digitales de terreno y los ortofotomosaicos como insumo principal para la restitución fotogramétrica.

3.7 Modelo de datos

Su función es organizar y documentar los objetos e imágenes geoespaciales, este modelo contiene 2 grupos: Aerofotografías y Aerotriangulación.

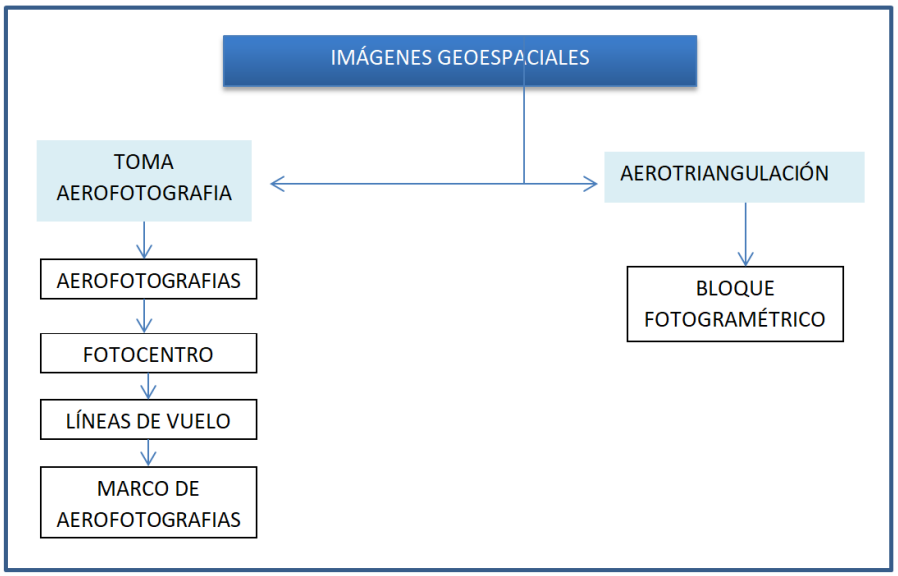


Ilustración 3: *Modelo de datos. Fuente Moncaleano Sáenz*

3.8 Aerofotografía

Se cuenta con 3266 imágenes en formato rgbi +IR, que recubren la totalidad del área de estudio.

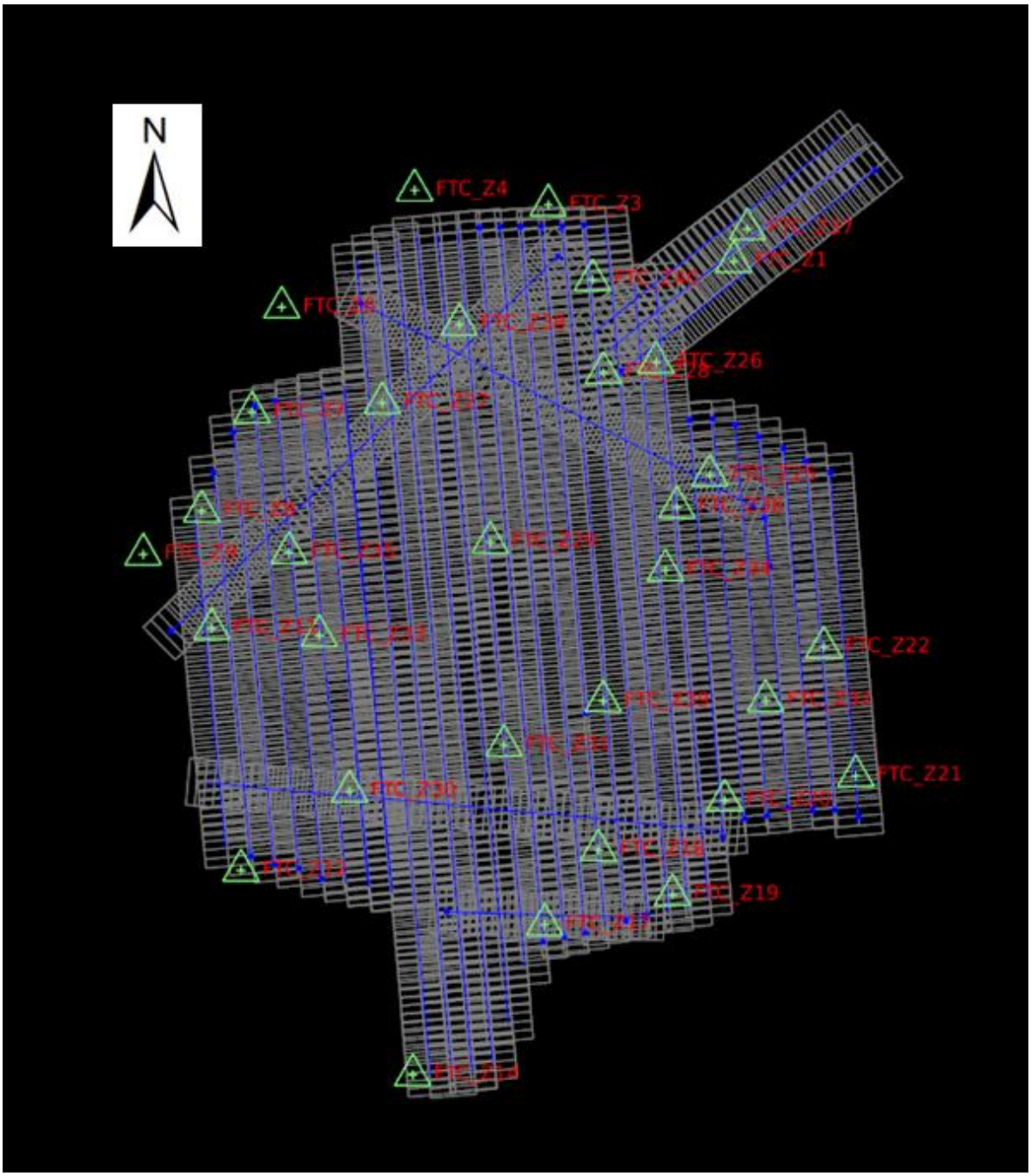


Ilustración 4: *Bloque Aerotriangulado. Fuente Moncaleano Sáenz*

Fotocentro: Se contaron 3266 fotocentros.

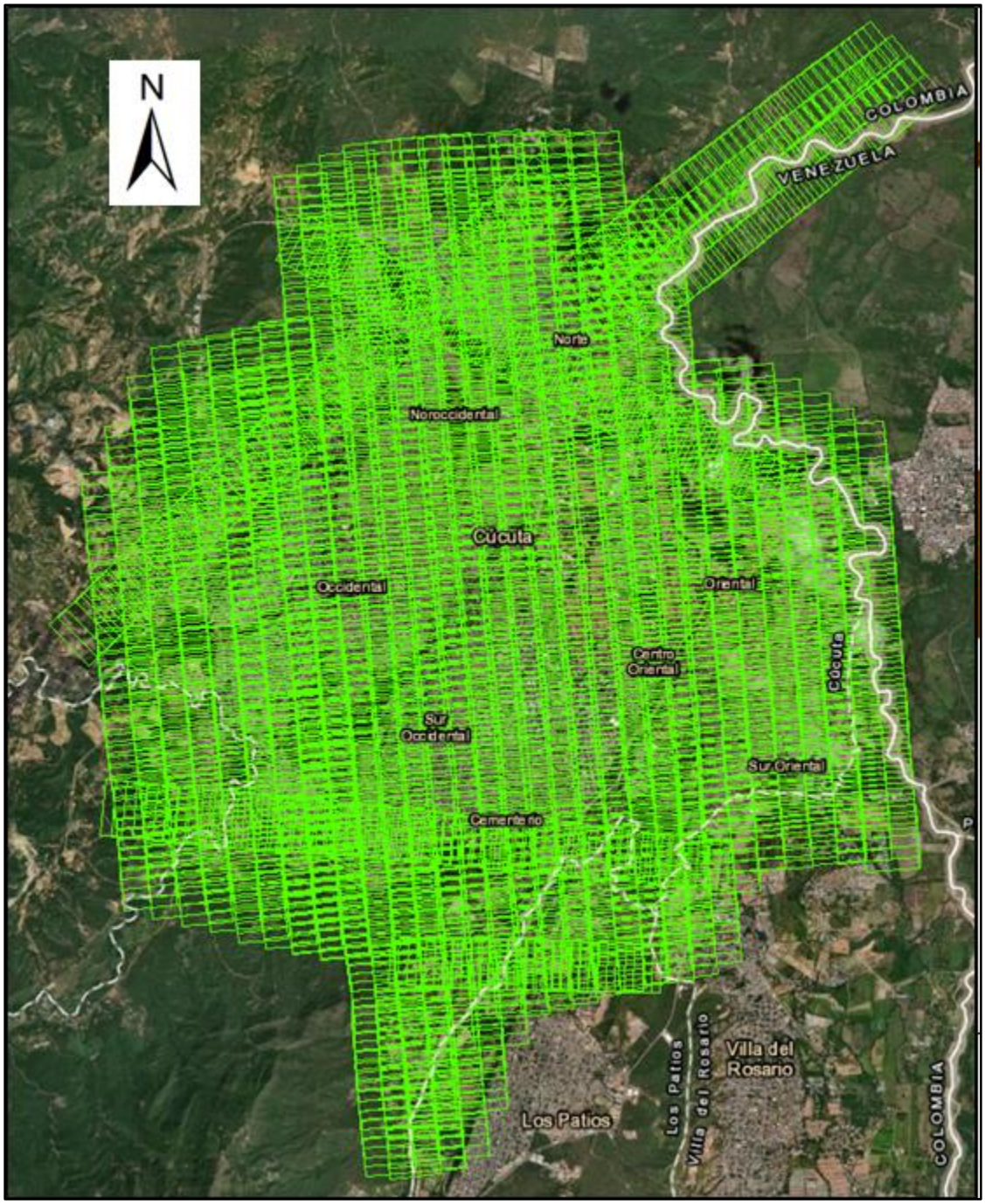


Ilustración 5: *Ubicación bloque fotogramétrico de forma Geográfica. Fuente Moncaleano Sáenz*

3.9 Líneas de vuelo y marcos de aerofotografías

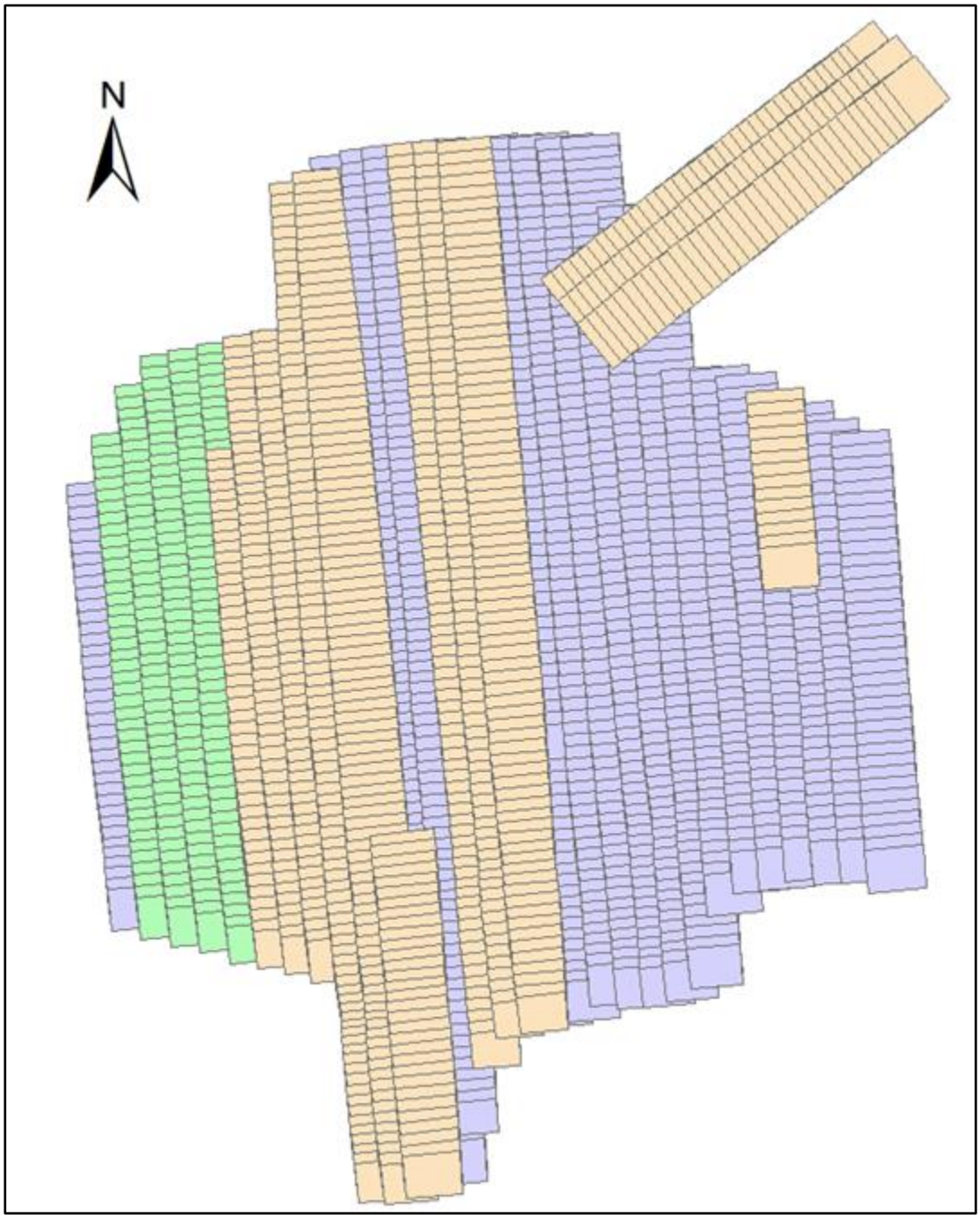


Ilustración 6: *Marcos aerofotogramétricos generados para la triangulación. Fuente Moncaleano Sáenz*

3.9.1 Generación de ortofotomosaico

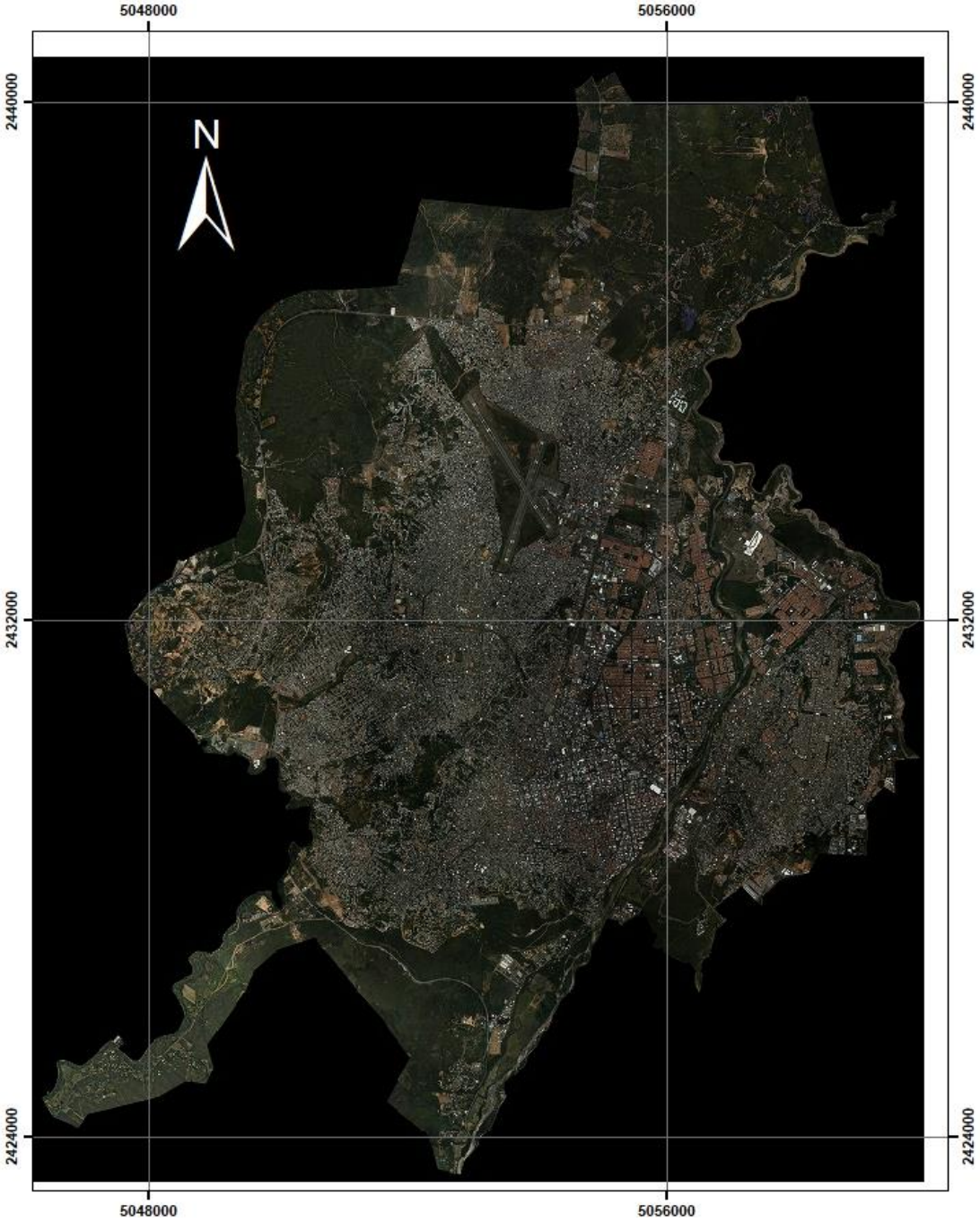


Ilustración 7: *Ortofotomosaico San José de Cúcuta. Fuente Moncaleano Sáenz*

3.10 Modelo Digital de Terreno DTM (Curvas de nivel)

El siguiente punto describe los parámetros utilizados, los procedimientos en la generación del Modelo Digital de Terreno del municipio de SAN JOSÉ DE CÚCUTA, zona URBANA Y RURAL escala 1:1.000 ubicado en el departamento de Norte de Santander con un área contratada de 11.803,874 ha con el insumo LIDAR.

En general se describen metodologías relevantes y procesos mediante los cuales se valida el cumplimiento de las especificaciones técnicas definidas para el producto.

Método elegido

La metodología elegida es una nube de puntos LiDAR como insumo principal, esta nube es resultado de la ejecución de seis vuelos LiDAR que dan cubrimiento al área total del proyecto en el territorio nacional de acuerdo al limite del proyecto.

Procesos implemetados

Se determina la realizacion de un modelo digital de terreno DTM a partir del proceso descrito en el metodo elegido, el DTM generado a partir de nube de puntos LIDAR representa las formas naturales del terreno eliminando mediante filtros los elementos antropicos como vegetación y estructuras como construcciones, se organizan con una grilla de alta densidad, que detalla con presición la topografia y garantiza un producto de alta calidad.

Puntos de fotocontrol

Los puntos de fotocontrol con objetivos o marcas estratégicas distribuidas en el area del proyecto utilizadas para realizar georreferenciación con coordenadas precisas y de esta manera asegurar la correcta orientacion del proyecto.

