CONTRATO DE CONSULTORÍA NO 00674 DE 2026



Actualización del análisis multitemporal de la cobertura de la tierra para una extensión aproximada de 744.923,25 hectáreas correspondientes a la subzona hidrográfica del río Sogamoso (SZH-2405) y la subzona hidrográfica del río medio bajo Suárez (SZH-2401-2)

DOCUMENTO TÉCNICO
FASE I

Corporación Autónoma Regional de Santander
CAS

UT COBERTURA CAS
2026

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 7
2. OBJETIVOS 9
2.1 OBJETIVO GENERAL 9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 9
3. ALCANCE DE LA FASE I 10
4. MARCO CONCEPTUAL 13
4.1 GLOSARIO 13
5. METODOLOGÍA FASE I -PREPARACIÓN REVISIÓN DE INSUMOS 16
5.1 ESCALA DE REFERENCIA 16
5.2 SISTEMA DE REFERENCIA 16
5.2.1 Sistema de referencia horizontal 16
5.2.2 Sistema de referencia vertical 16
5.3 NIVEL DE DETALLE 16
5.4 RESOLUCIÓN ESPACIAL 17
5.5 UNIDAD ESPACIAL Y UNIDAD MÍNIMA CARTOGRAFIABLE 17
5.5.1 Excepciones al área mínima cartografiable 18
5.6 CLASIFICACIÓN DE INSUMOS 19
5.7 SELECCIÓN DE INSUMOS 20
5.8 ALISTAMIENTO DE LA IMAGEN 23
5.9 INFORMACIÓN DE APOYO POR EVALUAR 23
5.10 PREPROCESAMIENTO DE IMÁGENES 23
5.10.1 Corrección geométrica de la distorsión panorámica 23
5.10.2 Corrección geométrica y georreferenciación 24
5.10.3 Realces y mejoras de la imagen 24
5.10.4 Filtros de paso bajo y filtro de paso alto 24
5.11 ENMASCARAMIENTO DE NUBES Y AGUA 25
5.12 NORMALIZACIÓN RADIOMÉTRICA 25
5.13 CONTROL DE CALIDAD INICIAL 25
6. SELECCIÓN DE INSUMOS 26
6.1 SELECCIÓN DE IMÁGENES 28
7. ALISTAMIENTO DE LA IMAGEN 29
7.1 GENERACIÓN DE ÍNDICES ESPECTRALES. 37
7.2 CORRECCIÓN GEOMÉTRICA Y ORTORRECTIFICACIÓN 38
7.3 CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA Y NORMALIZACIÓN. 39
8. INFORMACIÓN DE APOYO 41

8.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN GENERAL DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA 42
8.2 ADQUISICIÓN Y REVISIÓN DE INSUMOS: CARTOGRAFÍA BASE 47
8.3 ADQUISICIÓN Y REVISIÓN DE INSUMOS: MUNICIPIOS. 49
8.4 ADQUISICIÓN Y REVISIÓN DE INSUMOS: UNIDADES HIDROGRÁFICAS DE NIVEL SUBSIGUIENTE PARA EL RÍO SOGAMOSO Y RÍO SUÁREZ MEDIO Y BAJO 51
8.5 ADQUISICIÓN Y REVISIÓN DE INFORMACIÓN RELACIONADA A LA ZONIFICACIÓN DE COBERTURAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO 53
8.5.1 Capas base de coberturas POMCA- Río Sogamoso y Río Suárez Medio y Bajo 54
8.5.2 Coberturas Plan General de Ordenación Forestal (PGOF) 58
8.5.3 Coberturas Esquemas, Planes Básicos y Planes de Ordenamiento Territorial (EOT, PBOT y POT) 60
8.5.4 Coberturas Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes, Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de los Yariguíes 65
9. ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD Y ALINEACIÓN ESPACIAL ENTRE CAPAS HISTÓRICAS 68
9.1 COBERTURA DE TIERRAS POMCA RÍO SOGAMOSO (COD. 2405) 68
9.1.1 Fuentes de información y banco de imágenes 68
9.1.2 Sistema de referencia espacial 69
9.1.3 Variación de áreas 69
9.1.4 Unidad mínima cartografiable (UMC) 70
9.1.5 Reglas topológicas 71
9.1.6 Limitaciones del análisis 73
9.1.7 Integración de hallazgos 73
9.2 COBERTURA DE TIERRAS POMCA MEDIO Y BAJO SUÁREZ (COD. 2401-02) 74
9.2.1 Fuentes de información y banco de imágenes 74
9.2.2 Sistema de referencia espacial 75
9.2.3 Variación de áreas 75
9.2.4 Unidad mínima cartografiable 76
9.2.5 Reglas topológicas 78
9.2.6 Limitaciones del análisis 78
9.2.7 Integración de hallazgos 79
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 81
10.1 CONCLUSIONES 81
10.2 RECOMENDACIONES 82
11. ANEXOS 83