NOMBRE	MUNICIPIO	ESTE	NORTE	ALTURA ORTOMÉTRICAS
CUC10X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5054409,923	2436156,581	301,051
CUC11X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5055010,423	2428006,715	324,989
CUC12X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5054191,854	2429557,918	309,168
CUC15X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5052634,663	2435529,793	310,102

NOMBRE	MUNICIPIO	ESTE	NORTE	ALTURA ORTOMÉTRICAS
CUC16X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5051708,303	2434188,849	272,110
CUC18X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5049760,736	2433323,156	286,069
CUC20X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5052960,945	2433629,132	329,937
CUC2X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5056635,315	2433806,587	277,583
CUC3X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5056963,121	2430171,607	309,778
CUC6X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5058398,136	2438163,465	267,067
CUC9X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5055527,517	2434475,212	284,911
CUC14X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5054832,784	2438423,392	268,010
CUC19X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5053937,703	2433013,161	322,651
CUC1X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5058738,495	2432642,466	289,633
CUC22X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5051137,581	2431580,33	282,644
CUC24X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5046668,642	2424523,02	328,856
CUC26X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5051685,06	2427583,509	365,205
CUC4X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5058619,343	2428447,101	329,808
CUC8X1	SAN JOSÉ DE CÚCUTA	5055961,949	2435443,183	284,109

Tabla 2: *Puntos de Fotocontrol en Restitución. Fuente: Moncaleano Sáenz*

3.11 Ubicación y georreferenciación de puntos de control

La georreferenciación de las fotografías aéreas consiste en la ubicación y ajuste de los puntos de fotocontrol. El proceso se basa en fotografías terrestres apoyadas por descripciones de la ubicación de cada punto, de esta manera asegurar la exactitud de las coordenadas para cada uno, luego de finalizado el proceso de fotocontrol y contemplando la escala se realiza la generación del DTM con los insumos LiDAR.

Se cargan las coordenadas suministradas en el proceso de fotocontrol, ubicando los puntos de forma manual, posteriormente se determinan los puntos de paso por correlación automática y/o manual, garantizando que se cumpla con las precisiones requeridas para la escala.

Se evalúa que los puntos de paso sean homogéneos a lo largo de las fotografías aéreas y que cumpla con los requerimientos establecidos para el cubrimiento total del área de interés, de lo contrario se procede a completar el área faltante de forma manual.

Con el resultado numérico de las coordenadas de fotocontrol, se realizó una georreferenciación general donde se verificó la precisión.

3.12 Generación del Modelo Digital de Terreno:

El modelo digital de terreno (DTM) Ilustración 8, es una representación cuantitativa en formato digital donde se describe espacialmente la superficie de un territorio mediante un conjunto de puntos densos con coordenadas norte, este y altura, sin tener en cuenta los elementos sobre la superficie como árboles, obras civiles y edificaciones. La finalidad es representar la superficie terrestre, generar datos altimétricos, caracterizar la topografía del terreno para gestión del riesgo y el modelamiento hidrológico, entre otros.

El modelo digital del terreno se obtiene por nube de puntos densa, capturados por sensor Terrain Mapper. La resolución del DTM se define por el paso de malla o distancia de muestreo de las alturas del terreno.

El modelo digital del terreno para este proyecto se deriva del procesamiento de datos LiDAR, donde la totalidad de la información altimétrica y planimétrica se obtuvo a partir de un filtrado de la nube de puntos densa.

Se valida que el archivo ráster se encuentre en el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS/Origen Nacional, a partir de la metadata interna del producto y de su correspondencia visual con los parámetros de coordenadas establecidos para dicha proyección, se valida el sistema de referencia vertical y la adopción de alturas ortométricas (Geocol 2004), a partir de la verificación de exactitud posicional mediante los puntos de fotocontrol.

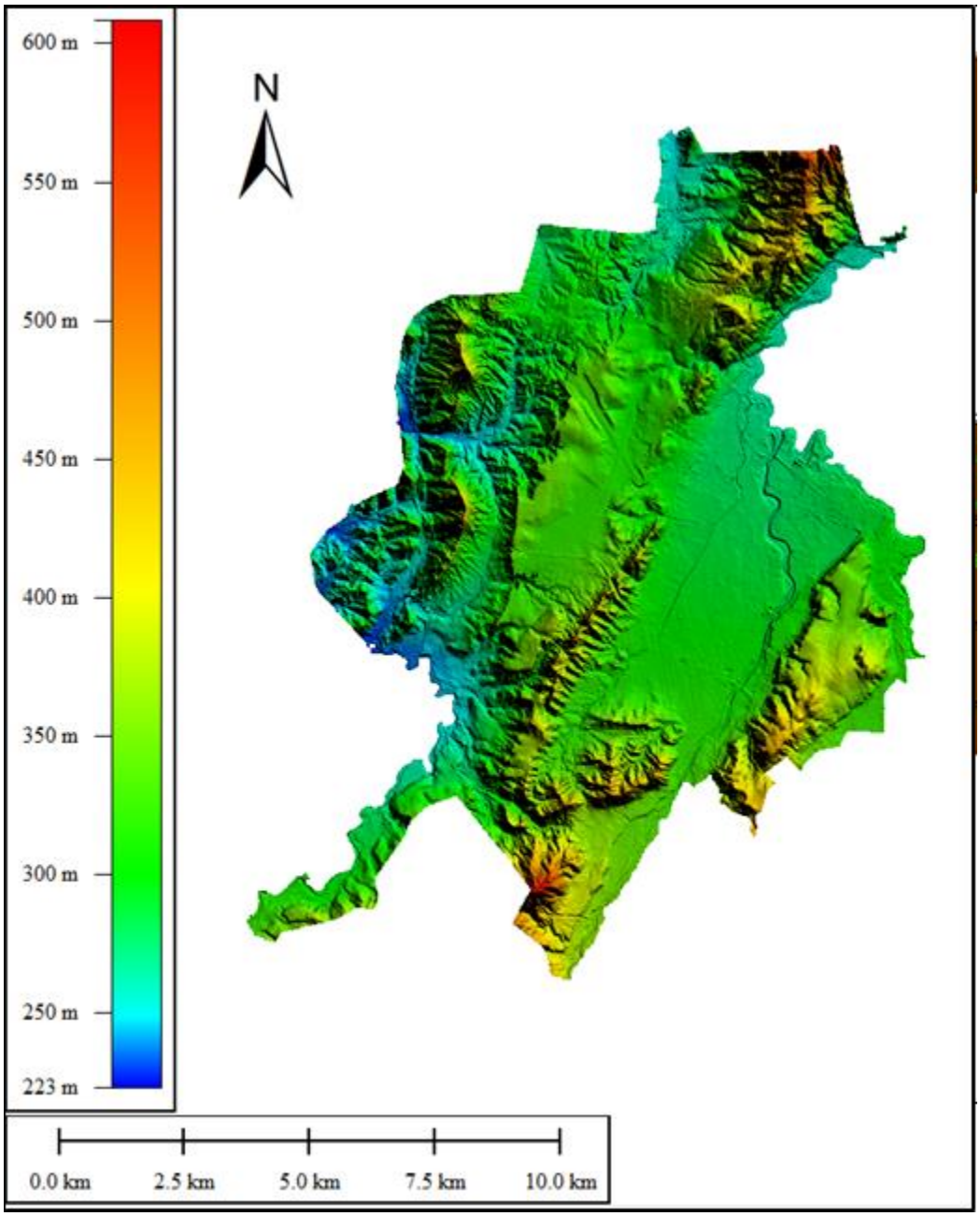


Ilustración 8: *MDT generado del proceso LiDAR. Fuente: Moncaleano Sáenz*

3.13 Curvas de nivel:

La curva de nivel es una línea imaginaria representada en los mapas que une todos los puntos con la misma altura sobre el nivel medio del mar. Dentro de los parámetros del proyecto este elemento que tradicionalmente se restituía hoy en día con la implementación de las nuevas tecnologías como el LiDAR que ofrecen una solución más rápida y precisa para la generación del Modelo digital de terreno DTM, insumo de donde se pueden generar automáticamente las curvas de nivel representando con especial detalle el terreno, se decidió dentro de los parámetros del proyecto que esta sería la metodología de generación de curvas de nivel.

Las curvas de nivel entonces serán generadas a partir del DTM. Este proceso se realiza mediante el software Global Mapper en el cual se indican los parámetros mínimos para que cumplan con la toma de información para la escala que para este caso es 1:1000, las curvas de nivel se generan con un intervalo de 1 metro, quedando clasificadas como curvas intermedias cada 1 metro y las curvas índices cada 5 metros.

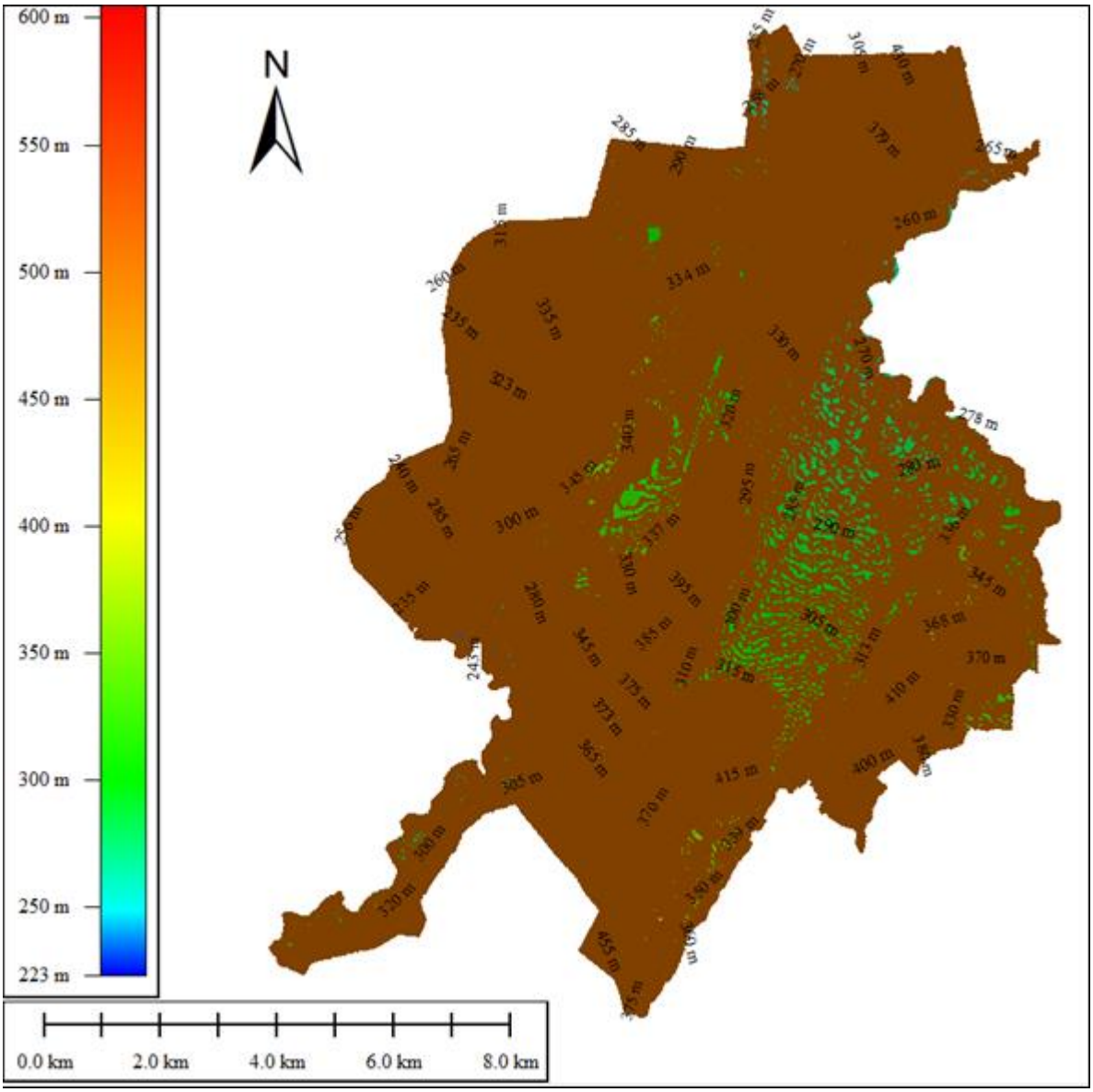


Ilustración 9: *Curvas de Nivel generadas del insumo DTM. Fuente: Moncaleano Sáenz*

Las curvas de nivel generadas se exportan en formato shape para ser editadas y estructuradas en la base de datos vectorial conforme a la norma técnica del IGAC. Ilustración 9

3.14 Restitución fotogramétrica digital

En el proceso de Restitución fotogramétrica digital participa Mónica Rodríguez, su función es hacer la captura de la información mediante el uso de una estación fotogramétrica y con el software MicroStation y ERDAS, que permiten la captura de los elementos en sus 3 dimensiones.

La Captura de la información ser realiza de acuerdo con el esquema establecido para la ejecución del proyecto y utilizando las librerías correspondientes de acuerdo con los lineamientos suministrados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Luego de terminado el proceso de aerotriangulación y con la visualización de los modelos estereoscópicos en estación digital mediante visión estereoscópica, se hace la captura en 3D de cada uno de los elementos basado en el catálogo de objetos, como se muestra en la **Tabla 3** y fotointerpretados según sea su geometría (punto, línea o polígono) en formato vector, generando un archivo DGN con esta información.

El operador captura cada uno de los elementos mediante el uso de una marca flotante que puede mover en las tres dimensiones y dibujando de la forma más detallada posible, conservando la geometría de los objetos y la altura.

Nombre	Descripción
Level 1	DRENAJE SENCILLO
Level 2	BORDE DE AGUA
Level 3	CANAL SENCILLO
Level 4	ELEMENTOS INUNDADOS
Level 5	LECHO SECO
Level 6	SEMILLA LECHO SECO
Level 7	LINEA_COSTERA
Level 8	MADRE_VIEJA_R
Level 9	MANGLAR
Level 10	BANCO_ARENA_RECREACION
Level 11	PRESA DIQUE MALECÓN COMPUERTA
Level 12	EMBARCADERO MUELLE PUERTO
Level 13	SEPARADOR VIAL

Nombre	Descripción
Level 14	TANQUE_R
Level 15	TUBERÍA
Level 16	PISCINA
Level 17	DRENAJE QUE DESAPARECE
Level 18	LIMITE DE VÍA
Level 19	LIMITE DE VÍA APROXIMADA
Level 20	CAMINO SENDERO
Level 21	FERROCARRIL
Level 22	TELEFERICO_CABLE
Level 23	FUNICULAR
Level 24	METRO
Level 25	TERRAPLÉN
Level 26	PISTA DE ATERRIZAJE HELIPUERTO
Level 27	LÍNEA DE DEMARCACIÓN ZONA DEPORTIVA
Level 28	PUENTE_LINEA
Level 29	AREA_DE_EXTRACCION
Level 30	CONSTRUCCIÓN
Level 31	CONSTRUCCIÓN ANEXA
Level 32	LÍNEA TRANSMISIÓN DE ENERGÍA
Level 33	TORRE_DE_ALTA_TENSION
Level 34	ANTENA
Level 35	MALLA
Level 36	MURO
Level 37	CERCA DE ALAMBRE
Level 38	CERCA VIVA
Level 39	CERCA DE MADERA
Level 40	BOSQUE
Level 41	PUNTO DE COTA FOTOGRAMÉTRICA
Level 42	CURVA ÍNDICE
Level 43	CURVA INTERMEDIA
Level 44	CURVA ÍNDICE DEPRESIÓN
Level 45	CURVA INTERMEDIA DE DEPRESIÓN
Level 46	ALCANTARILLA_PONTON_LINEA
Level 47	MONUMENTO

Nombre	Descripción
Level 48	POZO
Level 49	DEPOSITO AGUA
Level 50	POSTE
Level 51	TAPA DE ALCANTARILLA
Level 52	CICLORRUTA
Level 53	LIMITE DE VÍA INTERNA
Level 54	PEATONAL URBANA
Level 55	BERMA
Level 56	ZONA VERDE
Level 57	SEMILLA ZONA VERDE
Level 58	ZONA DURA
Level 59	SEMILLA_ZONA_DURA
Level 60	MODELOS_ESTEOSCOPICOS
Level 61	LIMITE PROYECTO
Level 62	HUECO_CARTOGRAFICO
Level 63	NUBE

Tabla 3: *Niveles de Captura elementos en Restitución. Fuente IGAC.*



Ilustración 10: *Restitución elementos San José de Cúcuta. Fuente Moncaleano Sáenz*

En esta ilustración se puede identificar la superposicición de los vectores sobre la imagen.

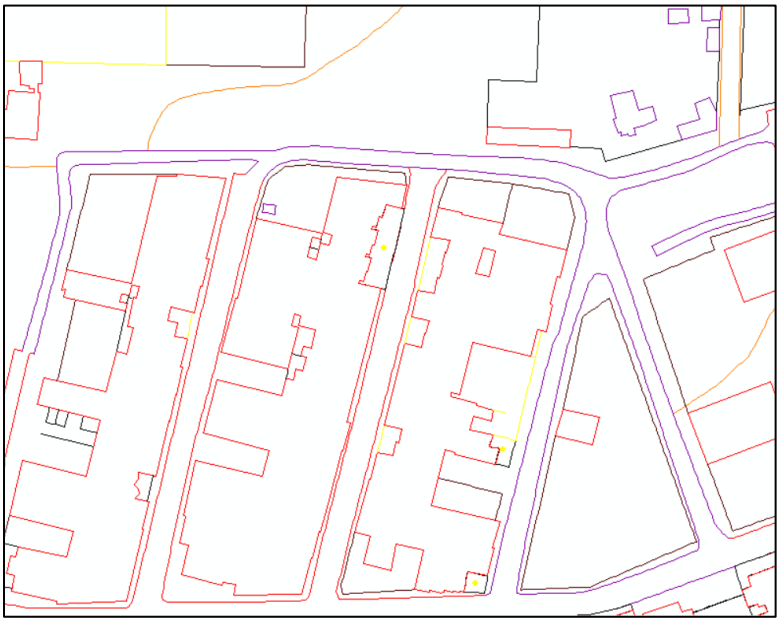


Ilustración 11: *Fragmento DGN San José de Cúcuta. Fuente Moncaleano Sáenz*

3.15 Elementos de la compilación en el proceso de restitución fotogramétrica

Para realizar la captura de los elementos altimetricos y planimetricos, se identifican los niveles y los codigos que corresponden al modelo de datos que se encuentra vigente para la produccion cartografica.

La captura se realiza teniendo en cuenta la geometria de cada uno de los elementos: polígono, línea o punto, los elementos tipo polígono deben quedar completamente cerrados.

El tamaño mínimo es un factor importante que de acuerdo con la escala determina si es posible su captura o generalizarlo con elementos cercanos, en este caso no existe restricciones ya que la escala 1:1000 permite la restitución de todos los elementos que se puedan fotointerpretar correctamente.

Tambien se tienen en cuenta la permanencia de los elementos, su estructura y la continuidad delos mismos como el caso de los elementos hidrográficos, vias y estructuras que pueden considerarse como transitorias.

3.15.1 Clasificación de niveles

Puntos

Son elementos que identifican objetos que por la escala no se pueden dibujar en su contorno, por esta razon se captura un punto en el centro del elemento y en el nivel correspondiente. En la tabla 4 se muestra en general cuales son los elemetos tipo punto disponibles en la librería para captura.

Nombre	Descripción
Level 6	SEMILLA LECHO SECO
Level 14	TANQUE_R
Level 33	TORRE_DE_ALTA_TENSION
Level 34	ANTENA
Level 41	PUNTO DE COTA FOTOGRAMÉTRICA
Level 47	MONUMENTO
Level 48	POZO
Level 50	POSTE

Nombre	Descripción
Level 51	TAPA DE ALCANTARILLA
Level 57	SEMILLA ZONA VERDE
Level 59	SEMILLA_ZONA_DURA

Tabla 4: *Niveles de Captura elementos en Restitución Tipo Punto. Fuente IGAC.*

De acuerdo a las especificaciones para el proyecto los elementos tipo punto solamente se capturan los elementos correspondientes a antena, torre de energía, semilla zona verde y semilla de zona dura.



Ilustración 12: *Captura elementos tipo Punto. Fuente Moncaleano Sáenz*

Semillas

Las semillas son elementos tipo punto que se capturan en el centro de una zona para indicar que se debe construir un polígono en los casos donde el cerramiento se hace contra un elemento de un nivel diferente, como se aprecia en la siguiente ilustración.