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de insumo P-O A) Fotografía digital de alta resolución 30 cm VEXCEL ULTRACAM-D. B) Imagen de satélite Sentinel 2 de mediana resolución 10 m. C) Cartografía Básica a escala 1:25.000. 20
Figura 2. Ejemplo de corrección geométrica a la distorsión. 24
Figura 3. Ejemplo de corrección geométrica por georreferenciación. 24
Figura 4. Obtención de imagen satelital Colombia en mapas. 29
Figura 5. Metadato imagen Santander 2025. 30
Figura 6. Imagen satelital departamento de Santander. 31
Figura 7. Imagen satelital recortada al área de estudio. 32
Figura 8. Código Google Earth Engine. 33
Figura 9. Elección y filtrado de imágenes Sentinel-2 con umbral máximo de nubosidad del 3%. 34
Figura 10. Mosaico de imágenes Sentinel-2 y cobertura respecto al área de estudio. 34
Figura 11. Metadatos del mosaico de imágenes Sentinel-2. 35
Figura 12. Método de ortorrectificación. 39
Figura 13. Optimización del histograma en bandas RGB. 40
Figura 14. Metodología ilustrada. 41
Figura 15. Ejemplo gráfico los portales oficiales consultados. 47
Figura 16. Planchas que conforman el área de estudio. 48
Figura 17. Ejemplo gráfico los portales oficiales consultados. 49
Figura 18. Municipios que conforman el área de estudio. 50
Figura 19. Ejemplo gráfico los portales oficiales consultados. 51
Figura 20. Subunidades hidrográficas que conforman el área de estudio. 52
Figura 21. Ejemplo gráfico los portales oficiales consultados. 54
Figura 22. Metadatos de la capa de coberturas de la tierra del POMCA Río Sogamoso. 55
Figura 23. Coberturas de la tierra del POMCA Río Sogamoso. 56
Figura 24. Metadatos de la capa de coberturas de la tierra del POMCA Río Medio y Bajo Suárez 57
Figura 25. Coberturas de la tierra del POMCA Río Medio y Bajo Suárez 58
Figura 26. Coberturas de la tierra del Plan General de Ordenación Forestal (PGOF) de la CAS. 59
Figura 27. Atributos contenidos en la capa de coberturas de la tierra del Plan General de Ordenación Forestal (PGOF) de la CAS. 60
Figura 28. Municipios con información de cobertura de tierras en su EOT o PBOT con fecha superior o igual al año 2015. 64
Figura 29. Municipios con información de cobertura de tierras en su EOT o PBOT con fecha superior o igual al año 2015. 65
Figura 30. Coberturas de la Tierra Parque Nacional Natural (PNN) Serranía de los Yariguíes y Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de los Yariguíes. 67
Figura 31. Atributos contenidos en la capa de coberturas de la tierra del Parque Nacional Natural (PNN) Serranía de los Yariguíes y Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de los Yariguíes. 67
Figura 32. Variación en el área de la unidad hidrográfica del río Sogamoso asociada a la migración del Sistema de Coordenadas Proyectadas. 70
Figura 33. Comparación área y extensión de un elemento de la capa bajo los sistemas EPSG:3116 y EPSG:9377 (Río Sogamoso). 70
Figura 34. Muestra de elemento por debajo de la UMC (Río Sogamoso). 71
Figura 35. Ejemplo de polígono con alta densidad de vértices a escala de visualización 1:8.000 (Río Sogamoso). 72
Figura 36. Variación en el área de la unidad hidrográfica del río Medio y Bajo Suárez asociada a la migración del Sistema de Coordenadas Proyectadas. 76
Figura 37. Comparación área y extensión de un elemento de la capa bajo los sistemas EPSG:3116 y EPSG:9377 (Río Medio y Bajo Suárez). 76
Figura 38. Muestra de elemento por debajo de la UMC (Río Medio y Bajo Suárez). 77

Figura 39. Ejemplo de polígono con alta densidad de vértices a escala de visualización 1:8.000 (Río Medio y Bajo Suárez)..... 78

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Entregables del contrato de consultoría No. 00674 de 2026 10
Tabla 2. Sistema de referencia horizontal para Colombia. 16
Tabla 3. Nivel de detalle para los productos cartográficos 17
Tabla 4. Tamaño de píxel para ortoimágenes 17
Tabla 5. Unidades mínimas cartografiables (UMC) para las unidades de cobertura de la clasificación CORINE Land Cover adaptada a escala 1:25.000 18
Tabla 6. Exactitud Planimétrica por escalas para cartografía base 20
Tabla 7. Insumos acordes con la Escala 1: 25.000 21
Tabla 8. Insumos utilizados para la interpretación de las coberturas de tierra escala 1:25000 21
Tabla 9. Relación de escalas y niveles de detalle de estudios. 22
Tabla 10. Evaluación de fuentes disponibles. 27
Tabla 11. Cuadro de parámetros de imágenes obtenidas. 32
Tabla 12. Muestra de índices espectrales por emplear. 37
Tabla 13. Criterios para la evaluación de información secundaria. 42
Tabla 14. Valoración de información de apoyo. 44
Tabla 15. Listado de planchas que conforman el área de estudio. 48
Tabla 16. Listado de Municipios que conforman el área de estudio. 50
Tabla 17. Listado de Subunidades hidrográficas que conforman el área de estudio. 52
Tabla 18. Características geoespaciales de la capa de coberturas de la tierra del POMCA Río Sogamoso. 54
Tabla 19. Características geoespaciales de la capa de coberturas de la tierra del POMCA Río Medio y Bajo Suárez 57
Tabla 20. Características geoespaciales de la capa de coberturas de la tierra del PGOF de la CAS. 59
Tabla 21. Estado actual de las capas de coberturas de tierras encontradas en los planes básicos y esquemas de ordenamiento territorial 61
Tabla 22. Características geoespaciales de la capa de coberturas de la tierra del Parque Nacional Natural (PNN) Serranía de los Yariguíes y Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de los Yariguíes. 66
Tabla 23. Metadatos de la capa de coberturas de la tierra del Parque Nacional Natural (PNN) Serranía de los Yariguíes y Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de los Yariguíes. 66

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

DEPENDENCIA	NO. DE COPIAS
OFICINA SUBDIRECCIÓN DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL	1

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

ÍNDICE DE REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES
0		MARZO 2026	

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Contrato:		CONTRATO CONSULTORÍA 00674 DE 2026				
Título documento:		DOCUMENTO TÉCNICO FASE I – PREPARACIÓN Y REVISIÓN DE INSUMOS				
Documento No.:		1				
APROBACIÓN	**NÚMERO DE REVISIÓN**		**Versión 1**	**Versión 2**	**Versión 3**	**Versión 4**
	Vo. Bo. Director Consultor	Nombre	Ing. Guillermo Beltrán	Ing. Guillermo Beltrán	Ing. Guillermo Beltrán	
		Firma				
		Fecha	30/04/2026	01/06/2026	06/07/2026	
	Vo. Bo. Apoyo a la Supervisión	Nombre	Ing. Rodolfo Sánchez	Ing. Rodolfo Sánchez	Ing. Rodolfo Sánchez	
		Firma				
		Fecha	30/04/2026	01/06/2026	06/07/2026	
	Vo.Bo. Supervisor	Nombre	Ing. Edna Rocío Castellanos	Ing. Edna Rocío Castellanos	Ing. Edna Rocío Castellanos	
		Firma				
		Fecha	30/04/2026	01/06/2026	06/07/2026	