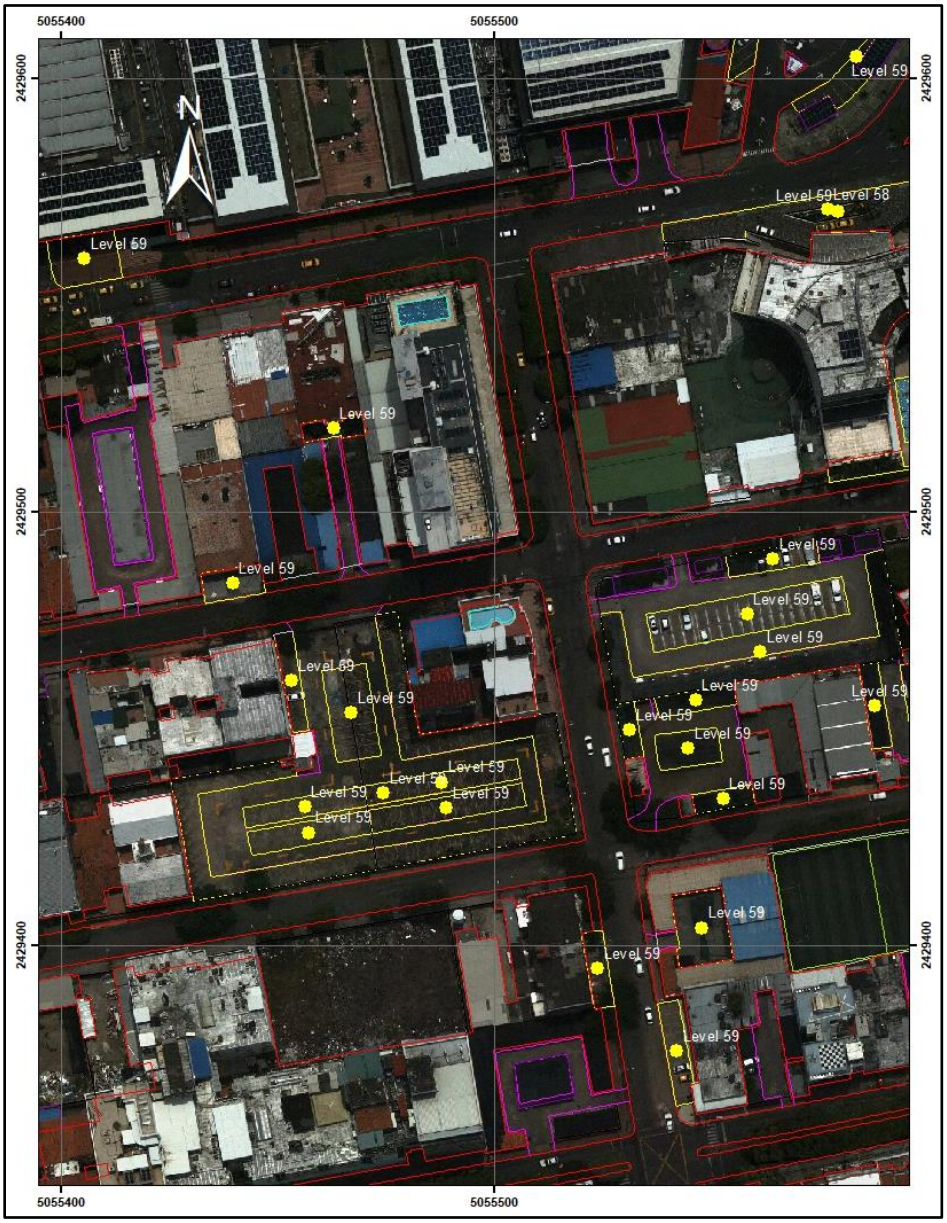


Ilustración 13: *Captura Semillas. Fuente Moncaleano Sáenz*

Líneas

Son elementos que representan caracteristicas geograficas lineales por su longitud incluyen rios, carreteras, límites de via, muro, cercas etc., según **Tabla 5.**

Nombre	Descripción
Level 1	DRENAJE SENCILLO
Level 3	CANAL SENCILLO
Level 5	LECHO SECO
Level 7	LINEA_COSTERA
Level 11	PRESA DIQUE MALECÓN COMPUERTA
Level 13	SEPARADOR VIAL
Level 15	TUBERÍA
Level 17	DRENAJE QUE DESAPARECE
Level 18	LIMITE DE VÍA
Level 19	LIMITE DE VÍA APROXIMADA
Level 20	CAMINO SENDERO
Level 21	FERROCARRIL
Level 22	TELEFERICO_CABLE
Level 23	FUNICULAR
Level 24	METRO
Level 25	TERRAPLÉN
Level 27	LÍNEA DE DEMARCACIÓN ZONA DEPORTIVA
Level 28	PUENTE_LINEA
Level 32	LÍNEA TRANSMISIÓN DE ENERGÍA
Level 35	MALLA
Level 36	MURO
Level 37	CERCA DE ALAMBRE
Level 38	CERCA VIVA
Level 39	CERCA DE MADERA
Level 42	CURVA ÍNDICE
Level 43	CURVA INTERMEDIA
Level 44	CURVA ÍNDICE DEPRESIÓN
Level 45	CURVA INTERMEDIA DE DEPRESIÓN
Level 46	ALCANTARILLA_PONTON_LINEA

Nombre	Descripción
Level 52	CICLORRUTA
Level 53	LIMITE DE VÍA INTERNA
Level 54	PEATONAL URBANA
Level 55	BERMA
Level 61	LIMITE PROYECTO

Tabla 5: *Niveles de Captura elementos en Restitución Tipo Línea. Fuente IGAC.*

Para los elementos tipo línea no se indican restricciones de captura, aplica para todos los elementos si existen dentro del área de trabajo, en la siguiente ilustración se pueden identificar algunos de ellos y su superposición con la imagen.



Ilustración 14: *Captura elementos tipo Línea. Fuente Moncaleano Sáenz*

Polígonos

Son elementos que determinan una superficie limitada por líneas como por ejemplo zonas urbanas, construcciones, superficies de agua. **Tabla 6**.

Nombre	Descripción
Level 2	BORDE DE AGUA
Level 4	ELEMENTOS INUNDADOS
Level 8	MADRE_VIEJA_R
Level 9	MANGLAR
Level 10	BANCO_ARENA_RECREACION
Level 12	EMBARCADERO MUELLE PUERTO
Level 16	PISCINA
Level 26	PISTA DE ATERRIZAJE HELIPUERTO
Level 29	AREA_DE_EXTRACCION
Level 30	CONSTRUCCIÓN
Level 31	CONSTRUCCIÓN ANEXA
Level 40	BOSQUE
Level 49	DEPOSITO AGUA
Level 56	ZONA VERDE
Level 58	ZONA DURA
Level 60	MODELOS_ESTEOSCOPICOS
Level 62	HUECO_CARTOGRAFICO
Level 63	NUBE

Tabla 6: *Niveles de Captura elementos en Restitución Tipo Polígono. Fuente IGAC.*

Para el nivel de polígono no se captura el elemento vegetación, el resto de elementos sí se encuentran en el área del proyecto, deben ser capturados.

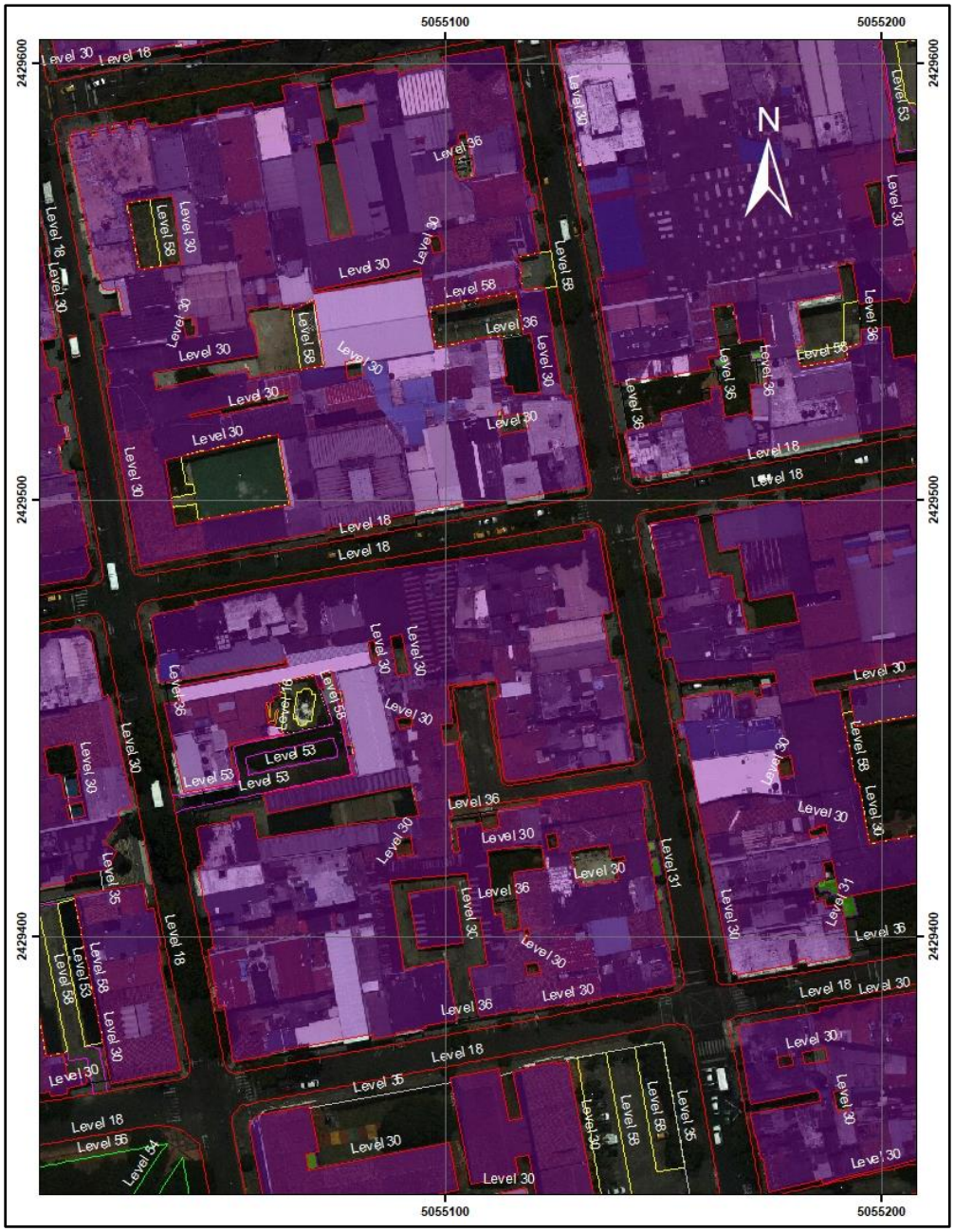


Ilustración 15: *Captura elementos tipo Polígono. Fuente Moncaleano Sáenz*

Tamaños Mínimos

Para las diferentes escalas de proyecto el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) determina unos tamaños mínimos de captura, estos deben tenerse en cuenta en el momento de comenzar el cargue de la información.

Teniendo en cuenta la escala del proyecto se verifican cada uno de los elementos capturados y sus correspondientes equivalencias.

TAMAÑOS MÍNIMOS DEFINIDOS PARA LA CAPTURA DE ELEMENTOS CARTOGRÁFICOS

ELEMENTO	Tamaño		Equivalencia en metros para cada escala				
	Long. mm	Área mm²	1000	2000	5000	10000	25000
Caminos	7		7	14	35	70	175
Senderos	7		7	14	35	70	175
Vías aisladas	1		1	2	5	10	25
Ancho de ciclo rutas	0,4		0,4	TODAS	NA	NA	NA
Puente (línea)	3		3	6	15	30	75
Ancho de peatonal urbana	0,4		TODAS	TODAS	2	NA	NA
Ancho de drenajes (dobles)	0,5		0,5	1	2,5	5	12,5
Drenaje sencillo	10		10	20	50	100	250
Canales	10		10	20	50	100	250
Cercas vivas y de alambre	10		10	20	50	100	250
Ancho bosques galería (debe cumplir área mínima)	1,2		1,2	2,4	6	12	30
Adyacencia entre elementos lineales	1		1	2	5	10	25
Separación entre construcciones	0,5		0,5	1	2,5	5	12,5
Salientes y entrantes en construcciones	0,3		0,3	0,6	1,5	3	7,5
Tanque polígono (si un lado es mayor de 0.82mm)	0,82		0,82	1,64	4,1	8,2	20,5
Monumento. (si un lado es mayor a 0.8mm)	0,8		0,8	1,6	4	8	20
Silo polígono. (si un lado es mayor a 0.8mm)	0,8		0,8	1,6	4	8	20
Lado más corto para agrupar construcciones	1		1	2	5	10	25
Distancia entre árboles para agrupar	2,25		2,25	4,5	11,25	22,5	56,25
POLÍGONOS							
ELEMENTO	Tamaño		Equivalencia en m² para cada escala				
	Long. mm	Área mm²	1000	2000	5000	10000	25000
Superficies de agua		2,25	2,25	9	56,25	225	1406,25
Elementos inundados		6,25	6,25	25	156,25	625	3906,25
Edificaciones (ningún lado inferior a 1 mm x E)		2,25	2,25	9	56,25	225	1406,25
Arenales, bancos de arena		4	4	16	100	400	2500
Bosques o grupo de árboles		9	9	36	N/A	N/A	
Bosques o grupo de árboles		6,25	**	**	156,25	625	3906,25
Mina		2,5	2,5	10	62,5	250	1562,5

Los muros que generan paramento deben tener una altura mínima de un piso
Se capturan los árboles que tengan una altura mínima de un piso o de 2 metros **(con áreas menores a 9 mm2), caso especial escalas 1:1000 y 1:2000
Se trazan los postes en escalas 1:1000 y 1:2000, no se incluyen farolas de alumbrado en parques, conjuntos residenciales y alamedas
Las torres se capturan como punto al nivel del piso
Tolerancia para la conectividad entre drenajes es de 5mm por la escala del mapa en cauce seco

Tener en cuenta que puede ser posible agrupar elementos antes que ser eliminados según los parámetros de separación entre elementos

Nota: Para otras especificaciones o aclarar estas por favor consultar el manual

Tabla 7: *Tamaños mínimos para captura de elementos cartográficos. Fuente IGAC*

La información de la **Tabla 7**, corresponde a los parámetros de captura suministrados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

3.16 Generación bases de datos vectoriales, edición y estructuración de la información (GDB)

A partir de la información obtenida producto de la restitución fotogramétrica, el grupo de edición donde participa Alexandra Eslava Basabe, son los encargados de hacer la verificación de la geometría de los vectores usando el catálogo de objetos definido por el IGAC y se hace el cargue de la información en el archivo GDB “CBasica_V2.5.1.gdb”, la información se pasa a la GDB capa por capa ubicando cada uno de los elementos en su layer correspondiente y cumpliendo con las geometrías punto, línea y polígono, se verifican las tablas de atributos.

Estructura de la base de datos, ilustración 16.

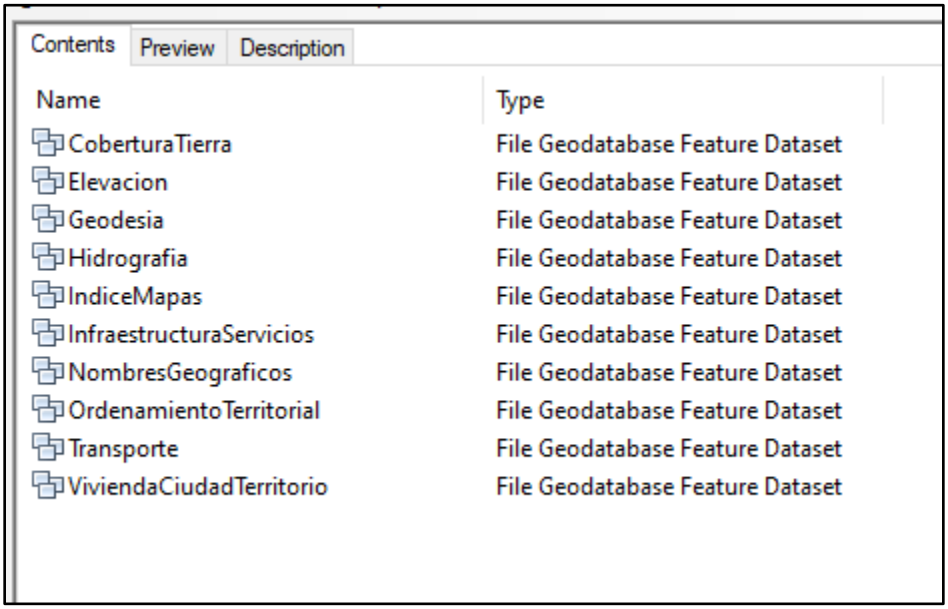


Ilustración 16: *GDB del IGAC “CBasica_V2.5.1.gdb. Fuente IGAC*

3.17 Clasificación de elementos

3.17.1 Elementos de transporte terrestre

Son elementos que en las imágenes se reconocen como vias de transporte, si los trazos se dificultan porque la imagen presenta obstaculos como vegetación o nubes, los trazos se deben proyectar sorteando estos obstaculos con el fin de garantizar la continuidad de los elementos.

Las vías principales o doble calzada se trazan por el eje de la vía teniendo en cuenta los elementos complementarios como zonas duras y ampliacion de peajes.

Límite Vía (3112): Constituye el borde de la vía y se define en las áreas urbanas de mapas a escala grande por el borde del andén, en las áreas rurales o no urbanizadas se define por el borde de la zona dura. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Límite de Vía Aproximado (3302): Se utiliza cuando no se encuentran bien definidos los bordes de la vía por falta de obras de arte en la carretera. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Límite de Vía Interna (3303): Se usa en mapas de escala grande, para la demarcación de vías vehiculares de carácter privado. Ej., al interior de condominios, conjuntos residenciales y empresas. Las aceras que no están definiendo el límite de una vía se capturan en este código. Ej., las bahías o áreas de parqueo. El límite de vía interno debe conectar a la vía pública sin interrumpir la continuidad de esta última, no se debe considerar el trazo de vía interna en barrios que presentan barreras temporales usadas para impedir el transito vehicular. Cuando el límite de vía interna es paralelo a una distancia inferior a 1mm a la escala del mapa a un cerramiento en cerca o muro, se debe omitir el límite de vía interna. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Ejes Viales: Cuando el ancho de la vía es inferior a 1,2 mm a la escala, en áreas rurales, se debe capturar el eje vial de acuerdo con los siguientes parametros:

Vía tipo 1 (33011): vía pavimentada cuyo ancho excede de 5 m

Vía tipo 2 (33012): vía sin pavimentar cuyo ancho excede de 5 m

Vía tipo 3 (33013): vía pavimentada cuyo ancho es inferior o igual a 5 m

Vía tipo 4 (33014): vía sin pavimentar cuyo ancho es inferior o igual a 5 m

Vía tipo 5 (33015): vía carreteable sin pavimentar angosta transitable en tiempo seco.

Vía tipo 6 (33016): (trocha) vía natural con pocas o ninguna mejora, sin obras de arte (cunetas, pontones), apropiada para el tránsito vehicular de camperos. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Camino, Sendero (33017): Caminos de herradura y senderos peatonales. Es un camino natural o construido que no es lo suficientemente ancho para el tránsito de vehículos. No se consideran senderos a las huellas que se generan por el paso peatonal en zonas verdes, terrenos baldíos y separadores. Estos caminos se omiten en zonas con buenas condiciones viales y no se trazan al interior de los cultivos. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Peatonal Urbana (31018): Es vía construida para el tránsito de peatones, se traza en áreas urbanas siempre que el ancho sea mayor a 0.4 mm a la escala del mapa. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

La demarcación de vías peatonales sobre las aceras solo se traza cuando constituye alamedas.

No se traza los accesos peatonales en antejardines e interiores de predios residenciales individuales

Ferrocarril (1480): Se captura siempre que se evidencie la existencia de ferrocarril, aunque en ocasiones se encuentre parcialmente destruido o desmantelado. En todos los casos el trazado se realiza por el eje. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Teleférico (3104): Se captura los tendidos de cable destinados para el transporte e incluye los sistemas de metro cable. En esta categoría se capturan las bandas y cableados utilizados para el transporte de carga o pasajeros. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Funicular (1482): Corresponde a la vía de desplazamiento de los vagones del funicular. Se traza como eje vial. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Metro (1481): Constituido por los rieles de desplazamiento de los vagones del metro. Se traza el eje vial de cada línea. La estructura de soporte de las líneas de metro se debe capturar como Construcción Anexa en el código 4169. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

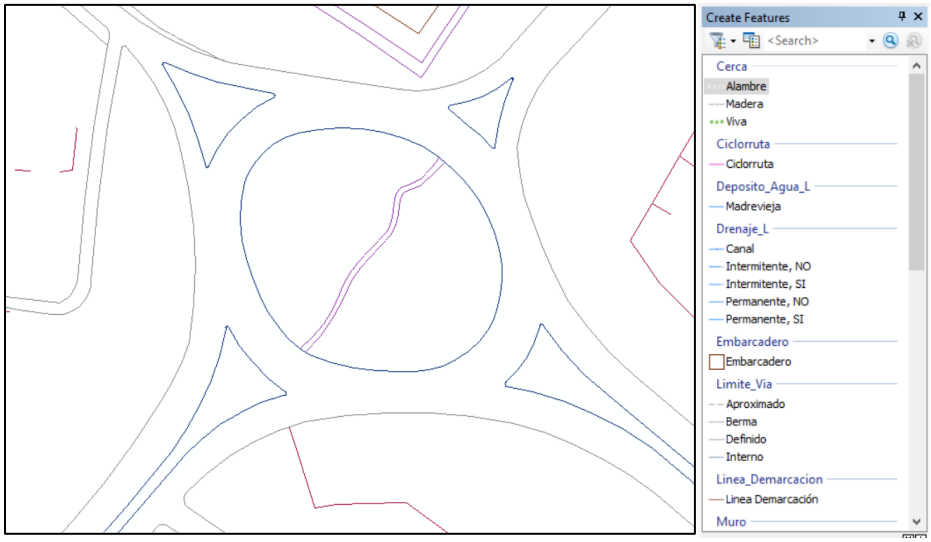




Ilustración 17: *Captura elementos de transporte terrestre. Fuente Moncaleano Sáenz*

3.17.2 Elemento superficies de agua

Son todos aquellos elementos que están compuestos por agua.

Lecho Seco o Cauce (5201): Corresponde al lecho natural de un drenaje o superficie de agua. Se dibuja con esta línea los bordes de los lechos cuyo ancho exceda de 1 mm y la adyacencia con el cuerpo de agua sea igual o superior a 1 mm a la escala de representación. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Borde de Agua (5000): Se traza con esta línea los siguientes elementos:

Cada uno de los lados (orilla) de drenajes mayores de 0.5 mm de ancho a la escala de representación.

Superficies de agua en general: lagunas, ciénagas, embalses, charcas, canales, áreas inundadas. Se deben formar polígonos con áreas mayores a 2.25 mm^2 a la escala.

La captura de borde de agua debe realizarse en el sentido de las manecillas del reloj y las islas o bancos de arena en el sentido contrario.

Se debe garantizar la conectividad de las líneas de borde de agua con el lecho seco o cauce.

Canal Sencillo, Acequia (5103): Corriente de agua canalizada cuyo ancho no exceda de 0.5 mm a la escala del mapa. Se pueden omitir canales de menos de 10 mm de longitud, siempre que no se interrumpa la conectividad con otros elementos. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Cascada, Salto, Rápido (5202): Línea que marca la diferencia de nivel en una caída de agua. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Drenaje Sencillo (5124): Corriente de agua natural cuyo ancho sea igual o inferior a 0.5 mm a la escala del mapa. En áreas de aguas abundantes se puede omitir los drenajes de menos de 10 mm de largo. En áreas áridas es muy importante incluir todo el drenaje que se pueda. Se debe capturar el drenaje siempre que se evidencie el cauce. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Elementos Inundados (5106): Incluye salinas, pantanos, arrozales, terreno sujeto a inundación, humedales y elementos similares. El área mínima para captura es de 6.25 mm^2 a la escala. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Jagüey (5128): Cuando por sus dimensiones este cuerpo de agua no se puede trazar a escala se captura con un punto. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Línea Costera (5127): Es uno de los elementos más difíciles de interpretar y debe trazarse como el nivel de las aguas en la playa o costa. Si se presenta multitemporalidad en las imágenes, debe trazarse la línea de empalme a un nivel promedio de las aguas entre las imágenes. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Madrevieja (5125): Está constituida por el cauce abandonado de un río. Se traza como línea o polígono en función del ancho de dibujo, si es inferior a 0.5 mm es línea y si es mayor o igual a 0.5 mm se traza como polígono. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Manglar (5116): Se traza con línea completando los polígonos con las líneas de costa. Se debe incluir una semilla con la letra M que indica la característica de manglar. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Drenaje que Desaparece (5100): Se debe utilizar este elemento tipo punto cuando un drenaje desaparece de la superficie siguiendo su curso por canales subterráneos o se dispersa sin curso definido. Para indicar esta condición se debe agregar símbolo al final del drenaje. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

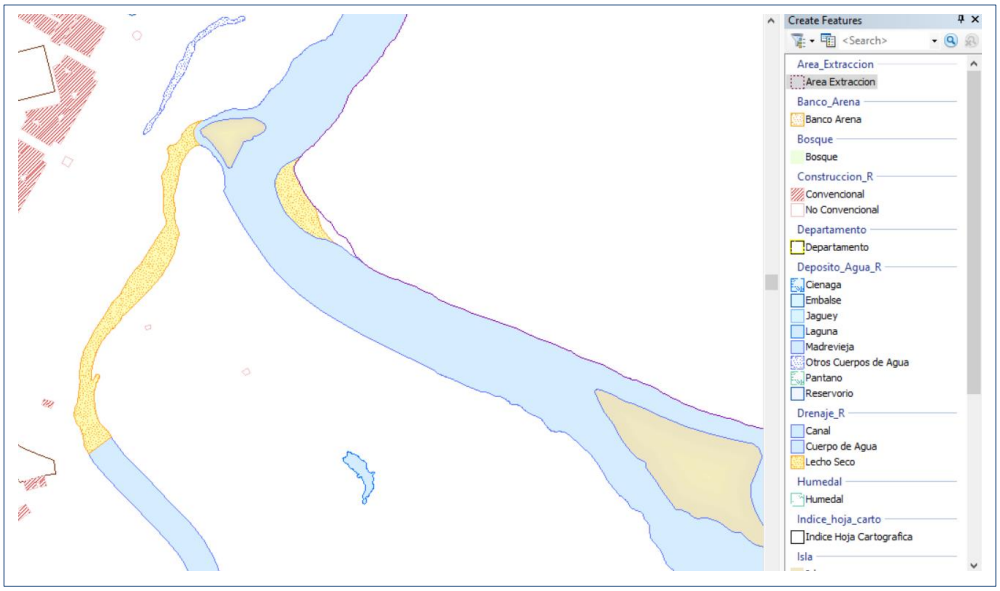




Ilustración 18: *Captura elementos Superficies de Agua. Fuente Moncaleano Sáenz*

3.17.3 Elemento puntos de control

Punto de Cota Fotogramétrica (1202): Puntos de altura que se capturan en las intersecciones de las vías y áreas abiertas en mapas urbanos. En los demás casos, los puntos de cota fotogramétrica se capturan en las zonas donde las curvas queden espaciadas y en todas las cimas. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

3.17.4 Elemento edificación obra civil

Área de Desecho (2306): Se captura el polígono que define áreas de relleno sanitario o botaderos de desechos. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Cerca Viva (3333): Por lo general solo se muestran las más sobresalientes, cuando sirvan de marcas terrestres en campos abiertos desprovistos de elementos artificiales. En mapas de escala grande debe considerarse la mayoría de las cercas, teniendo en cuenta que su longitud mínima debe ser 10 mm a la escala. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Las cercas se omiten a lo largo de las vías, hidrografía y en general de los elementos lineales, cuando su separación es menor a 1 mm a la escala del mapa.

Cerca de Alambre (3331): Por lo general solo se muestran las más sobresalientes, cuando sirvan de marcas terrestres en campos abiertos desprovistos de elementos artificiales. En mapas de escala grande debe considerarse la mayoría de las cercas, teniendo en cuenta la longitud mínima de 10 mm a la escala del mapa. Las cercas se omiten a lo largo de las vías, hidrografía y en general de los elementos lineales, cuando su separación es menor a 1 mm a la escala del mapa. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Dique, Presa, Malecón (5300): Se utiliza esta línea para trazar los diques que definen los canales o cualquiera otro usado para contención o desviación. Si el ancho excede de 0.5 mm a la escala, debe trazarse con polígono. De lo contrario se realiza el trazo con línea sencilla. En todo caso debe trazarse las líneas de borde de agua y el muro del dique, con independencia de la distancia entre ellos.

Los muros de contención incluyen todos los tipos de protección de orillas y pueden construirse de piedras hacinadas, concreto o madera. Los muros de contención hechos de sacos de arena no se incluyen a menos que tengan un carácter de permanente y estén sujetos a mantenimiento. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Embarcadero, Muelle (3303): Se traza a escala cuando su longitud exceda de 1 mm a la escala. Si la anchura trazada es de 0.5 mm o menos se muestra como una línea sólida. Si es más ancha de 0.5 mm, se muestra a escala con polígono. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Sumidero (5350): Estos recolectores de agua son capturados como punto exclusivamente para trabajos especiales de cartografía a escala 1:1 000 (IGAC, Catalogo de Objetos, 2020)

Faro (3413): Se mostrará como punto ya que su ubicación aislada a lo largo de vías navegables los hace sumamente valiosos como marcas terrestres. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Molino (5684): Se muestran donde quiera que sea posible, como punto ya que constituyen marcas terrestres. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Pozo (5620): Se muestran los pozos taladrados para gas, petróleo y otros minerales que están en operación o en su defecto cuando constituyen marca terrestre. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Tanque (5610): Se captura como puntos los tanques para almacenamiento. En zonas donde existan numerosos tanques y resulte imposible mostrar cada tanque sin deformación, se omiten algunos tanques, pero siempre guardando el patrón de distribución. Cuando excedan de 0.82 mm en sus dimensiones horizontales más largas, se capturan con el código de construcción anexa. En los demás casos se captura el centro del tanque como punto. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Monumento (4165): Se coloca un punto en el centro del monumento. Si excede los 0.8 mm de ancho se puede trazar a escala, debe capturarse como construcción anexa en el código 4169. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Silo (5608): Estas construcciones utilizadas para el almacenamiento se trazan con un punto. Si de acuerdo con sus dimensiones mayores a 0.8 mm es posible trazar a escala, entonces se captura con el código de construcción anexa. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Edificación (4101): Con este elemento de punto se captura las construcciones cuyo lado más corto sea menor o igual a 1 mm y su área inferior a 2,25 mm^2. El número que se muestre es el máximo que permita la escala, aplicando reglas de generalización. Para

mapas a escala 1:10000 e inferiores se omite cobertizos, gallineros, garajes y otras construcciones exteriores similares de tamaño inferior al promedio de las viviendas, así como también las construcciones que no sean de carácter permanente a menos que constituyan marcas terrestres importantes.

En comunidades pequeñas que presentan construcciones aisladas no es posible realizar la captura de la totalidad de las construcciones, sin embargo, es necesario dar el máximo de información posible, es posible entonces omitir edificios, guardando el patrón uniforme que presenten las edificaciones. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Paramento (2338): El paramento fotogramétrico es el borde que define el límite de un conjunto o bloque de construcciones contiguas, consolidado y rodeado en todos sus costados por vías peatonales o límites de vía. No es requisito que la vía peatonal sea capturada. Se captura en mapas a escala grande.

Al interior de los polígonos que definen paramento no se capturan áreas libres. Se utiliza siempre que no se interrumpa la continuidad de las construcciones. Si hay al menos una edificación aislada, debe capturarse completamente los elementos como construcciones con el código 4101. El muro se considera elemento de construcción para cerrar un paramento.

Un paramento se traza de manera continua si la distancia que presenta interrupción es menor de 1,5 mm a la escala. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Construcción (4101): Generalmente se definen los edificios como construcciones techadas de fabricación sólida. En la mayoría de los casos tienen paredes, pero ésta no es una condición esencial. Se capturan a escala, por el borde de la construcción identificable fotogramétricamente.

Los edificios dentro de zonas edificadas se muestran colectivamente como polígonos. Cuando la separación entre dos construcciones es mayor de 0.5 mm a la escala, debe trazarse en forma individual.

Se trazan las áreas libres internas en polígonos cuyo lado más corto supere los 3 mm por la escala. No se considera lado del polígono a las entrantes y salientes, las cuales se trazan cuando excedan de 0.3 mm a la escala del mapa.

En las áreas periféricas al sector urbano donde las manzanas no se encuentran delimitadas por vías, se debe capturar las zonas construidas agrupándolas (sin capturar líneas de separación de construcciones).

En levantamientos a escala 1: 5000 y menores, se deberá capturar las construcciones que se encuentren bordeadas por límites de vía que no configuran un patrón urbano (malla urbana).

Se capturan construcciones que tengan área mínima de 2,25 mm^2 a la escala de representación. Si las construcciones no cumplen con el área mínima se capturan como tipo punto, en edificación:

La construcción está definida por el borde de la edificación cuando se evidencie al menos un nivel o piso sobre la restante del terreno. En el caso de construcciones en ladera en donde por la pendiente, el nivel construido se vuelve subterráneo, se debe cerrar la edificación siguiendo los rasgos evidentes de las áreas construidas a dicho nivel. Además, se deberá realizar la captura de las construcciones que se levantan sobre las zonas subterráneas. En este caso se admite la sobreposición de los polígonos. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Anexo (4169): Se capturan como región con este código los siguientes elementos:

Las atracciones mecánicas de carácter permanente dentro de los parques

Ruinas

Monumentos que excedan los 0.8 mm en uno de sus lados.

Todo tipo de construcción destinado para actividad diferente a la protección del ser humano de la intemperie. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Lote (2330): Cuando exista evidencia de las líneas que demarcan el límite de una propiedad son trazados para levantamientos especiales de escala 1:1000. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Mina (2321): Las minas abiertas resultan en varios tipos de deformaciones temporales o permanentes del área donde se efectúa. Si el área es superior a 2.5 mm² debe registrarse a escala como polígono, las áreas de cantera, hoyos, superficies excavadas.

En sitios donde el relieve es tal que las curvas de nivel sirven para ilustrar las interrupciones del terreno, se utilizan para definir el área de la mina. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Muro en Piedra (2502), Muro en Bahareque (3321), Malla (3332): Por regla general, sólo se muestran los elementos más sobresalientes y con criterio de generalización de acuerdo con la escala. Se capturan en zonas urbanas cuyo lado más corto supere los 3 mm por la escala. No se considera lado de la línea a las entrantes y salientes, los cuales se trazan cuando excedan de 0.3 mm a la escala del mapa.

En zonas rurales aplica el criterio de las cercas teniendo como longitud mínima 10 mm y en general se omiten cuando la separación con otros elementos lineales sea menor a 1 mm.

En mapas de escala media y pequeña son omitidos a lo largo de carreteras, ferrocarriles, canales y elementos similares, cuando su distancia entre sí sea inferior a 1 mm a la escala del mapa. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Piscina (2339): incluye toda clase de depósitos artificiales de agua sin cubierta como salinas, camaroneras, piscinas de enfriamiento, tanques de agua, piscinas recreativas, lagunas de oxidación etc. Se captura solo aquellos elementos que sea posible mostrarlos

a escala sin exageración, es decir aquellos cuyo ancho sea superior a 0.5 mm. No se debe capturar dentro de paramentos o construcciones. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Tapa de Cámara de Servicios Públicos (2350): Para trabajos especiales, escala 1:1000 se captura tipo punto, siempre que sea claramente foto identificable. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Tapa de Alcantarilla (2351): Para mapas a escala 1:2000 y trabajos especiales se captura como punto, siempre que sea claramente foto identificable. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Terraplén (2343): Relleno de tierra o mampostería. Cuando se traza el terraplén, en ninguno de los casos las curvas deben quedar suspendidas. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Línea de Demarcación (2500): Se utiliza para el trazado de marcas físicas sobre objetos localizados. Ejemplo, líneas de demarcación de áreas deportivas, pistas de carreteo. Si la distancia al borde de zona dura o cerramiento es inferior a 1.0 milímetro, no debe trazarse la línea de demarcación. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Zona Dura (2307): Línea de borde para delimitar áreas de práctica deportiva, recreativa, y otras placas asfálticas o de concreto. Ej. bermas y canchas. Se deberá capturar polígono de zona dura cuya área sea superior o igual a 6.25 mm2 a la escala. Cuando la zona dura está delimitada por muro o malla a una distancia que no exceda de 1.0 milímetro, deberá trazarse el muro o la malla sin considerar la zona dura. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)



Ilustración 19: *Elemento Edificación Obra Civil. Fuente Moncaleano Sáenz*

3.17.5 Elemento transporte aéreo

Helipuerto (3203): Comprende la zona dura de las áreas demarcadas para el despegue y aterrizaje de helicópteros. Se excluye su captura sobre edificaciones. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Pista de Aterrizaje (3202): Si el ancho de la pista es inferior a 0.5 mm se traza como línea por el eje de la pista y si excede de este valor, se traza a escala con polígono por el borde de la zona dura. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)



Ilustración 20: *Elemento Transporte Aéreo. Fuente Moncaleano Sáenz*



***Ilustración 21**: Elemento Transporte Aéreo. Fuente Moncaleano Sáenz*

3.17.6 Elemento instalaciones y construcciones transporte

Tubería (3415): Las tuberías para petróleo, gas o gasolina son mostradas cuando sirvan como marcas terrestres en zonas de escasa construcción. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Red de Transmisión de Energía (3414): Las líneas de transmisión de energía son mostradas siempre que estén soportadas sobre torres y sean claramente foto identificables. Se traza el eje o línea central a la altura del cableado. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Puente (3411): Los puentes vehiculares, férreos o peatonales se trazan a escala si el ancho de la vía es igual o excede los 0.5 mm a la escala y la longitud del puente es mayor a 3 mm a la escala. Los puentes o pontones de dimensiones inferiores se trazan como línea del eje vial o como punto si es inferior a 3 mm de longitud. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Torre (3417): Sin importar las dimensiones de la torre, siempre se captura como punto a piso. Se traza siempre que sea claramente identificable en las imágenes. Es importante capturar todas las torres que indican punto de cambio. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Antena (3418): Comprende las antenas destinadas para las comunicaciones y se capturan en todos los casos como punto, independiente de sus dimensiones. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

Poste (3420): Se trazan los postes en proyectos a escalas 1:1000 y 1:2000 siempre que sean claramente foto identificables. Siempre se captura como punto a piso. No se incluirán aquellas de carácter ornamental como faroles de alumbrado en parques, conjuntos residenciales y alamedas. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

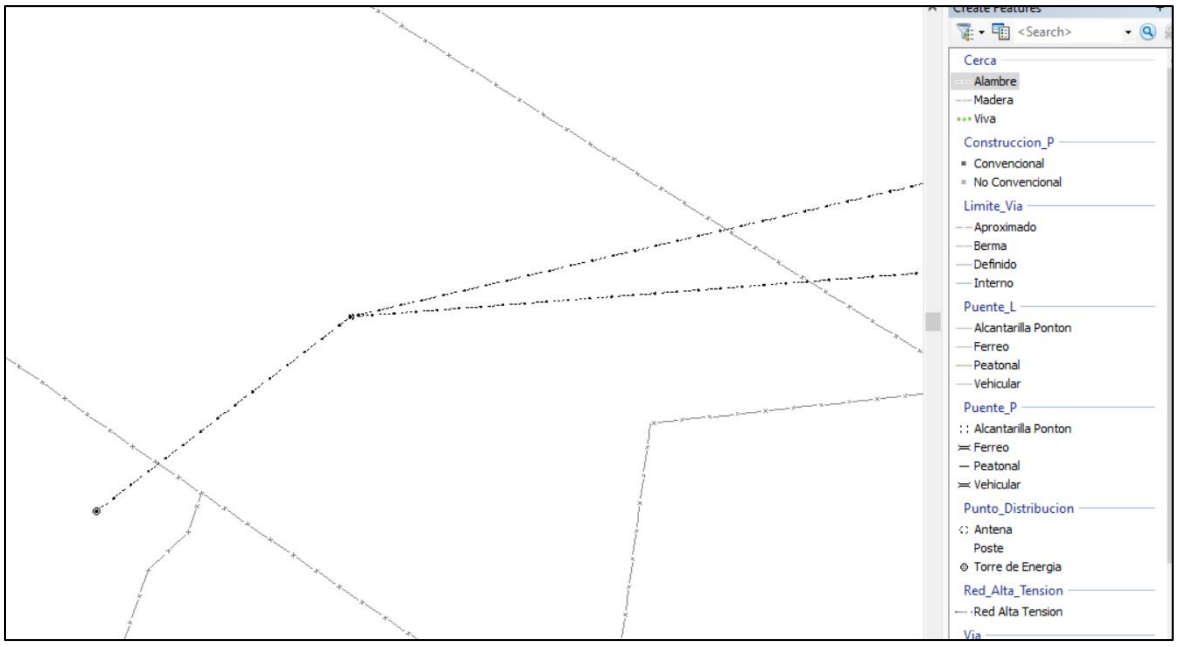


Ilustración 22: *Elemento Instalaciones y Construcciones Transporte. Fuente Moncaleano Sáenz*



Ilustración 23: *Elemento Instalaciones y Construcciones Transporte. Fuente Moncaleano Sáenz*

3.17.7 Elemento relieve

Para las especificaciones de este proyecto se cargan las curvas generadas con los siguientes intervalos:

ESCALA	CURVA ÍNDICE	CURVA INTERMEDIA
1000	5	1
2000	10	2
5000	25	5
10000	50	10
25000	100	25

Tabla 8: *Intervalos básicos de curvas de Nivel. Fuente IGAC*

Las curvas de nivel no deben interrumpirse bajo los puentes.