1. INTRODUCCIÓN

La dinámica de transformación del territorio constituye uno de los principales desafíos para la planificación ambiental y la gestión sostenible de los recursos naturales. En contextos donde convergen los procesos intensivos de ocupación del suelo, la expansión de las actividades agropecuarias, el desarrollo de infraestructura energética y aprovechamiento de recursos naturales, el conocimiento actualizado sobre la estructura, distribución y evolución de las coberturas de la tierra se convierte en un insumo fundamental para la toma de decisiones en materia de ordenamiento ambiental del territorio. En este marco, los procesos de análisis multitemporal de coberturas permiten no solo identificar los patrones espaciales actuales del uso del suelo, sino también comprender las trayectorias de cambio que configuran la dinámica ambiental y productiva de las regiones.

Bajo esta premisa, la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) ha promovido el desarrollo del Contrato de Consultoría No. 00674 de 2026, cuyo propósito central es la actualización y el análisis multitemporal de la cobertura de la tierra para una extensión aproximada de 744.923,25 hectáreas correspondientes a la subzona hidrográfica del río Sogamoso (SZH-2405) y la subzona hidrográfica del río Medio Bajo Suárez (SZH-2401-2). Este ejercicio busca consolidar una base de información territorial actualizada al año 2025 que permita comprender la configuración actual de las coberturas del suelo y las transformaciones ocurridas en el territorio en periodos recientes, constituyendo un insumo estratégico para la gestión ambiental regional.

El desarrollo de este tipo de estudios exige la integración rigurosa de metodologías de interpretación de imágenes satelitales, análisis espacial mediante sistemas de información geográfica (SIG), construcción de bases de datos geográficas consistentes y la aplicación de procedimientos de control de calidad cartográfica. A diferencia de ejercicios de clasificación automática, la actualización de coberturas a escalas regionales implica un proceso sistemático de interpretación y verificación temática, orientado a garantizar la coherencia espacial de las unidades de cobertura, así como su compatibilidad con las series históricas de información disponibles. En este sentido, el análisis multitemporal no se limita a identificar cambios de cobertura, sino que busca interpretar los procesos territoriales que explican dichas transformaciones, permitiendo reconocer las tendencias de intensificación productiva, de fragmentación de ecosistemas, de procesos de regeneración natural o las dinámicas de expansión urbana y agroindustrial.

Desde una perspectiva operativa, el desarrollo del proyecto se estructura en una secuencia metodológica que articula diferentes fases técnicas orientadas a garantizar la calidad y consistencia de los resultados. Inicialmente, se contempla una etapa de preparación y revisión de insumos, orientada a la selección, adecuación y compatibilidad espacial de la información base necesaria para el análisis de coberturas. Posteriormente, se desarrolla una fase de análisis comparativo e interpretación, donde se lleva a cabo la actualización temática de las coberturas a partir de la interpretación detallada de imágenes satelitales y la estructuración de bases de datos geográficas. A continuación, se implementan procedimientos sistemáticos de control de calidad cartográfica, incluyendo procesos de verificación temática en oficina y análisis de consistencia espacial, con el propósito de asegurar la confiabilidad de la información generada. Finalmente, el proyecto contempla una fase orientada al análisis de resultados y cálculo de

indicadores territoriales, a partir de los cuales se derivan las métricas asociadas al estado, presión y cambio de las coberturas, así como indicadores relacionados con el grado de naturalidad del territorio.

Este enfoque metodológico permite trascender la simple generación de cartografía temática, orientando el proyecto hacia la producción de conocimiento territorial que contribuya a fortalecer los procesos de planificación ambiental y ordenamiento territorial en la jurisdicción de la CAS. La información derivada del análisis multitemporal de coberturas constituye un instrumento esencial para identificar las tendencias de transformación del paisaje, evaluar la efectividad de las estrategias de conservación y manejo ambiental, y orientar la formulación de políticas públicas relacionadas con el uso sostenible del suelo.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la preparación técnica, validación y estructuración de los insumos requeridos para el análisis de coberturas de la tierra en el marco del contrato de consultoría 00674 de 2026, garantizando su coherencia espacial, calidad temática y compatibilidad cartográfica conforme a los lineamientos metodológicos establecidos para la generación de información a escala 1:25.000.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la identificación, análisis y selección de imágenes satelitales multiespectrales que cumplan con los requisitos de resolución espacial, temporalidad, cobertura y calidad, adecuados para el análisis de coberturas de la tierra.

- Realizar el alistamiento de la imagen, descargar insumos desde fuentes confiables, compilación de bandas espectrales, aplicar correcciones geométricas y de nubosidad.

- Identificar y validar de manera precisa las coberturas, a partir de información de apoyo, buscar imágenes de apoyo, consulta con fuentes complementarias, como mapas de biomas, ecosistemas, modelos y cartografía temática confiable.