Las curvas de nivel en áreas arenosas solo se delinean cuando ellas se consideran de carácter permanente. En áreas donde el cambio de las arenas es continuo, no es necesario definirlas.

Para realizar el empalme de curvas entre bloques de imágenes obtenidas en diferente tiempo, que implique un cambio en la topografía o nivel de las aguas, debe trazarse la curva llevando un cambio gradual para equilibrar el desnivel.

Curva de Nivel Índice (1000): Se delinearán donde existan y no se interrumpirán al cruzar ríos de línea doble. Cruzarán los ríos en forma perpendicular a su curso.

Curva de Nivel Índice Aproximada (1001): Se utiliza en áreas oscurecidas cuando por vegetación, nubosidad o contraste de las imágenes, no es posible colocar la marca flotante sobre el terreno.

Curva de Nivel Intermedia (1010): Se delinearán donde existan y no se interrumpirán al cruzar ríos de línea doble, cruzarán los ríos en ángulo recto.

Curva de Nivel Intermedia Aproximada (1011): Se utiliza en áreas oscurecidas cuando por vegetación, nubosidad o contraste de las imágenes, no es posible colocar la marca flotante sobre el terreno.

Curva de Nivel Índice de Depresión (1030): Curva que indica la depresión del terreno.

Curva de Depresión Aproximada (1032): Se utiliza en áreas oscurecidas cuando por vegetación, nubosidad o contraste de las imágenes, no es posible colocar la marca flotante sobre el terreno

Curva de Depresión Intermedia Aproximada (1033): Se utiliza en áreas oscurecidas cuando por vegetación, nubosidad o contraste de las imágenes, no es posible colocar la marca flotante sobre el terreno.

Curva de Glaciar (2000): Se utiliza en áreas cubiertas de hielo.

Línea de Quiebre (6102): Son líneas que muestran el cambio de pendiente del terreno. En este nivel se debe capturar las líneas que no pueden clasificarse en los códigos de los elementos planimétricos.

Líneas de forma (6103): Son líneas adicionales que muestran el terreno en forma suave como por ejemplo un terreno ondulado. (IGAC, Manual de procedimiento, 2020)

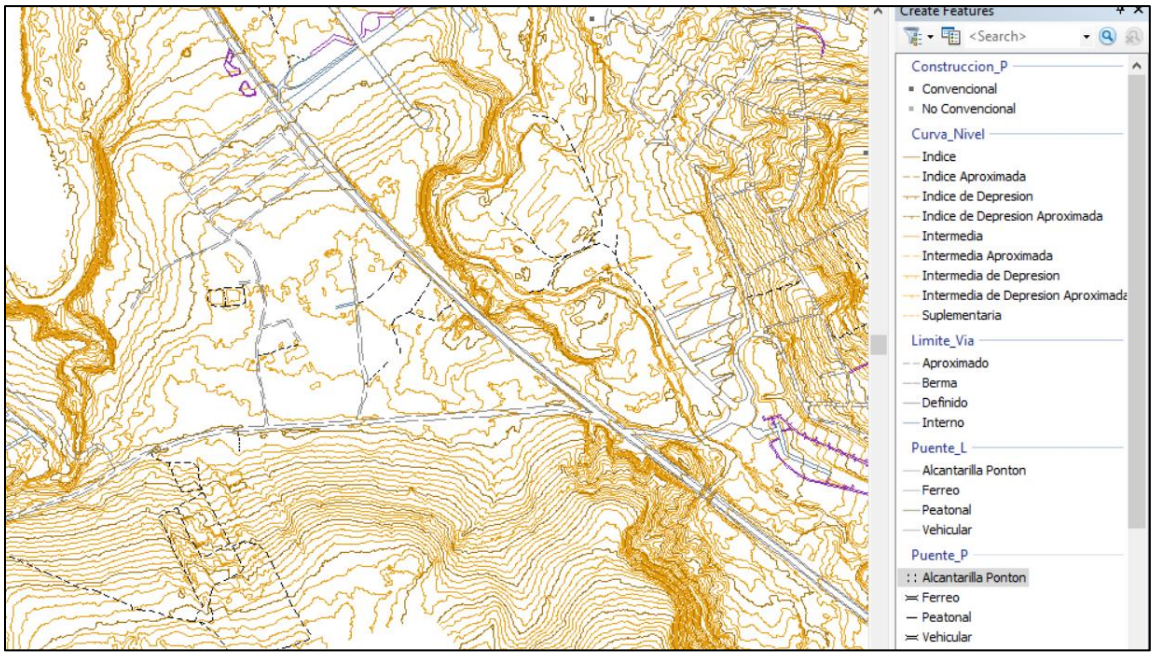


Ilustración 24: *Elemento Relieve. Fuente Moncaleano Sáenz*



Ilustración 25: *Elemento Relieve. Fuente Moncaleano Sáenz*

Información Tomada de documento IGAC, Manual de Procedimiento Restitución Fotogramétrica Digital, 2020

3.18 Topologías (líneas, polígonos)

Teniendo en cuenta las reglas topológicas establecidas por el IGAC, se siguen los siguientes parámetros con el fin de garantizar la consistencia lógica del producto, el grupo de edición del que forma parte Alexandra Eslava Basabe, es el encargado de validar esta información.

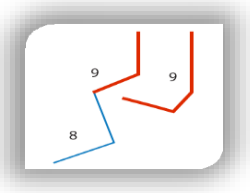
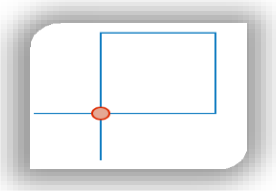
IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	**No debe superponerse con** Las líneas de una clase o tipo de entidad no deben superponerse a ninguna parte de otra línea
	**Debe ser una sola parte** Las líneas de una clase o subtipo de entidad deben tener solo una parte.
	**No debe intersecarse con sí mismo** Las líneas no deben cruzarse ni superponerse dentro de una clase misma

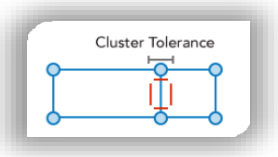
IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	**Debe ser mayor que la tolerancia Cluster** La tolerancia clúster es la distancia mínima que existe entre los vértices que forman una entidad

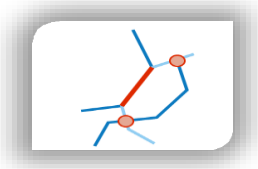
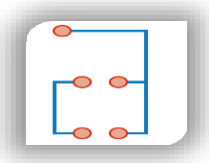
IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	**No debe intersecarse** Las líneas no deben cruzar ni superponerse a ninguna parte de otra línea de la misma clase o subtipo de entidad
	**No deben quedar nodos colgados** El extremo de una línea debe tocar alguna parte de otra línea

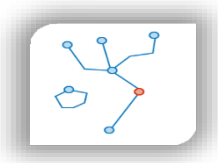
IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	**No deben quedar pseudonodos** Limpia los datos con líneas subdivididas

Tabla 9: *Reglas Topológicas para entidades tipo línea. Fuente IGAC*

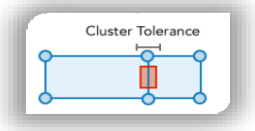
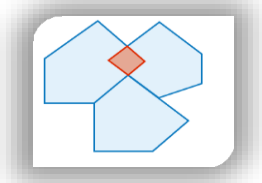
IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	**Debe ser mayor que la tolerancia Cluster** La tolerancia clúster es la distancia mínima que existe entre los vértices que forman una entidad
	**No debe superponerse** Requiere que los polígonos no deben superponerse dentro de una clase o subtipo de entidad

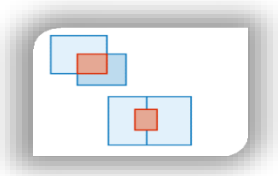
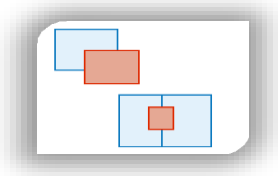
IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	**No debe superponerse con** Los polígonos de una clase o subtipo de entidad no deban superponerse a los polígonos de otra clase o subtipo de entidad
	**Debe estar cubierto por** Deben estar cubiertos por un solo polígono de otra clase o entidad.

Tabla 10: *Reglas Topológicas para entidades tipo Polígono. Fuente IGAC*

Para terminar, se realiza la revisión de los cruces de las líneas contra los polígonos con el fin de garantizar la consistencia lógica de los elementos y la sobre posición de elementos del mismo layer.

Para los elementos tipo línea también se hace la revisión de estos cruces con elementos del mismo tipo con el fin de identificar líneas que no se encuentran debidamente empalmadas.

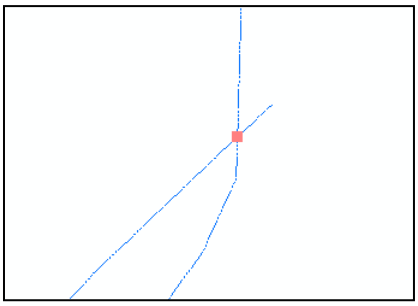


Ilustración 26: *Error Topológico**,** Cruce líneas. Fuente Moncaleano Sáenz*

Otro error que puede encontrarse al momento de hacer las validaciones son elementos que no llegan a empalmar correctamente (Pseudonodos).

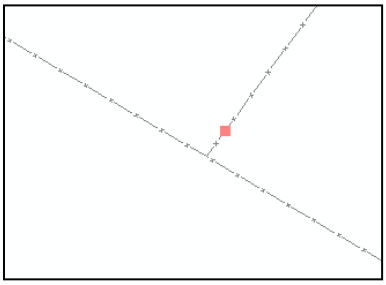


Ilustración 27: *Error Topológico**,** falta de conectividad entre líneas. Fuente Moncaleano Sáenz*

3.18.1 Validación de reglas topológicas Data Reviewer en ArcGIS Pro:

Las reglas de Reviewer garantizan los estándares de calidad exigidos por el IGAC para la presentación bases de datos cartográficas de forma automática, es una herramienta versátil y muy útil en la cadena de producción.

Las reglas topológicas propuestas son las siguientes:

Regla	Descripción	Datos
1	Los elementos tipo límite de vía no se puede cruzar con los elementos tipo polígono de construcción.	Feature Class Limite vía "LVia" (Línea) Feature Class Construcciones "Constr_R" (Polígono)
2	Los elementos tipo vía primaria deben dividir el elemento tipo polígono del bosque, no se pueden cruzar.	Feature Class Vía Primaria "Vía" (Línea) Feature Class Bosque "Bosque" (Polígono)
3	Los elementos tipo curvas de nivel no pueden cruzar sobre los depósitos de agua, a excepción de pantanos	Feature Class Depósito de agua "DAgua_R" (Polígono) Feature Class Curva de nivel "CNivel" (Línea)
4	Si los elementos tipo construcción están contenidos completamente dentro de un bosque se debe dejar un claro (Anillo dentro del polígono del bosque) donde se encuentre la construcción	Feature Class Bosque "Bosque" (Polígono) Feature Class Construcción "Constr_R" (Polígono)
5	Los elementos tipo cerca no pueden cruzar los elementos tipo depósito de agua.	Feature Class Cerca "Cerca" (Línea) Feature Class Depósito de agua "DAgua_R" (Polígono)

Regla	Descripción	Datos
6	Los elementos tipo muro no pueden cruzar los elementos tipo depósito de agua.	Feature Class Muro "Muro" (Línea) Feature Class Depósito de agua "DAgua_R" (Polígono)
7	Los elementos tipo límite de vía no pueden cruzar los elementos tipo depósito de agua.	Feature Class Limite Vía "LVia" (Línea) Feature Class Depósito de agua "DAgua_R" (Polígono)
8	Los elementos tipo curva de nivel no deben cruzar más de una vez el mismo elemento tipo drenaje	Feature Class Drenaje "Drenaj_L" (Línea) Feature Class Curva de Nivel "CNivel" (Línea)
9	Los elementos tipo vía no pueden cruzar con los elementos tipo construcciones	Feature Class Via "Via" (Línea) Feature Class Construcción "Constr_R"(Polígono)
10	Las curvas de nivel no se pueden cruzar con los elementos tipo piscina	Feature Class Curva de Nivel "CNivel" (Línea) Feature Class Piscina "Piscin" (Polígono)
11	Los bosques no pueden cruzar depósitos de agua.	Feature Class Bosque "Bosque" (Poligono) Feature Class Depósito de Agua "DAgua_R" (Polígono)

Regla	Descripción	Datos
12	Los límites de vía no pueden cruzar los muros.	Feature Class Limite vía "LVia" (Línea) Feature Class Muro "Muro" (Línea)
13	Los límites de vía no pueden cruzar zonas duras	Feature Class Limite vía "LVia" (Línea) Feature Class Zona Dura "ZDura" (Polígono)
14	Los límites de vía no pueden cruzar depósitos de agua.	Feature Class Limite vía "LVia" (Línea) Feature Class Depósitos de Agua "DAgua_R" (Polígono)
15	Los límites de vía no pueden cruzar cercas.	Feature Class Limite vía "LVia" (Línea) Feature Class Cerca "Cerca" (Linea)
16	Las vías no pueden cruzar sobre depósitos de agua	Feature Class Via "Via" (Línea) Feature Class Depósito de agua "DAgua_R" (Polígono)
17	Las construcciones no pueden contener tapas de servicios públicos	Feature Class Construcción "Constr_R" (Polígono)

Regla	Descripción	Datos
		Feature Class Tapa de servicio público "TSPubl" (Punto)
18	Las construcciones no pueden contener puntos de distribución	Feature Class Construcción "Constr_R" (Polígono) Feature Class Tapa de servicio público "PDistr" (Punto)
19	Las vías no pueden cruzar sobre zonas duras	Feature Class Vía "Vía" (Linea) Feature Class Zona Dura "ZDura" (Polígono)
20	Los bosques no se pueden cruzar con los drenajes tipo polígono	Feature Class Bosque "Bosque" (Polígono) Feature Class Drenaje "Drenaj_R" (Polígono)
21	Las ciclorrutas no se pueden cruzar con los límites de vía	Feature Class Ciclorruta "Ciclor" (Línea) Feature Class Límite de Vía "LVia" (Línea)
22	Una curva de nivel no puede cruzar más de una vez el mismo drenaje tipo polígono	Feature Class Curva de Nivel "CNivel" (Línea) Feature Class Drenaje "Drenaj_R" (Polígono)
23	Los nombres geográficos no se pueden cruzar con una construcción tipo punto	Feature Class Nombre Geográfico "NGeogr" (Punto) Feature Class Construcción "Constr_P" (Punto)

Regla	Descripción	Datos
24	Los nombres geográficos no se pueden cruzar con los límites de vía	Feature Class Nombre Geográfico "NGeogr" (Punto) Feature Class Límite de Vía "LVia" (Línea)
25	Los nombres geográficos no pueden estar interceptados entre sí	Feature Class Nombre Geográfico "NGeogr" (Punto) Feature Class Nombre Geográfico "NGeogr" (Punto)
26	Los puntos de distribución no se pueden cruzar con los depósitos de agua tipo polígono	Feature Class Punto de Distribución "PDistr" (Punto) Feature Class Drenaje "DAgua_R" (Polígono)
27	Las vías primarias, secundarias y terciarias no se pueden cruzar con los elementos tipo cerca	Feature Class Vía "Vía" (Línea) Feature Class Cerca "Cerca" (Línea)
28	Las vías primarias, secundarias y terciarias no se pueden cruzar con los drenajes permanentes	Feature Class Vía "Vía" (Línea) Feature Class Drenaje "Drenaj_L" (Línea)
29	Las tuberías no se pueden cruzar con las construcciones tipo polígono	Feature Class Tubería "Tuberi" (Línea) Feature Class Construcción "Constr_R" (Polígono)

Tabla 11: *Reglas Topológicas Reviewer propuestas. Fuente IGAC*

El IGAC cuenta con un departamento de desarrollo, el cual crea herramientas ejecutables en ArcGIS Pro que realizan la revisión de las reglas topológicas propuestas para diferentes escalas a partir de la introducción de la geodatabase a validar y entrega al productor una base de datos de revisión en donde se muestran las inconsistencias en las entradas para ajuste o la validación final del producto.

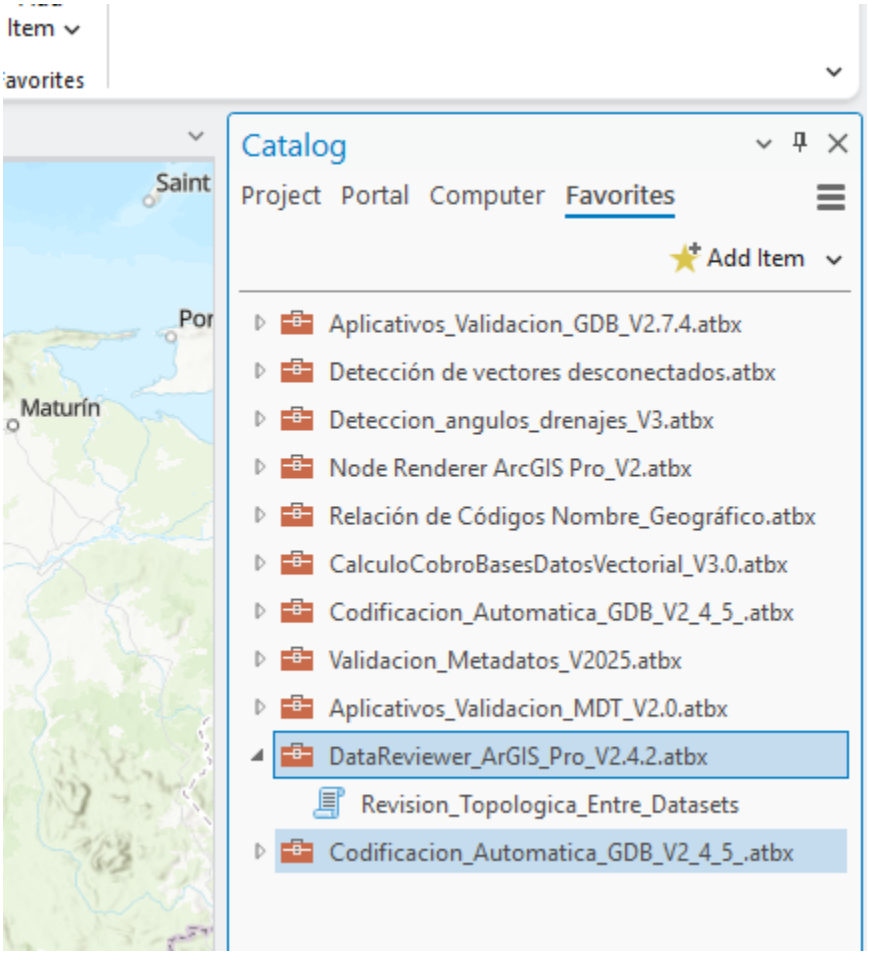


Ilustración 28: *Ventana de ejecución de la herramienta Validación Data Reviewer. Fuente IGAC*



Ilustración 29: *Ventana de ejecución de la herramienta Validación Data Reviewer. Fuente IGAC*

Finalmente, al ejecutar el aplicativo este arroja el resultado del cruce de Elemento. A continuación, se muestra en generalidad como se aplica este resultado a la base.

Regla	**Descripción**	**Resultados**	
1	Los elementos tipo límite de vía no se puede cruzar con los elementos tipo polígono de construcción	Feature Class "LVia_ConstrR" con geometría tipo línea	Contiene los segmentos de límite de vía que intersecan con una o más construcciones
2	Los elementos tipo vía primaria deben dividir el elemento tipo polígono del bosque, no se pueden cruzar.	Feature Class "Via_Bosque" con geometría tipo línea.	Contiene los segmentos de vía primaria que intersecan uno o más elementos tipo bosque
3	Los elementos tipo curvas de nivel no pueden cruzar sobre los depósitos de agua, a excepción de pantanos	Feature Class "DAguaR_CNivel" con geometría tipo línea	Contiene los segmentos de curva de nivel que cruzan sobre los depósitos de agua diferentes de pantanos.
4	Si los elementos tipo construcción están contenidos	Feature Class "Bosque_ConstrR" con geometría tipo polígono	Contiene las construcciones que se encuentran

	completamente dentro de un bosque se debe dejar un claro (Anillo dentro del polígono del bosque) donde se encuentre la construcción		completamente contenidas en un polígono de bosque
5	Los elementos tipo cerca no pueden cruzar los elementos tipo depósito de agua.	Feature Class con "Cerca_DAguaR" geometría tipo línea	Contiene los segmentos de cerca que cruzan elementos tipo depósito de agua
6	Los elementos tipo muro no pueden cruzar los elementos tipo depósito de agua	Feature Class con "Muro_DAguaR" geometría tipo línea	Contiene los segmentos de muro que cruzan elementos tipo depósito de agua
7	Los elementos tipo límite de vía no pueden cruzar los elementos tipo depósito de agua	Feature Class "LVia_DAguaR" con geometría tipo línea.	Contiene los segmentos de límite de vía que cruzan elementos tipo depósito de agua
8	Los elementos tipo Curva de Nivel no deben cruzar más de	Feature Class "DrenajeL_CNivel" con geometría tipo multipunto.	Contiene todos los puntos donde una curva de nivel cruzo el

	una vez el mismo elemento tipo Drenaje		mismo drenaje más de una vez
9	Las vías no pueden cruzar sobre las construcciones	Feature Class "Vía_Construcción_R" Con geométrica tipo línea	Contiene los segmentos de vías que se cruzan con las construcciones
10	Las curvas de nivel no pueden cruzar encima de las piscinas	Feature Class "Cnivel_Piscin" Con geométrica tipo línea	Contiene los segmentos de curva de nivel que cruzan las piscinas
11	Los bosques no pueden cruzar depósitos de agua	Feature Class "Bosque_DAgua_R" Con geométrica tipo polígono	Contiene los polígonos de bosque que cruzan los depósitos de agua
12	Los límites de vía no pueden cruzar los muros	Feature Class "LVia_Muro" Con geométrica tipo punto	Contiene todos los puntos donde los límites de vía cruzan sobre los muros
13	Los límites de vía no pueden cruzar zonas duras	Feature Class "LVia_ZDura" Con geométrica tipo línea	Contiene los segmentos de límite de vía que cruzan sobre zonas duras
14	Los límites de vía no pueden cruzar depósitos de agua.	Feature Class "LVia_Depósito" Con geométrica tipo línea	Contiene los segmentos de límite de vía que

			cruzan sobre depósitos de agua
15	Los límites de vía no pueden cruzar cercas	Feature Class "Via_Cerca" Con geométrica tipo punto	Contiene todos los puntos donde las cercas y los límites de vía se cruzan
16	Las vías no pueden cruzar sobre depósitos de agua	Feature Class "Via_Depósito" Con geométrica tipo línea	Contiene los segmentos de vía que cruzan sobre los depósitos de agua
17	Las construcciones no pueden contener tapas de servicios públicos	Feature Class "TS_Publ_ConstrR" Con geométrica tipo punto	Contiene todas las tapas de servicios públicos que están contenidas dentro de construcciones
18	Las construcciones no pueden contener puntos de distribución	Feature Class "PDistr_ConstrR" Con geométrica tipo punto	Contiene todos los puntos de distribución que están contenidos dentro de construcciones
19	Las vías no pueden cruzar sobre zonas duras	Feature Class "Via_ZDura" Con geométrica tipo línea	Contiene todos los segmentos de vías que cruzan sobre zonas duras

20	Los bosques no se pueden cruzar con los drenajes tipo polígono	Feature Class "Bosque_DrenajR" Con geométrica tipo polígono	Contiene los polígonos de bosque que se cruzan con los drenajes
21	Las ciclorrutas no se pueden cruzar con los límites de vía	Feature Class "Ciclorruta_Lvia" Con geométrica tipo punto	Contiene todos los puntos donde la ciclorruta se intercepta con los límites de vía
22	Una curva de nivel no puede cruzar más de una vez el mismo drenaje tipo polígono	Feature Class "DrenajeR_CNivel" Con geométrica tipo línea	Contiene todos los segmentos de curvas de nivel que se cruzan más de una vez el mismo drenaje
23	Los nombres geográficos no se pueden cruzar con una construcción tipo punto	Feature Class "NGeogr_ConstrP" Con geométrica tipo punto	Contiene todos los puntos donde los nombres geográficos se interceptan con las construcciones tipo punto
24	Los nombres geográficos no se pueden cruzar con los límites de vía	Feature Class "NGeogr_LVia" Con geométrica tipo punto	Contiene todos los puntos donde los nombres geográficos se interceptan con los límites de vía

25	Los nombres geográficos no pueden estar interceptados entre sí	Feature Class "NGeogr_NGeogr" Con geométrica tipo punto	Contiene todos los puntos donde los nombres geográficos se interceptan entre sí
26	Los puntos de distribución no se pueden cruzar con los depósitos de agua tipo polígono	Feature Class "PDistr_DAguaR" Con geométrica tipo punto	Contiene todos los puntos de distribución que están contenidos dentro de los depósitos de agua
27	Las vías primarias, secundarias y terciarias no se pueden cruzar con los elementos tipo cerca	Feature Class "via_Cerca" Con geométrica tipo punto	Contiene todos los puntos donde las vías primarias, secundarias y terciarias se interceptan con las cercas
28	Las vías primarias, secundarias y terciarias no se pueden cruzar con los drenajes permanentes	Feature Class "Via_DrenajL" Con geométrica tipo punto	Contiene todos los puntos donde las vías primarias, secundarias y terciarias se interceptan con los drenajes permanentes
29	Las tuberías no se pueden interceptar con las construcciones tipo polígono	Feature Class "ConstrR_Tuberi" Con geométrica tipo línea	Contiene todos los segmentos de tubería que se interceptan con las construcciones tipo polígono

Tabla 12: *Resultado por cada regla topológica propuestas. Fuente IGAC.*

4. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

Según el cronograma de la Fase 1

Se hizo la captura de la información del área urbana de San José de Cúcuta mediante el proceso de restitución fotogramétrica Digital con el software MicroStation y ERDAS.

Área del proyecto inicialmente contratada fue de 11.803,874 Ha y finalizando la captura y los procesos de ajuste de área se finaliza la captura con un área de 11.826,957 Ha

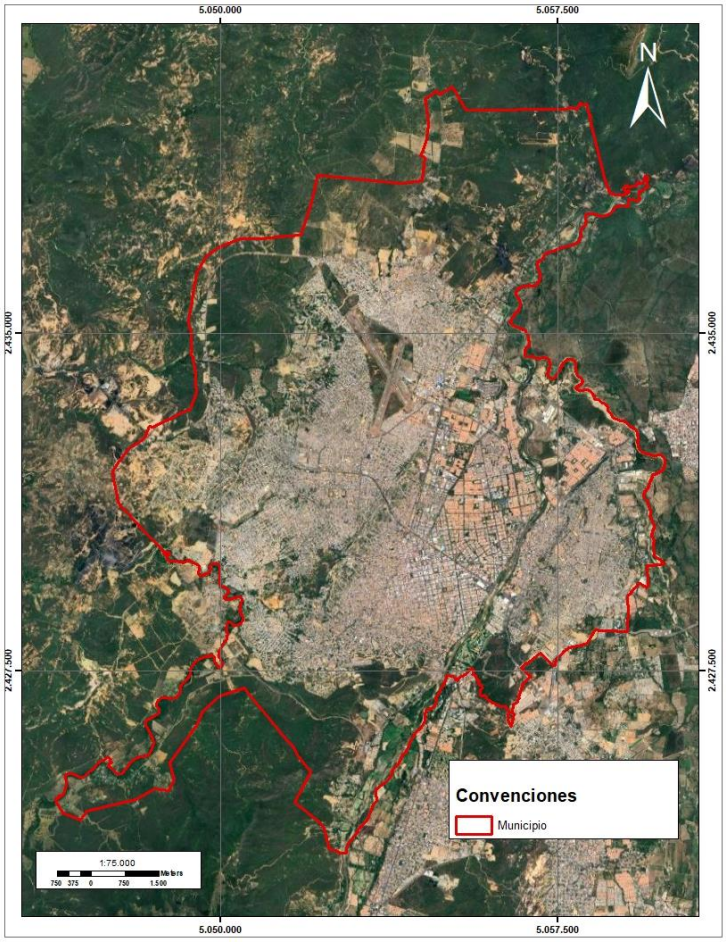


Ilustración 30: *Limite del proyecto Ajustado. Fuente Moncaleano Sáenz*

4.1 Sistema de referencia y proyección cartográfica:

Teniendo en cuenta las resoluciones 471 y 529 de 2020, los productos cartográficos deben usar el Marco geocéntrico Nacional de referencia Magna Sirgas, mediante la resolución 068 de 2005 o sus modificaciones.

Parámetro	Valor
Proyección	Transversa de Mercator
Elipsoide	GRS80
Origen: Latitud	4° N
Origen: Longitud	73° W
Falso Este	5.000.000
Falso Norte	2.000.000
Unidades	Metros
Factor de escala	0.9992

Tabla 13: *Parámetros de la Proyección Cartográfica. Fuente IGAC*

Después de realizar los procesos generación de vuelos fotogramétricos, control terrestre y aerotriangulación se procede con una de las actividades objeto de este trabajo como se relaciona a continuación:

4.2 Restitución fotogramétrica

Inicialmente se realiza una organización y distribución de las planchas para la captura. Se dividio el area total del proyecto en 37 planchas con un área por plancha de 300 hectareas para captura e inicialmente se realizo la asignación a 8 restituidores entre ellos (Monica Rodriguez) que deben iniciar las labores de captura en cada area asignada, esto se hace para asegurar que el proyecto se trabaje en varios sectores de manera simultanea. Tomando en cuenta esta asignacion del trabajo, cada restituidor tiene la obligación de realizar los respectivos empalmes de la información capturada antes de entregarla para ser revisada, asegurando la calidad del producto y la continuidad de la información.

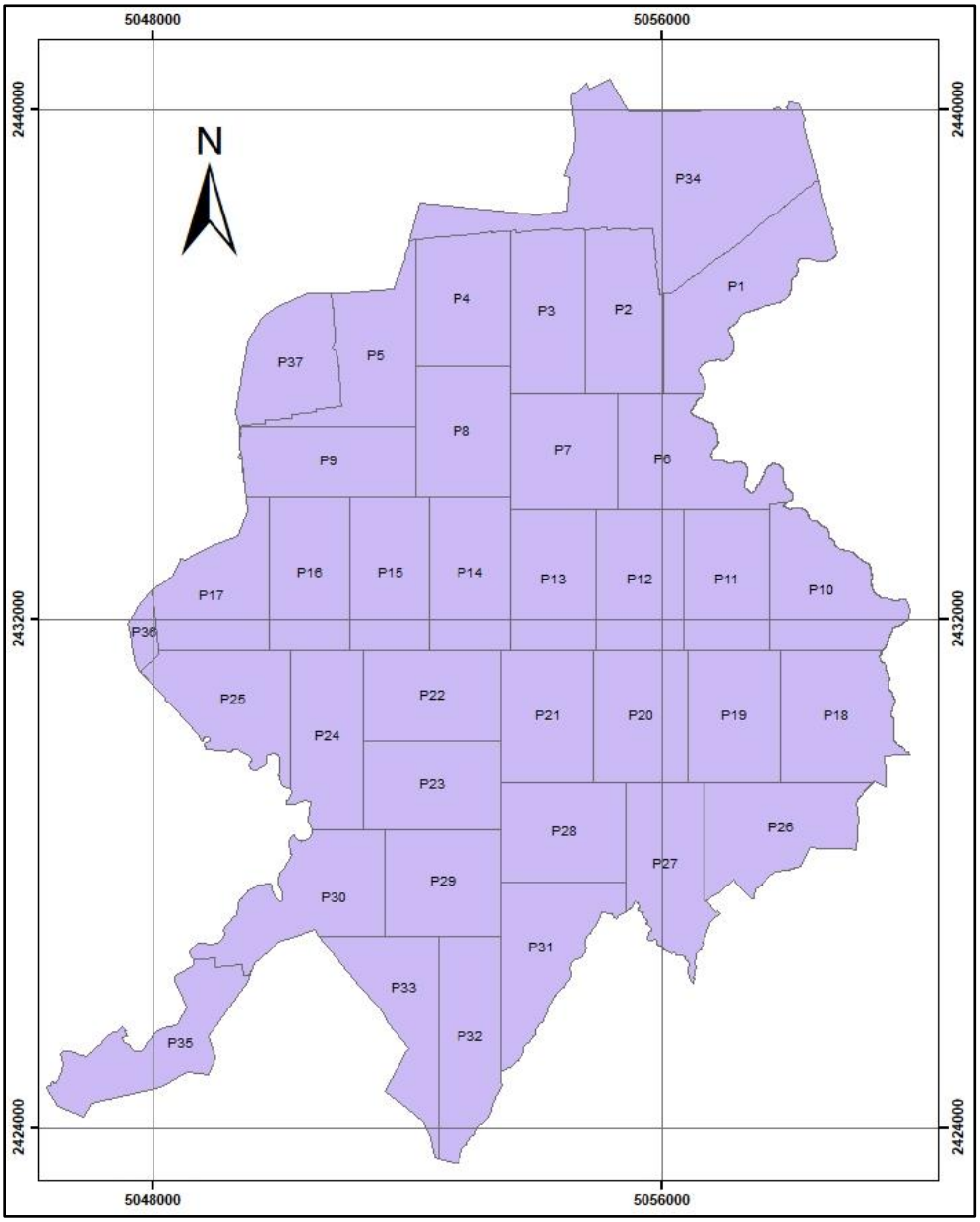


Ilustración 31: *Esquema de asignaciones para realizar captura DGN San José de Cúcuta. Fuente Moncaleano Sáenz*

El restituidor visualiza los modelos estereoscópicos en la estación digital fotogramétrica y mediante visión estereoscópica, y con ayuda del catálogo de objetos se hace la captura digital tridimensional de cada uno de los pares estereoscópicos fotointerpretando cada

elemento según sea su geometría (punto, línea y polígono), esta información queda cargada en un archivo formato DGN.

El Operario en este caso Mónica Rodríguez al igual que los demás restituidores usan una marca flotante o cursor que pueden desplazar sobre la pantalla en las tres dimensiones y dibujan de la manera más precisa.

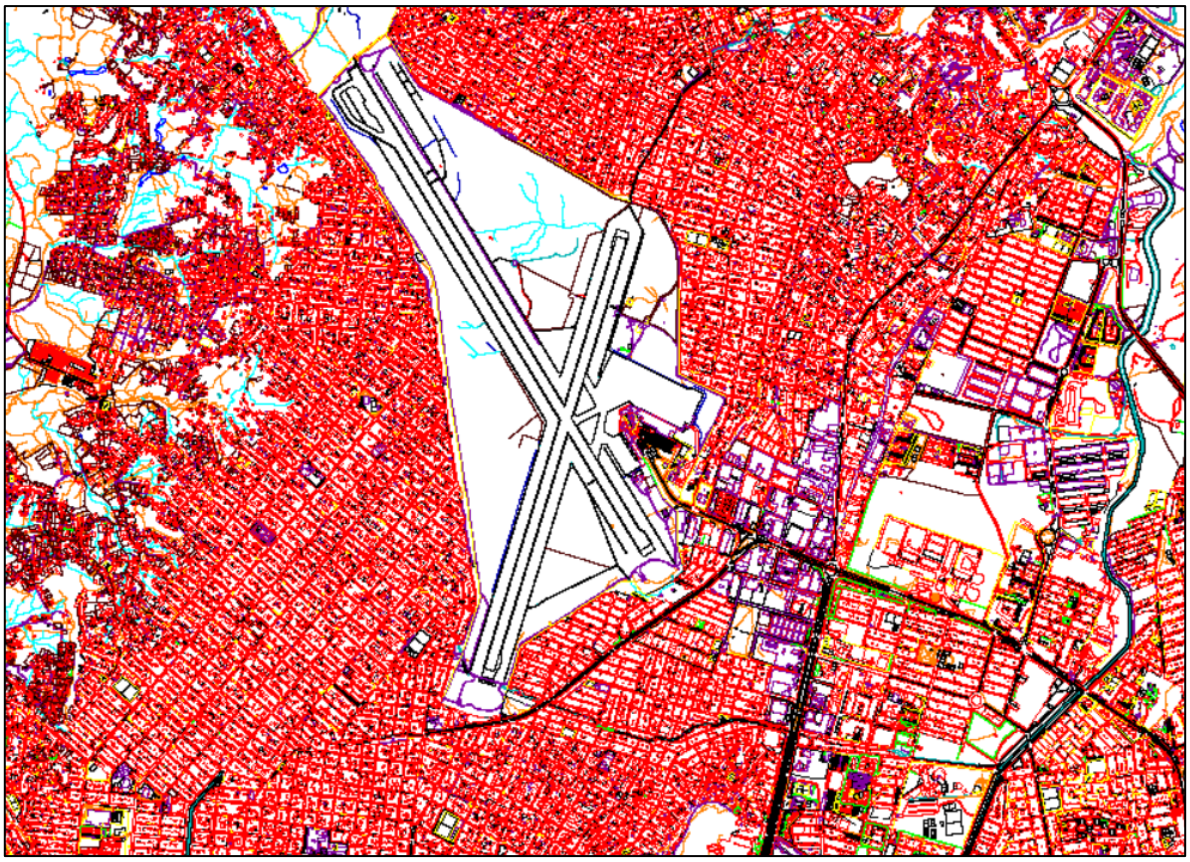


Ilustración 32: *Fragmento de Restitución. Fuente Moncaleano Sáenz*

El Resultado de este proceso es una serie de bloques de restitución fotogramétrica que se empalma entre sí, con el fin de obtener un DGN que cubre toda la superficie del límite del proyecto.