- Revisar y asegurar la compatibilidad y alineación espacial entre capas históricas, realizando diagnóstico de compatibilidad espacial de las capas de 2005 y 2012 del Río Sogamoso y las capas de 2003-2017 del río Medio Bajo Suárez Informe de ajustes realizados y capas reprocesada

3. ALCANCE DE LA FASE I

De acuerdo con lo establecido en el requerimiento técnico del contrato y en el PDT, los productos a entregar corresponden a los que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1. Entregables del contrato de consultoría No. 00674 de 2026

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	PRODUCTO	FUENTE DE VERIFICACIÓN, ENTREGABLES Y METAS
Selección de insumos	Realizar la identificación, análisis y selección de imágenes satelitales multiespectrales que cumplan con los requisitos de resolución espacial, temporalidad, cobertura y calidad, adecuados para el análisis de coberturas de la tierra. La selección deberá atender los criterios establecidos por la escala de trabajo, asegurando la compatibilidad con los productos cartográficos existentes. La elección de imágenes satelitales para la interpretación de coberturas de la tierra debe estar en función directa de la escala de trabajo, considerando la relación entre resolución espacial y la unidad mínima cartografiable (UMC). Según Chuvieco (2007), "La escala del trabajo condiciona la unidad más pequeña de información que se debe incluir en un mapa temático, denominada UMC".	Diagnóstico de insumos disponibles y selección técnica de imágenes satelitales	**Entregables:** Informe técnico con: listado de sensores evaluados, justificación técnica de selección, metadatos de las imágenes seleccionadas. **Fuente de verificación:** Documento PDF con anexos. Archivos digitales (drive) con imágenes seleccionadas. **Meta:** Elaborar 1 informe técnico con el diagnóstico de insumos y justificación de selección y 1 carpeta digital con imágenes seleccionadas.
Alistamiento de la imagen	Para el procesamiento inicial de imágenes satelitales, se deben descargar los insumos desde fuentes confiables, de acuerdo con el sensor y la escala requeridos. Posteriormente, se compilan las bandas espectrales en un archivo ráster único para facilitar el análisis multiespectral. Solo en caso de detectar desplazamientos o deformaciones, se aplican correcciones geométricas, dando preferencia a imágenes ya ortorrectificadas. Luego, se construyen mosaicos enfocados en la zona de interés, minimizando nubosidad, y se realizan ajustes radiométricos cuando es necesario para mejorar la visualización y precisión del análisis.	Procesamiento y alistamiento de imágenes satelitales	**Entregables:** Informe en PDF o Word. **Fuente de verificación:** Drive con imágenes corregidas (cuando aplique), composiciones RGB, mosaicos por zona y registro de tratamientos radiométricos. Informe metodológico de alistamiento. **Meta:** Generar 1 documento metodológico que describa el alistamiento y procesamiento, junto con 1 mosaico por zona de interés y 1 carpeta digital con imágenes

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN	PRODUCTO	FUENTE DE VERIFICACIÓN, ENTREGABLES Y METAS
			corregidas y composiciones RGB. Drive con archivos ráster (GeoTIFF, IMG). En formato GDB.
Información de apoyo	Para la identificación y validación precisa de las coberturas, se debe complementar el análisis con información secundaria, como imágenes de alta resolución disponibles en plataformas y fotografías aéreas. Asimismo, es fundamental incorporar datos de campo obtenidos durante recorridos de control y monitoreo en las áreas protegidas. Este proceso se refuerza con la consulta de fuentes complementarias como mapas de biomas, ecosistemas, modelos digitales de elevación (DEM) y cartografía temática confiable.	Compilación y análisis de información secundaria de apoyo	**Entregables:** Informe con Inventario de fuentes utilizadas, base de datos georreferenciada con puntos de campo, mapas temáticos y servicios base. Informe técnico de validación. **Fuente de verificación**: Drive Archivos SIG (shapefile, kml, tif, GDB) y documento PDF. **Meta:** Elaborar 1 informe de fuentes secundarias, generar 1 base de datos georreferenciada de puntos de campo y 1 conjunto de mapas temáticos de apoyo.
Asegurar compatibilidad y alineación espacial entre capas históricas	Diagnóstico de compatibilidad espacial de las capas de 2005 y 2012 del río Sogamoso y las capas de 2003-2017 del río Medio Bajo Suárez. Informe de ajustes realizados y capas reprocesada.	Verificación y ajuste de capas históricas	**Entregables:** Archivos SIG ajustados (shapefile o geodatabase) e informe en PDF. **Fuente de verificación:** Drive Archivos SIG (shapefile, kml, tif, GDB) y documento Word/PDF. **Meta:** Producir 1 informe técnico de ajustes espaciales y generar 2 capas SIG reprocesadas correspondientes a los años 2005 y 2012. Y 2003-2017.

FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

La estructura de estos entregables responde a la secuencia metodológica definida para el proyecto, permitiendo que cada fase del proceso contribuya progresivamente a la consolidación de la cartografía actualizada de coberturas de la tierra y al desarrollo del análisis multitemporal del territorio. De esta

manera, los documentos técnicos y productos cartográficos asociados a cada etapa constituyen insumos que permiten verificar la consistencia de los resultados obtenidos y asegurar la trazabilidad del proceso de actualización de coberturas en las subzonas hidrográficas objeto del estudio.

4. MARCO CONCEPTUAL

4.1 GLOSARIO

- **Aplicativo**: Es un programa informático diseñado como herramienta para permitir a un usuario realizar uno o diversos tipos de tareas dentro de un proceso.

- **Base de datos geográfica (Geodatabase)**: Modelo de almacenamiento de datos georreferenciados relacionados entre sí, clasificados y agrupados según sus características, bajo control de redundancias e integrados para el desarrollo de aplicaciones y análisis sobre la información. Este formato es licenciado por ESRI.

- **Carpeta de trazabilidad:** Repositorio en el cual se almacena de forma ordenada y sistemática la información generada mes a mes por el grupo de trabajo, incluyendo capas geográficas, documentos y demás productos.

- **Clasificación de coberturas de la tierra**: Describe el esquema sistemático con los nombres de las clases (unidades de cobertura) y los criterios utilizados para distinguirlos, y la relación entre clases (Di Gregorio & Jansen, 2005).

- **Coberturas de la tierra**: Son los diferentes rasgos que cubren la tierra, tales como agua, bosques, tipos de vegetación, rocas desnudas o arenas, estructuras hechas por el hombre, etc. Estos rasgos pueden ser detectados directamente o por sensores remotos.

- **Cobertura vegetal**: Resultado de la asociación espaciotemporal de elementos biológicos vegetales, los cuales conforman unidades estructurales y funcionales (Banco de la República, 2015).

- **Código:** Es el identificador numérico definido para cada cobertura de la tierra en la leyenda nacional de coberturas vigente. Este código consta de 3 a 7 dígitos distribuidos en 7 niveles, y se escribe sin puntos ejemplo: “231”, en formato de columna tipo “Texto”.

- **Control de calidad de las coberturas de la tierra:** Revisión, verificación y validación de la información técnica, producto de las actividades de interpretación de coberturas de la tierra con la finalidad de que sea una representación válida de la realidad.

- **Control de calidad de delineado**: Consiste en garantizar la conformidad del delineado, verificando que las líneas no se encuentren desplazadas respecto a la imagen interpretada y que a su vez estén correctamente suavizadas.

- **Control de calidad topológico**: Revisión, verificación y validación de la estructura topológica de los archivos digitales que contienen la información sobre la interpretación de las coberturas de la tierra.

- **Delineado:** Delimitación de formas, texturas y colores por medio de líneas de acuerdo con la metodología de interpretación.

- **Diccionario de datos**: Repositorio estructurado que almacena atributos y descripciones puntuales de los elementos interpretados.
- **Empalme de las planchas**: Acción de revisar y ajustar la continuidad espacial de los archivos digitales que contienen la información de coberturas de la tierra, de acuerdo con la asignación de planchas oficiales del IGAC para Colombia.

- **Empalme lógico**: Es la unión digital topológica de dos o más polígonos teniendo en cuenta la concordancia temática, obteniendo como resultado una capa continúa entre bloques o asignaciones.

- **Empalme temático:** Sucesión o continuación de los elementos temáticos capturados con respecto a las planchas adyacentes, garantizando la continuidad y coherencia de la información.

- **Exactitud temática**: Hace referencia al grado de fidelidad de los valores de los atributos asignados a los elementos en la base de datos con respecto a su correspondencia en el mundo real y la correcta clasificación de los objetos y sus relaciones de acuerdo con las especificaciones del producto.

- **Feature class**: Conjuntos homogéneos de entidades comunes, cada una con la misma representación espacial, tal como puntos, líneas o polígonos y un conjunto común de columnas de atributos (ESRI, 2022).

- **Geodatabase:** Colección de datasets geográficos de varios tipos contenida en una carpeta de archivos común (ESRI, 2022) que en este caso particular debe contar con la estructura definida por el grupo interno de trabajo.

- **Interpretación visual de las coberturas terrestres:** Actividad mediante la cual se genera sobre la pantalla, el proceso de comprender, traducir, delimitar y clasificar en un sistema jerárquico, los diferentes tipos de coberturas de la tierra.

- **Leyenda de coberturas de la tierra**: Clasificación estructurada jerárquicamente con el fin de identificar y diferenciar unidades homogéneas de cobertura de la tierra, dependiente de la escala, la representación cartográfica de los datos y la metodología de mapeo (IDEAM, IGAC & CORMAGDALENA, 2008).

- **Mapa temático**: La cartografía temática, recolecta, procesa y elabora datos primarios cualitativos y cuantitativos y los procesa con el fin de dar a conocer información de un tema o ciencia específicos (IGAC, 1998).

- **Sistema de clasificación de las coberturas de la tierra CORINE Land Cover – CLC:** Metodología específica para realizar el inventario de las coberturas de la tierra, desarrollado por el programa CORINE (Coordination of information on the environment), el cual es promovido por la Comisión de la Comunidad Europea. Esta metodología fue adaptada a las condiciones de Colombia para elaborar estudios a escala 1:100.000; y adaptada por el IGAC para las escalas 1:25.000, 1:10.000 y 1:5.000.

- **Trazabilidad:** Consiste en el mecanismo a través del cual se realiza el seguimiento a los profesionales encargados de efectuar las tareas en el tema de coberturas de la tierra de todos los procesos y actividades relacionadas con la interpretación temática.

- **Unidad Espacial:** Es el polígono o superficie de terreno delimitado que está definido por una clase particular de cobertura de la tierra, siendo homogénea o una combinación de varias coberturas homogéneas, diferenciándola de las unidades que lo rodean.

- **Unidad Mínima Cartografiable – UMC:** se define como la unidad más pequeña de superficie que puede ser delimitada en un mapa y que por ende depende de la escala.

- **Uso de la tierra:** Está caracterizado por los arreglos, actividades e insumos que el hombre emprende en un cierto tipo de coberturas de la tierra para producir, cambiarla o mantenerla (Di Gregorio & Jansen, 2005)

5. METODOLOGÍA FASE I -PREPARACIÓN REVISIÓN DE INSUMOS

5.1 ESCALA DE REFERENCIA

De acuerdo con el IGAC 2021, la escala cartográfica de referencia definida es 1:25.000, donde la precisión geométrica final del mapa tiene un error medio cuadrático (EMC) menor o igual a 3 metros (Elaboración de Mapa de Cobertura de Tierra 1:25.000 IGAC 2021)

- El detalle de la línea (número de puntos en líneas poligonales) será el adecuado para dicha escala.
- Para la digitalización en pantalla se debe delimitar cada polígono a escala 1:8.000 para garantizar que la delineación sea precisa y suavizada. Este criterio dependerá también de las necesidades temáticas de la capa interpretada.

5.2 SISTEMA DE REFERENCIA

5.2.1 Sistema de referencia horizontal

De acuerdo con la resolución IGAC no. 471 de 2020 El Marco Geocéntrico Nacional de Referencia es MAGNA-SIRGAS, establecido mediante Resolución 068 de 2005, o aquel que lo modifique o lo sustituya. La proyección cartográfica será definida en un único origen de coordenadas, con los parámetros.

Tabla 2. Sistema de referencia horizontal para Colombia.

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

Fuente: IGAC resolución 471 de 2020

5.2.2 Sistema de referencia vertical

El sistema de referencia vertical empleado será el que tiene origen en el mareógrafo de Buenaventura.