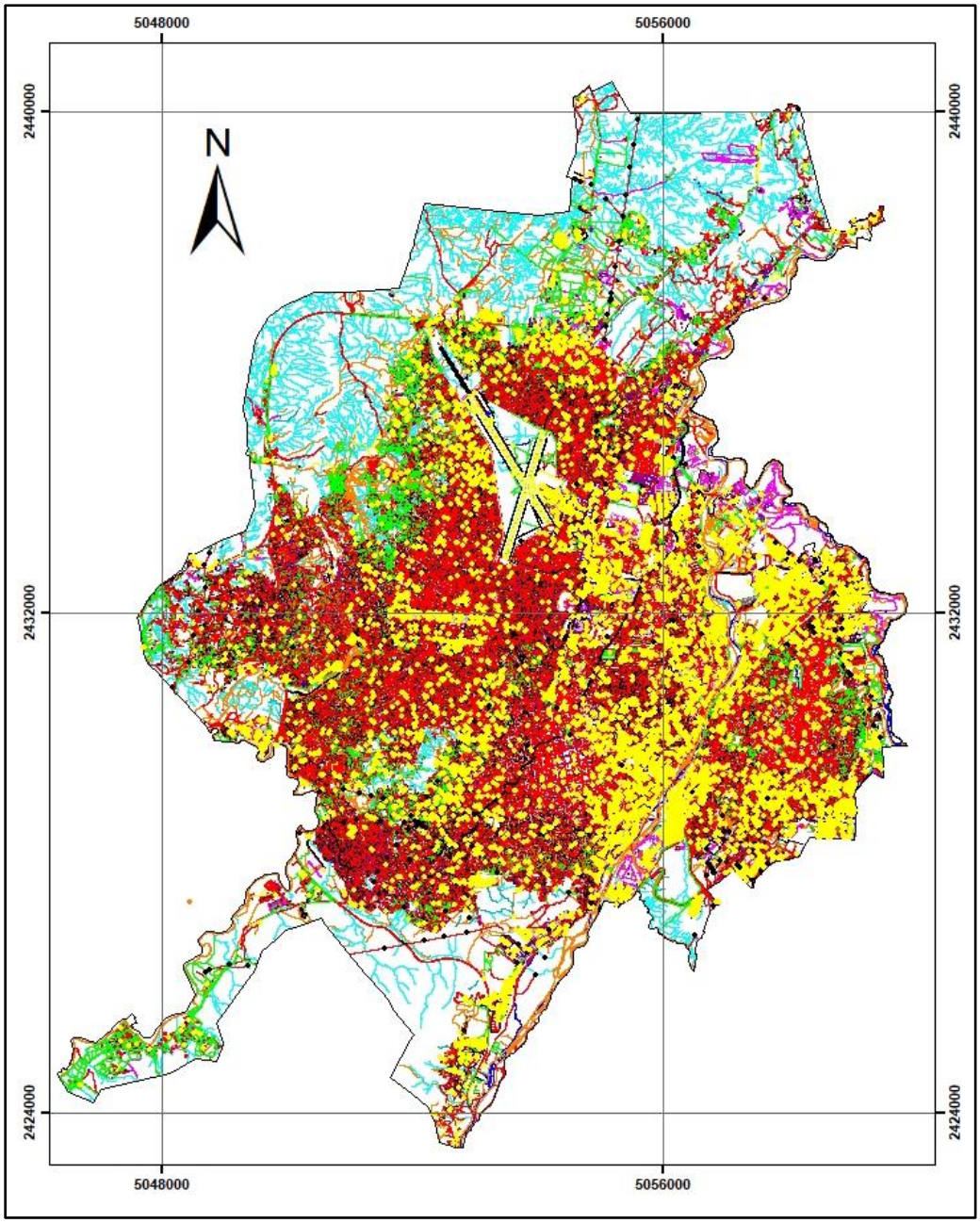


Ilustración 33: *Producto final DGN San José de Cúcuta. Fuente Moncaleano Sáenz*

4.3 Generación base de datos, edición y estructuración (GDB)

La información capturada y corregida pasa al equipo de edición para que los operadores entre ellos (Alexandra eslava Basabe) ejecuten la revisión de la geometría de los vectores

de acuerdo al catálogo de objetos definido para el proyecto, se corren rutinas para garantizar que los puntos sean únicos, que las líneas sean continuas, que estén perfectamente conectadas y que no sobren fracciones pequeñas; que los polígonos estén cerrados y sean únicos, Además, en esta etapa se eliminan elementos lineales que no cumplen con la escala y de igual forma los polígonos con áreas que no cumplen el mínimo permitido.

Se toma la GDB del IGAC “CBasica_V2.5.1.gdb” para la generación de la base vectorial del proyecto, esta GDB básicamente está diseñada con una estructura alfanumérica y de simbología definida por el IGAC. Esta GDB no contiene información dentro de los features.

La información generada desde el proceso de restitución fotogramétrica se carga a la GDB, capa por capa ubicando cada elemento en su lugar correspondiente y cumpliendo con sus geometrías.

Se diligencian las tablas de atributos tales como nombres geográficos, tipo de elemento, Rules ID, entre otros.

Adicionalmente se corren reglas topológicas para garantizar que la información no tenga errores de conectividad, sobre posición, intersección, unicidad, vecindad, etc.

Finalmente se generaron las bases cartográficas digitales (GDB) en formato vectorial, a través de la edición y estructuración de los elementos geográficos capturados, conforme al modelo de datos que describe el catálogo de objetos utilizado para el proyecto.

4.4 Consideraciones para la edición y estructuración de la base de datos vectorial

Para la generación de la base de datos vectorial se debe tener en cuenta el catálogo de objetos utilizado para proyecto; dicho catálogo se encuentra definido bajo el esquema que se muestra en la siguiente tabla, contiene un total de ocho (8) temas: treinta y seis (36) objetos para escala 1:1000, correspondientes a la abstracción de elementos geográficos considerados como necesaria y suficiente para la representación de la cartografía básica.

Código	***Tema***	***Definición***	***Código***	***Objetos***
2000	Vivienda, ciudad y territorio	Conjunto de objetos tanto artificiales como naturales que evidencian las dinámicas territoriales existentes.	2001	Construcción
			2002	Cerca
			2003	Muro
			2004	Zona dura
			2005	Piscina
			2006	Línea demarcación
			2007	Terraplén
			2008	Banco de arena
3000	Transporte	Conjunto de objetos físicos como obras civiles que integrados permiten el desplazamiento de personas y vehículos de modo terrestre.	3001	Vía
			3002	Puente
			3003	Túnel
			3004	Vía férrea
			3005	Límite vía
			3006	Separador vial
			3007	Ciclo ruta
			3008	Teleférico
			3009	Embarcadero
4000	Hidrografía	Conjunto de objetos que representan los recursos hídricos presentes en el territorio.	4001	Drenaje
			4002	Depósito de agua
			4003	Manglar
			4004	Isla
			4005	Humedal
			4006	Línea costera
5000	Cobertura de la tierra	Conjunto de objetos que representan la cobertura de la tierra.	5001	Bosque
			5002	Áreas de extracción
			5003	Zona verde

Código	***Tema***	***Definición***	***Código***	***Objetos***
6000	Elevación	Conjunto de datos que permiten el análisis y representación del comportamiento de la altura en el territorio.	6001	Curva de nivel
7000	Ordenamiento territorial	Conjunto de objetos reales o imaginarios que separan dos espacios geográficos de acuerdo a una división político administrativa ya definida.	7001	Línea limítrofe
			7002	Departamento
			7003	Municipio, distrito y área no municipalizada
8000	Infraestructura de servicios	Conjunto de objetos que representan elementos de infraestructura propios de la prestación de servicios.	8001	Red alta tensión
			8002	Punto de distribución: Antena, Torre de energía, poste
			8003	Tapa de servicios públicos
			8004	Pozo
			8005	Tubería

Código	***Tema***	***Definición***	***Código***	***Objetos***
9000	Nombres geográficos	Conjunto de nombres propios asignados a las entidades geográficas determinados a través del tiempo derivados del arraigo cultural e histórico de los habitantes de una zona.	9001	Nombre geográfico

Tabla 14: *Catálogo de Objetos para todas las escalas. Fuente IGAC*

Se realizan los siguientes procesos para garantizar el correcto cargue edición y estructuración de cada base de datos, las cuales estan repartidas bajo el mismo esquema de partición utilizado para la captura de los archivos DGN.

- Se realiza revisión general de la información luego de hacer el cargue del área asignada, para verificar que no persisten omisiones y/o comisiones de elementos en la base vectorial para el proyecto, de acuerdo con la escala.

- Se realiza revisión de las tablas de atributos de cada uno de los elementos, para garantizar que el rule ID coincidiera con el tipo de clasificación del elemento capturado para todos los elemento cargados y existentes en la base de datos.

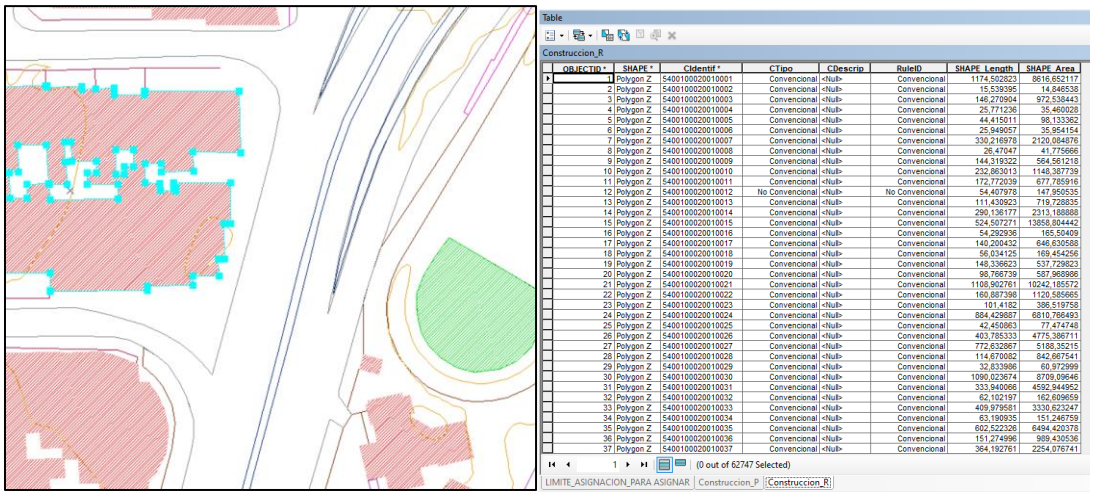


***Ilustración 34*:** Tabla de atributos elemento Construcción_R. Fuente Moncaleano Sáenz

- Se revisa la clasificación de las vías, la continuidad de los drenajes y su sentido de acuerdo con la forma del terreno.

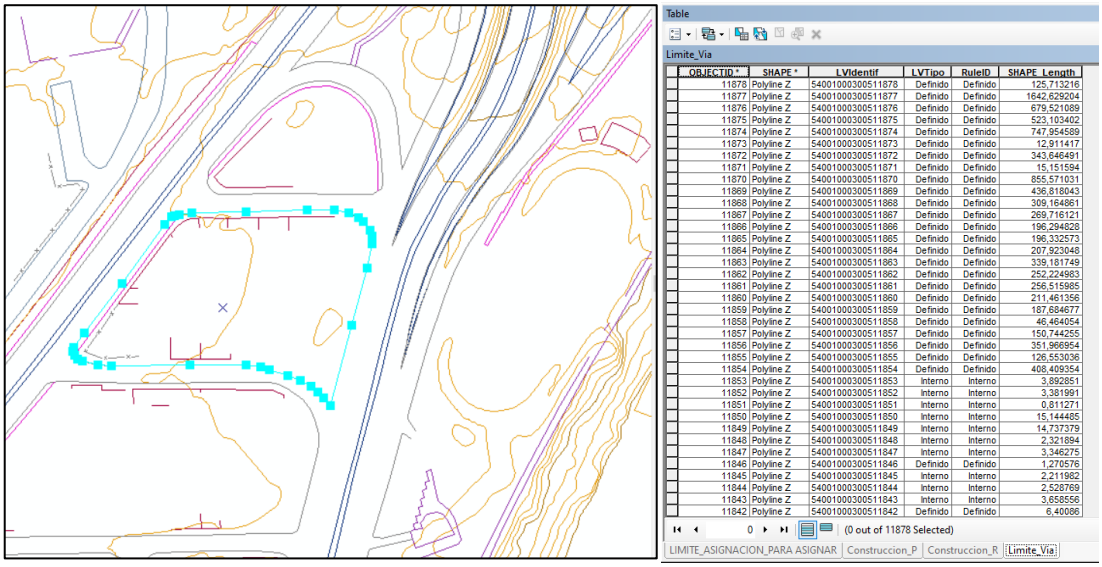


***Ilustración 35*:** Tabla de atributos elemento Limite Vía revisión de clasificación. Fuente Moncaleano Sáenz

- Se realiza cargue de Topónimos: nombres propios de los lugares geográficos que se toman de la página de datos abiertos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y del Geoportal del DANE.

- Se realiza la asignación del código único en el atributo de identificación de acuerdo con la cantidad de elementos según su temática mediante los aplicativos para arcgis pro que se deben descargar de la página de datos abiertos del igac y que se debe aplicar a cada trabajo según la normatividad del IGAC para bases de datos cartográficas.

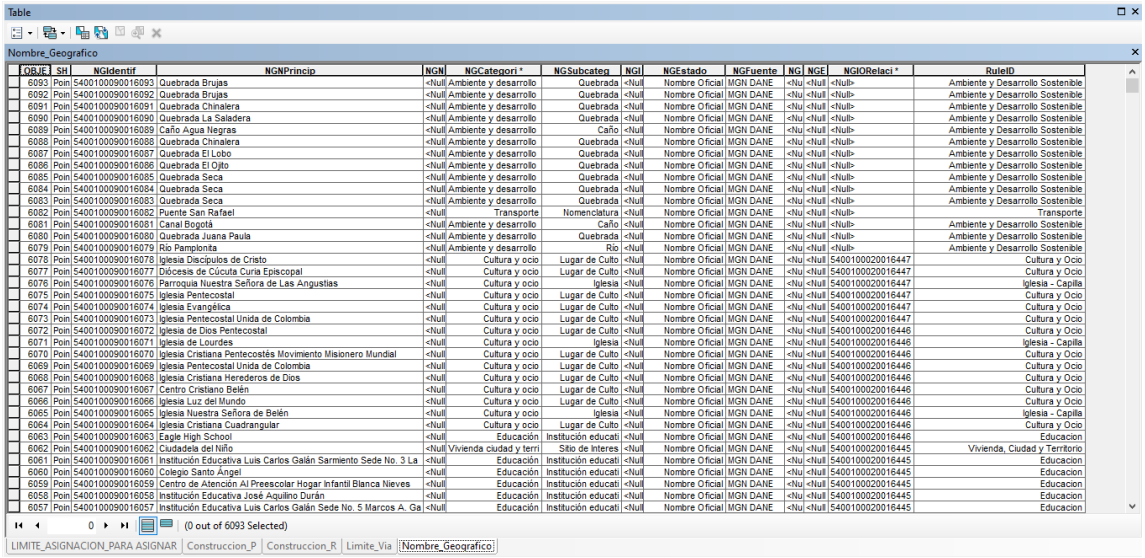


***Ilustración 36*:** *Tabla de atributos elementos Nombre Geográfico con identificador único. Fuente Moncaleano Sáenz*

- Usando la tabla de tamaños mínimos se verifican las longitudes y áreas de los elementos de acuerdo a la escala 1:1000

- Se aplican las reglas topológicas y se verifican y ajustan los errores que puedan existir con el fin de que la GDB vaya completamente limpia, junto con la revisión de los aplicativos de calidad.

- Se entrega como producto final una geodatabase (GDB) con la información cartográfica del proyecto. El resultado final de la estructuración se puede observar en la ilustración 37

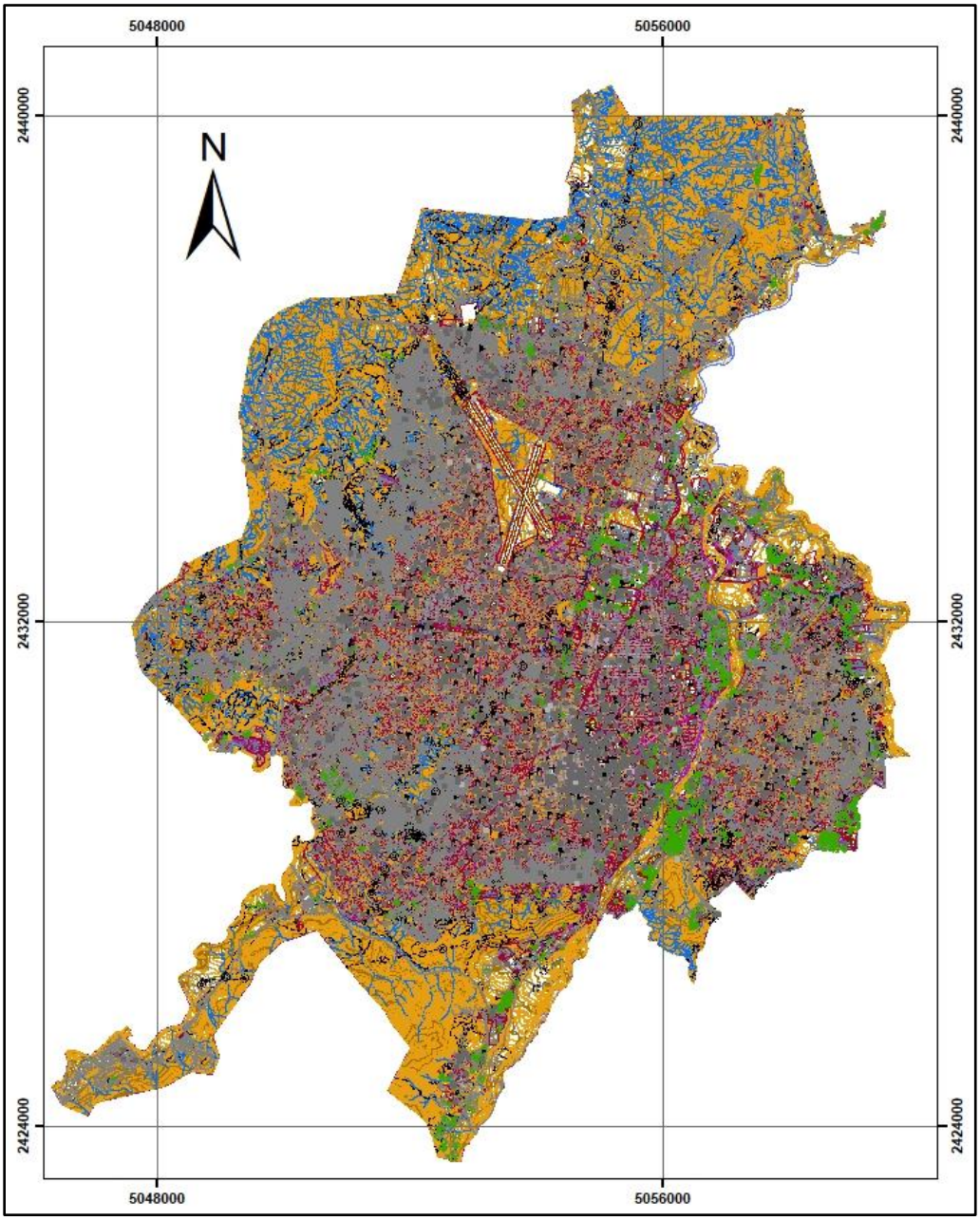


***Ilustración 37*:** *Geodatabase San José de Cúcuta actualización cartografía básica 2025. Fuente Moncaleano Sáenz*

Este archivo formato GDB y el DGN producto de la restitución fotogramétrica forman parte de los productos actualizados que conforman la base de datos geoespacial actualizada de la zona urbana de San José de Cúcuta y que se pueden utilizar como base cartográfica para realizar cualquier tipo de proyectos.