5.3 NIVEL DE DETALLE

Con base en la resolución 197 de 2022 el siguiente es el nivel de detalle para los productos cartográficos.

Tabla 3. Nivel de detalle para los productos cartográficos

DENOMINACIÓN DE PRODUCTO	BASE DE DATOS CARTOGRÁFICA (VECTORIAL)	DENOMINACIÓN DE PRODUCTO	ORTOIMÁGENES GSD (CM)	DENOMINACIÓN DE PRODUCTO	MDT
Carto1000	1:1.000	Orto10	10	MDT1	1
Carto2000	1:2.000	Orto20	20	MDT2	2
Carto5000	1:5.000	Orto50	50	MDT5	5
Carto10000	1:10.000	Orto100	100	MDT10	10
Carto25000	1:25.000	Orto250	250	MDT25	25
Carto50000	1:50.000	Orto500	500	-	-

Fuente: IGAC resolución 471 de 2020

5.4 RESOLUCIÓN ESPACIAL

Unidad mínima de representación de un elemento en terreno sobre la imagen, normalmente conocido como GSD (Ground Sample Distance). La resolución espacial de una ortoimágen está estrechamente relacionada con el tamaño del pixel de las imágenes insumo. Las resoluciones espaciales del producto ortoimágen, son las siguientes

Tabla 4. Tamaño de píxel para ortoimágenes

PRODUCTO	GSD (CM)
Orto10	10
Orto20	20
Orto50	50
Orto100	100
Orto250	250
Orto500	500

Fuente: IGAC resolución 471 de 2020

5.5 UNIDAD ESPACIAL Y UNIDAD MÍNIMA CARTOGRAFIABLE

La unidad espacial es el polígono o superficie de terreno delimitado que está definido por una clase particular de Cobertura de la Tierra. Esta clase puede considerarse como homogénea o una combinación de varias coberturas, haciéndola claramente distinguible de las unidades que le rodean

Del mismo modo, el polígono interpretado debe cumplir con una unidad mínima cartografiable (UMC), que se define como el área más pequeña en un mapa que puede ser identificada y delimitada. Estas unidades dependen de las necesidades temáticas y deben seguir las reglas cartográficas. En términos generales, de acuerdo con la escala, la UMC deberá cumplir además con los siguientes criterios:

- La UMC se debe definir teniendo en cuenta el contenido temático y la importancia que cada cobertura tiene para el ordenamiento y la planificación, procurando ser lo más minucioso posible en cuanto a la identificación de cada cobertura, buscando siempre separar y clasificar unidades puras.

- La UMC estará sujeta a los objetivos y alcances de los proyectos que establezca el IGAC.

Igualmente, se debe considerar lo establecido por (Vink 1975, citado por Rossiter, 1994) sobre las unidades mínimas de mapeo, en donde se afirma que deben ser al menos de 4 x 4 mm, llevado a la escala; pero esto se encuentra condicionado por la delimitación óptica legible "DOL" de un mapa llevado a la escala real.

Por otra parte, y de acuerdo con lo establecido en el IGAC respecto de las especificaciones para generar productos GIT de uso de suelo, se define como ***UMC 1,56 hectáreas para sus estudios a escala 1:25.000***. En consecuencia, la unidad mínima para mapas temáticos a esta escala se adapta a este criterio.

Así mismo, no se considera práctico apegarse a la UMC teórica en este tipo de mapas temáticos ya que resulta poco eficiente para la generación de información por el volumen de datos obtenidos (polígonos) y su consecuente retraso en tiempos.

Atendiendo entonces a lo mencionado en párrafos anteriores, y siendo consecuente con el estándar sugerido de UMC (Unidad Mínima Cartografiable), se define para la escala 1:25.000, 1,56 hectáreas como unidad mínima.

5.5.1 Excepciones al área mínima cartografiable

Es relevante al realizar los ejercicios de planificación del territorio revisar que las áreas mínimas tengan en cuenta, además de las reglas cartográficas, las excepciones hechas a la regla. Por lo tanto, se definió que la primera clase (TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS) y la quinta clase (SUPERFICIES DE AGUA) de la Leyenda de Clasificación de Coberturas de la Tierra, escala 1:25.000 propuesta en el presente documento, deben mapearse con mayor detalle (1 ha).

En la siguiente tabla muestra la UMC de acuerdo con la escala de trabajo 1:25.000 planteada por el GIT de Modernización y Administración de la Información Agrológica, para sus estudios de cobertura de la tierra y manteniendo el mismo criterio de la leyenda Nacional de Coberturas escala 1:100.000, planteada por IDEAM pero adaptada a la escala de trabajo. Se tienen en cuenta las excepciones dadas a clases que se consideran de importancia temática (Códigos de la clase 1 y de la clase 5), los cuales tendrán una UMC de 1 ha y requieren detallar su información.

Tabla 5. Unidades mínimas cartografiables (UMC) para las unidades de cobertura de la clasificación CORINE Land Cover adaptada a escala 1:25.000

CLASES	UMC (km^2)	UMC (ha)	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 7
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	0.0100	1	X	X	X	X	X		
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	0.0156	1.56	X	X	X	X	X		
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES			X	X	X	X	X	X	X
4. ÁREAS HÚMEDAS			X	X	X	X			
5. SUPERFICIES DE AGUA	0.0156	1.56*	X	X	X	X			

Fuente: IGAC, 2021

Otros criterios o excepciones para considerar:

- Los polígonos que se encuentran en el límite de la capa se conservan, aunque no cumplan con la UMC debido a que es posible la continuidad de la cobertura fuera de los límites.

- Igual situación ocurre con polígonos de coberturas de elementos lineales como drenajes y vías, que pueden ser interrumpidos por carreteras y/o puentes fraccionando la cobertura original en varios polígonos con un área menor a una hectárea. Estos se conservarán siempre y cuando se encuentren dentro de los códigos de la clase 1 o 5 y tengan un área mayor o igual a 0,75 ha.

- En otros casos particulares, y dependiendo de los requerimientos de determinado proyecto, es posible dejar a criterio del intérprete y del control de calidad, la decisión de mapificar una cobertura menor a 1,56 hectáreas. Esta excepción se incluiría únicamente en dicho proyecto en particular.

- Finalmente, la ocurrencia de polígonos menores a 1,56 hectáreas no afecta la generación de la información a escala 1:25.000 y enriquece las estadísticas de los diferentes tipos de coberturas presentes en el área de estudio, sin embargo, se establece que el número de polígonos con esta excepción no deben superar el 3%.

UMC para elementos lineales:

- Los elementos lineales como: vías, canales, vallados, separadores entre otros, tienen como criterio de delimitación de dichas unidades un ancho mínimo de 8 metros para superficies cuadradas, 8 m de lado o de diámetro para unidades cuadradas, circulares o similares, es decir un área real general aproximadamente 1,56 ha.

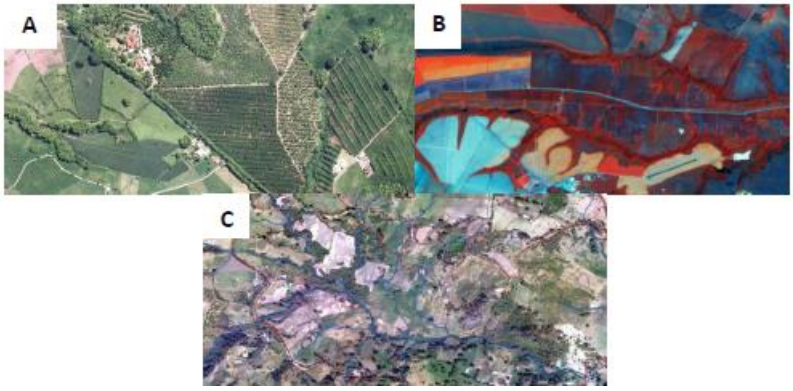
- El ancho mínimo para definir los polígonos de ríos, vías y canales será de 8 metros, con el fin de tener mejor información de las clases mencionadas. Las infraestructuras asociadas a la Red Vial (de autovías, autopistas y de carreteras autonómicas de primer orden) y las infraestructuras asociadas a la Red Ferroviaria se digitalizarán con el ancho que tengan.

- En el caso particular de los drenajes en zonas de intersección donde las vías pasan sobre ríos, canales y vallados, esta infraestructura (vías, y especialmente puentes) deben primar en continuidad sobre las áreas de agua. Debido a este procedimiento, en muchos casos los polígonos de cursos de agua se fragmentan o cortan por las vías, ocasionando que no cumplan la UMC, pero debido a la importancia del agua en la planificación del territorio, estas áreas cortadas se deben mantener y se considera como una de las excepciones de la norma cartográfica de UMC.

5.6 CLASIFICACIÓN DE INSUMOS

Existen varios tipos de insumos que pueden utilizarse para el proceso de interpretación Teniendo en cuenta la importancia y aplicabilidad de un determinado insumo podrá ser principal, relevante o de apoyo, dependiendo del método y la escala a la cual se esté realizando la interpretación estos se pueden agrupar en tres categorías: principales u obligatorios (P-O), relevantes(R) y de apoyo (AP) ver figura siguiente.

Figura 1. Ejemplo de insumo P-O A) Fotografía digital de alta resolución 30 cm VEXCEL ULTRACAM-D. B) Imagen de satélite Sentinel 2 de mediana resolución 10 m. C) Cartografía Básica a escala 1:25.000.



Fuente: Tomado IGAC, 2021

Los insumos principales u obligatorios (P-O) son aquellos necesarios para la interpretación de coberturas y cuya información es indispensable, ya que de esta se desprende la asignación de clases y creación de unidades cartográficas. Estos insumos deben tener una fecha de captura reciente o, en su defecto, no superar una temporalidad de más de dos años, además deben estar necesariamente acordes con la escala de trabajo del mapa. Los insumos principales corresponden a las imágenes de sensores remotos que se deben referenciar de manera obligatoria en la base de datos geográfica.

Los insumos relevantes (R) hacen parte de otro grupo que, si bien no son indispensables para el trazado de unidades o no están acordes con la escala de trabajo del mapa, son necesarios para contextualizar al intérprete, fortaleciendo así la decisión en la identificación de unidades de cobertura.

Los insumos de apoyo (AP), se catalogan como todos los elementos que complementan, confirman o sustentan los criterios técnicos y temáticos empleados para la interpretación y el trazado de las líneas que delimitan las unidades de cobertura. Dichos insumos incluyen información secundaria cartográfica, datos alfanuméricos como censos y estadísticas, documentos técnicos escritos y en general cualquier tipo de información complementaria.

5.7 SELECCIÓN DE INSUMOS

De acuerdo con la escala de trabajo, los requerimientos de insumo de imágenes ópticas deben ser de alta resolución para que se pueda garantizar la exactitud planimétrica de las unidades temáticas. Acorde con la escala, en la Tabla siguiente se describe los paramentos para escala 1:25.000 en cuanto a la producción de cartografía básica; y aunque los estándares para cartografía temática son menos rigurosos, se toman estos con el ánimo de asegurar en lo posible la exactitud posicional de la unidad de coberturas que se está identificando. Con estos valores se deben seleccionar las imágenes adecuadas para la generación de cartografía temática a esta escala

Tabla 6. Exactitud Planimétrica por escalas para cartografía base

ESCALA	HORIZONTAL (M) RMSEr	VERTICAL (M) RMSEr	EXACTITUD VERTICAL CONFIANZA (95%)	EXACTITUD HORIZONTAL CONFIANZA (95%)
1:1.000	0.30 m	0.30 m	0.59 m	0.73 m
1:1.200	0.60 m	0.60 m	1.18 m	1.47 m

ESCALA	HORIZONTAL (M) RMSEr	VERTICAL (M) RMSEr	EXACTITUD VERTICAL CONFIANZA (95%)	EXACTITUD HORIZONTAL CONFIANZA (95%)
1:5.000	1.50 m	1.50 m	2.94 m	3.67 m
1:10.000	3.00 m	3.00 m	5.88 m	7.34 m
1:25.000	7.50 m	7.50 m	14.7 m	18.36 m

Fuente: IGAC 2021

De acuerdo con los márgenes de precisión espacial de la información que se espera obtener, los insumos adecuados deben ser imágenes de alta resolución cercana a los 50 cm. Estas imágenes pueden ser desde satelitales ópticas hasta fotografías aéreas.