4.5 Calidad general del producto

4.5.1 Sistema de referencia y proyección cartográfica

El producto cumple con respecto al marco de referencia horizontal, en el datum MAGNA SIRGAS< ITRF2014, época de referencia 2018.0 y proyección cartográfica Origen Nacional, y para el sistema de referencia en el componente vertical, con el sistema oficial de referencia con origen el mareógrafo de Buenaventura, todo lo anterior de acuerdo con el parágrafo 3 de la resolución 068 del 2005.

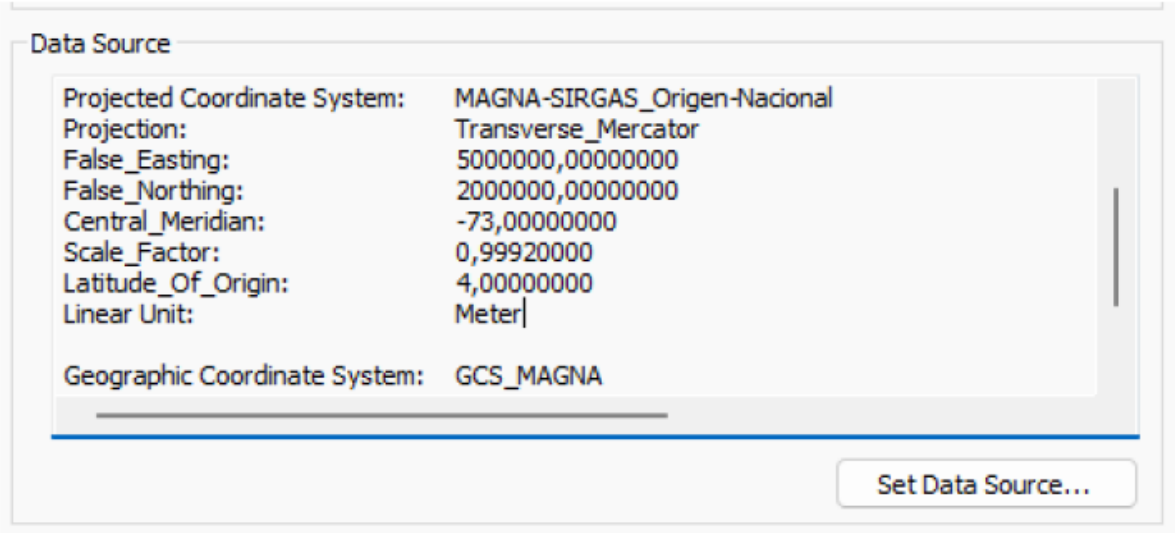


Tabla 15: *Sistema de referencia horizontal. Fuente Moncaleano Sáenz*

4.5.2 Calidad de datos

Está definida en las especificaciones técnicas que se encuentra de manera detallada en la norma técnica colombiana NTC5043.

4.5.3 Tipo de representación y formato de intercambio

De acuerdo con los documentos base y de referencia, los formatos permitidos para la validación de bases cartográficas digitales son XML, RDF, PostGIS+, Postgres SQL y GDB. El archivo digital Carto1000_25799000_20240924 correspondiente a la base de datos cartográfica de San José de Cúcuta entregado en formato GDB. Por lo tanto, los productos validados CUMPLEN con el tipo de representación y formato de intercambio exigido.

4.5.4 Consistencia temporal

Con base en la Resolución 471 del 2020, en el literal IV., en el que se hace referencia a la temporalidad de la producción de la información vectorial, se establece que los insumos deben ser capturados con una temporalidad inferior a tres (3) años y hasta cinco (5) años en zonas de poca dinámica inmobiliaria.

La fecha de captura de los insumos de las bases de datos evaluadas corresponde a noviembre del año 2024. Por tanto, los productos de las bases de datos cartográficas para San José de Cúcuta CUMPLE con la temporalidad exigida dentro de la normatividad vigente.

4.5.5 Metadato

Según la resolución 471 del 2020 numeral VIII y resolución 1421 del 2021 numeral 6.1.1, se realiza la validación del metadato del producto, el cual debe estar documentado bajo la norma técnica ISO 19115 e ISO 19139 según la actualización vigente.

Los elementos mínimos condicionales y obligatorios del núcleo ISO y el cual es entregado también en formato XML conforme a la estructura normativa.

4.5.6 Totalidad

La validación de este criterio se realiza mediante la verificación visual de los elementos capturados, y presentes en la GDB, contrastados contra la Ortofoto, en la que se validan los criterios de calidad referente a los elementos de omisión y comisión.

Para la presente evaluación se encuentra que el producto base de datos cartográfica en el elemento de **Omisión** cumple dado que al evaluar los objetos geográficos en el conjunto de datos de la GDB definidos en el catálogo de objetos y el número de objetos geográficos presentes en la ortofoto, no se presenta la ausencia o la falta de elementos por capturar superior al 5% en cobertura vegetal y cercas y 3% para los demás elementos, de acuerdo al límite oficial del proyecto.

Para la presente evaluación se encuentra que el producto base de datos cartográfica en el elemento de **Comisión** cumple dado que al evaluar los objetos geográficos excedentes en el conjunto de datos GDB definidos en el catálogo de objetos y el número de objetos geográficos presentes en la Ortofoto, no se presenta excedentes de elementos capturados superior al 5% en cobertura vegetal y cercas, y 3% para los demás elementos, de acuerdo al límite oficial del proyecto, en sus tres componentes del ítem en exceso.

4.5.6.1 Validación de la consistencia lógica

Dentro del proceso de validación a la base de datos cartográfica, se emplea para su revisión el documento del modelo de datos y representación oficial del IGAC, en la que se revisa la consistencia topológica de acuerdo con la Resolución 529 de 2020, que modifica la Resolución 471 de 2020, en los criterios de calidad de este elemento.

4.5.6.2 Consistencia conceptual o de formato

Haciendo uso de la herramienta de comparación de esquemas de bases de datos geográficas disponible en la extensión del Data Reviewer en el ArcToolbox, se verifica que las bases de datos del proyecto, correspondientes a San José de Cúcuta, se encuentran alineadas con el esquema conceptual de base de datos del IGAC, de conformidad con la

estructura de clasificación de los elementos. Por lo tanto, los productos **Cumplen** con la consistencia de formato requerida.

4.5.6.3 Consistencia topológica

Se hace la revisión de la base de datos cartográficas en su conjunto de datos GDB para validar en términos generales las reglas topológicas que se deben cumplir para establecer las relaciones entre los diferentes elementos presentes en la base de datos cartográfica, dentro de las cuales se encuentran; traslape, intersección entre líneas, sobre posición entre elementos de cualquier geometría, desconexión de nodos en líneas, discontinuidad entre líneas, polígonos erróneos, duplicidad de elementos con otros no permitidos entre otros, definidos en el catálogo de objetos geográficos vigente.

Para ello se realiza la validación mediante el uso de herramientas geográficas, DATA REVIEWER en ArcGIS y MACROS en MODEL BUILDER sobre el conjunto de datos GDB como se evidencia sobre los Features DATASET desplegados en el frame del ArcGIS.

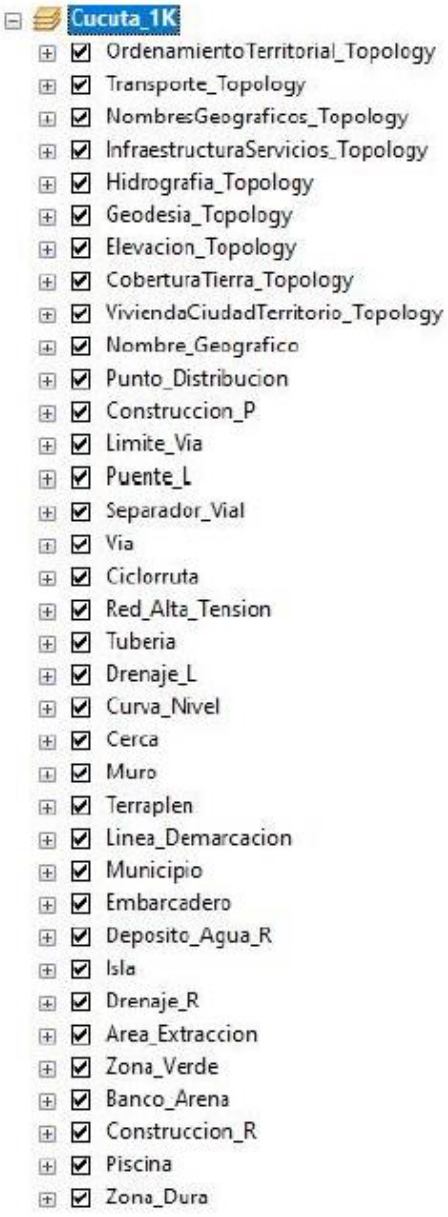


***Ilustración 38*:** *Feature Geodatabase San José de Cúcuta cartografía básica 2025.* *Fuente Moncaleano Sáenz*

Con el fin de evaluar el cumplimiento de las reglas topológicas en conectividad, sentido, continuidad y geometría definida para cada una en el catálogo de objetos que forma parte de las especificaciones técnicas de cartografía básica se hacen las siguientes validaciones:

No deben existir construcciones sobre los cuerpos de agua (drenajes dobles, lagunas, ciénagas, etc.); y si se identifican construcciones tipo punto en áreas de bosque, deberá realizarse el claro respectivo. (IGAC. Catálogo de objetos)

Se realiza la respectiva verificación de los elementos que contiene la capa de construcciones tipo punto y ninguna cruza con las capas de cuerpos de agua.

No deben existir drenajes sencillos sobre cuerpos de agua (drenajes dobles, lagunas, ciénagas, etc.). (IGAC. Catálogo de objetos)

Se realiza la respectiva verificación de los elementos que contiene EL DATASET de hidrología y ninguna capa tipo línea cruza con las capas de cuerpos de agua.

No deben existir vías sobre cuerpos de agua (drenajes dobles, lagunas, ciénagas, etc.). De igual manera, las vías principales generarían que los bosques se dividan en dos.
Vías-Drenajes Doble, Vías- Depósito de Agua,

No deben existir cercas sobre cuerpos de agua (drenajes dobles, lagunas, ciénagas, etc.). De igual manera, las cercas no pueden atravesar ningún bosque ni las vías principales.
Cercas-Cuerpos de agua. (IGAC. Catálogo de Objetos)

No debe existir pasos de las curvas con drenajes sencillos en el que se indique un flujo del agua en sentido opuesto, es decir, que la forma de la curva debe apuntar al nodo inicial del drenaje, y para los drenajes dobles el paso de la curva debe cruzar de forma recta sobre el mismo.
Pasos de curvas-Drenajes y cuerpos de agua. (IGAC. Catálogo de Objetos)

No debe existir que el nodo final del vector del drenaje se encuentre capturado en el sentido en que aumenta el valor de la altura de la curva de nivel
Sentido del Drenaje-Curva de Nivel.

Se debe evaluar el área efectiva y zonas de afectación de la base de datos cartográfica. NO APLICA, por lo que NO se adjunta el Shapefile correspondiente.

4.5.6.4 Consistencia de dominio

Se verificaron los valores de los atributos que integran la base de datos Cartográfica y corresponden a los dominios designados a cada uno de los atributos en el modelo de datos, evidenciando que ninguno de los elementos registrados en las tablas contiene atributos no contemplados en el modelo de datos, por tanto, el producto Zona Urbana **Cumple** con la validación de la consistencia de dominio de la base de datos.

4.5.6.5 Exactitud temática

Se realiza la revisión de la Base de Datos Cartográficas en su conjunto de datos GDB para validar en términos generales la exactitud de los atributos cuantitativos, cualitativos, y las clasificaciones de los objetos geográficos y sus relaciones.

La verificación de este ítem se realiza con el despliegue de las tablas de atributos. Se evidencia que NO existen errores en las tablas de atributos. El resultado de la validación de este ítem es **Conforme**.

En la revisión de exactitud temática, no se encontraron errores de clasificación al realizar la validación del 100 %. Se concluye que el producto es **Conforme** con los estándares en el elemento de calidad “Exactitud temática de clasificación”. La inspección de atributos supera el 95 % de conformidad de valores cuantitativos correctos, el producto es **Conforme**.

En cuanto a la toponimia, se verificó que, aunque se siguieron los lineamientos del IGAC utilizando las bases de datos del IGAC y el DANE, se incorporaron datos externos por

solicitud del cliente para garantizar la actualización más reciente de la toponimia, con el uso de recursos en línea como OpenStreetMap.

Además, se realizaron rectificaciones con la colaboración de funcionario de la alcaldía local para la validación de la exactitud temática de los reservorios y depósitos de agua, lo que permitió mejorar la precisión en su clasificación dentro de la base de datos cartográfica.

4.5.6.6 Concepto de calidad del producto

Se verificó el cumplimiento de los parámetros de calidad del producto descritos en las resoluciones 471 y 529 de 2020 expedidas por el IGAC, por lo tanto, se emite concepto técnico de **Conforme**

Se entrega como producto final El archivo digital Carto1000_25799000_20240924 correspondiente a la base de datos cartográfica de San José de Cúcuta entregado en formato GDB

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las actividades de restitución fotogramétrica digital, edición y estructuración son fundamentales para el desarrollo cualquier proyecto de cartografía aplicando las normativas vigentes establecidas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Para el desarrollo del proyecto de “Generación de Insumos Cartográficos, Restitución Fotogramétrica y Cartografía Básica a escala 1:1000 del área urbana del municipio de San José de Cúcuta”, la información resultante permite una representación actualizada y precisa de todos los elementos que la componen garantizando su validez como cartografía básica además siguiendo los lineamientos dados por la persona encargada de Coordinar el Proyecto con un enfoque de participación activa por parte de Alexandra Eslava y Mónica Rodríguez.

La restitución fotogramétrica digital apoyada con software especializado como MicroStation y ERDAS, permite una correcta interpretación, captura y vectorización de los elementos plasmados en las imágenes aéreas representando de una manera clara y fiel la realidad el terreno.

El proceso de edición y estructuración usando el software ArcMap y ArcGIS Pro, permite el cargue y compilación de la información resultante del proceso de restitución y su procesamiento con el fin de obtener un producto final que cumpla con todas las especificaciones establecidas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Los resultados esperados son un archivo DGN producto del proceso de restitución fotogramétrica digital y una GDB resultante del proceso de edición y estructuración de las bases vectoriales, adicional a estos productos se generan otros productos como DTM, una ortofoto y los demás solicitados por el proyecto.

Estos productos sirven como soporte técnico para realizar proyectos de planificación urbana, Obras Civiles y de Infraestructura en el municipio de San José de Cúcuta.

6. ANEXOS

GEOMATICA MONCALEANO SAENZ S.A.S
NIT: 900.999.454-5

Bogotá., 10 de marzo del 2026

CONCEPTO TECNICO

En calidad de codirector externo de la pasantía **"Generación de Insumos Cartográficos, Restitución Fotogramétrica y Cartografía a escala 1:1000 del área urbana del municipio de San José de Cúcuta"**, me permito emitir el siguiente concepto técnico sobre el cumplimiento de las actividades desarrolladas durante su ejecución.

Durante el periodo de la pasantía del **16 /09/2025 al 19/12/2025**, la pasante **Alexandra Eslava Basabe** participó activamente en las diferentes etapas del proceso de generación de información cartográfica, incluyendo la edición y estructuración de la cartografía a escala 1:1000 del área urbana del municipio de San José de Cúcuta. Las actividades desarrolladas se realizaron conforme a los lineamientos técnicos establecidos para la producción cartográfica y sus metodologías.

El trabajo realizado evidencia el adecuado manejo de herramientas y técnicas relacionadas con los sistemas de información geográfica, la generación de productos cartográficos de alta precisión. Asimismo, se destaca el cumplimiento de los objetivos planteados en el plan de trabajo, la responsabilidad en la ejecución de las tareas asignadas y la calidad de los productos obtenidos.

En consecuencia, se considera que la pasante **cumplió satisfactoriamente con las actividades, objetivos y productos establecidos en la pasantía**, aportando de manera significativa al proceso de generación de insumos cartográficos y a la producción de cartografía detallada del área urbana del municipio de San José de Cúcuta.

Por lo anterior, **se emite concepto técnico favorable sobre el cumplimiento de la pasantía**.

Se firma en constancia de lo anterior.

Fabián Vargas Vargas

Director de Proyectos
Geomática Moncaleano Sáenz S.A.S

Dirección: Avenida El Dorado No. 68C-61 - oficina 822-832 Bogotá
Celular: 305 7106086 – 3104355162, Fijo: 601 808 9464 Email: jesus.moncaleano@gmssas.com.co

GEOMATICA MONCALEANO SAENZ S.A.S
NIT: [illegible]

Bogotá., 10 de marzo del 2026

CONCEPTO TECNICO

En calidad de codirector externo de la pasantía **"Generación de Insumos Cartográficos, Restitución Fotogramétrica y Cartografia a escala 1:1000 del área urbana del municipio de San José de Cúcuta"**, me permito emitir el siguiente concepto técnico sobre el cumplimiento de las actividades desarrolladas durante su ejecución.

Durante el periodo de la pasantía del **16/09/2025 al 19/12/2025**, la pasante **Mónica Rodríguez Sánchez** participó activamente en las diferentes etapas del proceso de generación de información cartográfica, dentro de las actividades desarrolladas se destacan la organización y control de calidad de insumos fotogramétricos, la **restitución fotogramétrica de elementos planimétricos y altimétricos** a escala 1:1000 del área urbana del municipio de San José de Cúcuta. Las actividades desarrolladas se realizaron conforme a los lineamientos técnicos establecidos para la producción cartográfica y sus metodologías.

El trabajo realizado evidencia el adecuado manejo de herramientas y técnicas relacionadas con los sistemas de información geográfica, la generación de productos cartográficos de alta precisión. Asimismo, se destaca el cumplimiento de los objetivos planteados en el plan de trabajo, la responsabilidad en la ejecución de las tareas asignadas y la calidad de los productos obtenidos.

En consecuencia, se considera que la pasante **cumplió satisfactoriamente con las actividades, objetivos y productos establecidos en la pasantía**, aportando de manera significativa al proceso de generación de insumos cartográficos y a la producción de cartografía detallada del área urbana del municipio de San José de Cúcuta.

Por lo anterior, **se emite concepto técnico favorable sobre el cumplimiento de la pasantía**.

Se firma en constancia de lo anterior.

Fabián Vargas

Fabián Vargas Vargas

Director de Proyectos
Geomática Moncaleano Sáenz S.A.S

Dirección: Avenida El Dorado No. 68C-61 - oficina 822-832 Bogotá
Celular: 305 7106086 – 3104355162, Fijo: 601 808 9464 Email: jesus.moncaleano@gmssas.com.co

7. REFERENCIAS

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2016, 27 de octubre). *Resolución 1392 de 2016, por la cual se adoptan las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia*.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2017, 28 de diciembre). *Resolución 1550 de 2017, por medio de la cual se adopta el Plan Nacional de Cartografía Oficial de Colombia*.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2020, 14 de mayo). *Resolución 471 de 2020, por medio de la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia*.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2020, 5 de junio). *Resolución 529 de 2020, por medio de la cual se adiciona un parágrafo al literal a) del artículo 4 y se modifican otras disposiciones de la Resolución 471 de 2020*.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2021, 15 de septiembre). *Resolución 1421 de 2021, por la cual se establecen las condiciones de validación técnica y oficialización de productos cartográficos básicos y se dictan otras disposiciones*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2010). *NTC 4611: Metadatos para productos geográficos*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2010). *NTC 5043: Conceptos básicos de calidad de los datos geográficos*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2010). *NTC 5660: Evaluación de la calidad. Procesos y medidas*.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2010). *NTC 5662: Especificaciones técnicas de productos geográficos*.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2024, enero). *Codificación de la División Político-Administrativa de Colombia (DIVIPOLA)*. DANE. https://www.dane.gov.co/