Tabla 7. Insumos acordes con la Escala 1: 25.000

SENSOR	RESOLUCIÓN ESPACIAL	RESOLUCIÓN ESPECTRAL	RESOLUCIÓN RADIOMÉTRICA
GeoEye-1	41 cm	PAN	16 bits
WorldView-2	46 cm	PAN costal (R, G, B, Red Edge IR)	16 bits
Spot 6	1.5 m – 2.5	Pancromáticas y multiespectrales (R, G, B & NIR)	12 bits
Foto Aérea Vexcel UltraCam-D	30 – 50 cm	Multiespectrales (R, G, B, IR)	12 bits

Fuente: IGAC 2021

Tabla 8. Insumos utilizados para la interpretación de las coberturas de tierra escala 1:25000

INSUMO	ESCALA 1:25.000	ACCESO
Fotografías aéreas en pares estereoscópicos en formato análogo	R	PAGA
Fotografías en bloques fotogramétricos digitales con esquemas en formato .img o .TIF	R	PAGA
Fotografías aéreas ortofotocorregidas y fotomosaicos (VEXCEL ULTRACAM - D)	P - O	PAGA
Modelo digital del terreno (DEM) producto de fotogrametría digital	R	PAGA
DEM de 30 m SRTM	R	GRATUITO
DEM de 12 m ALOS - PALSAR	R	GRATUITO
DEM 5 m Geo SAR	R	PAGA
Imágenes de radar	AP	PAGA
Imágenes de alta resolución espacial (Ej. GeoEye, QuickBird, WorldView, Ikonos)	P - O	PAGA
Imágenes de Satélite PLANET SCOPE	P - O	PAGA
Imágenes de satélite Sentinel 2	P - O	GRATUITO
Imágenes de satélite ópticas Rapideye	AP	PAGA
Imágenes de satélite Spot 5,6,7	AP	PAGA
Imágenes de satélite Aster	AP	GRATUITO

INSUMO	ESCALA 1:25.000	ACCESO
Imágenes de satélite ópticas Landsat 8	AP	GRATUITO
Geología	AP	GRATUITO
Mapas de suelos	AP	GRATUITO
Mapa de ecosistemas	AP	GRATUITO
Cartografía básica en formato digital	P - O	GRATUITO

Fuente: IGAC, 2021

Para iniciar el proceso se seleccionan las imágenes de sensores remotos, así como, la información complementaría que se emplea como apoyo, para ello se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

Un aspecto importante es poder identificar el tipo de sensor adecuado para la elaboración del mapa, en función de la escala, la Tabla 9 resume también esta relación sensor escala.

Tabla 9. Relación de escalas y niveles de detalle de estudios.

NIVELES	IMAGEN	RANGO ESPECTRAL	PELÍCULA	ESCALA IMAGEN	ESCALA MAPA
Exploratorio	Landsat	Visible-IR cercano	Monoespectral o Multiespectral	Original + Amp.	± 1:500.000
	Spot	Visible-IR cercano	Monoespectral		
	Radar	Bandas LC-K-X	B/N		
Reconocimiento	Landsat	Visible-IR cercano	Monoespectral o Multiespectral	Original	1:250.000
	Spot	Visible-IR cercano	Monoespectral	Original	1:75.000
	Radar	Bandas LC-K-X	B/N Pancrom	Original + Amp	
	Fotografía	Visible		1:50.000	
Semidetallado	Fotografía	Visible	B/N Pancrom	1:30.000	1:75.000
	Ikonos	IR cercano + Vis	Multiespectral	Original + Amp	1:25.000
	Spot 5	IR cercano + Vis	Multiespectral		
			Comp.Color		
Detallado	Fotografía	Visible	Panc B/N	> 1:10.00	>1:25.000
	Ikonos	IR cercano + Vis	INR B/N		
			INR.Color		
			Multiespectral		

Fuente: IGAC, 2021

5.8 ALISTAMIENTO DE LA IMAGEN

De acuerdo con el sensor seleccionado realizar la descarga de las imágenes de los servidores web, de la plataforma paga o banco de imágenes de la entidad, como sea el caso y realizar la compilación de bandas en un solo archivo de formato raster para permitir realizar combinaciones de bandas RGB
La corrección geométrica (ortorrectificación o georreferenciación) de las imágenes debe hacerse únicamente en los casos donde se evidencie la deformación o desplazamiento de esta, con relación a la cartografía básica del área de estudio o puntos de geoposición de mayor precisión que los aportados por la imagen. En general, se prefiere el uso de imágenes corregidas directamente desde la fuente del insumo.

Se realiza también la construcción de cortes, mosaicos o selección de las zonas de interés sobre las imágenes para disminuir al máximo la cobertura de nubes sobre el área de estudio por interpretar, esto de acuerdo con las necesidades de cada región.

De ser necesarios, se hacen tratamientos radiométricos con el fin de optimizar la observación del intérprete (ampliación del histograma, composiciones de bandas y fusión entre bandas multiespectrales y pancromáticas).

5.9 INFORMACIÓN DE APOYO POR EVALUAR

Como apoyo al proceso de identificación de las coberturas de la tierra se utiliza información secundaria como imágenes dispuestas en servidores web como basemap, Bing maps, Google maps, Google Earth, Aerial maps, entre otros. Asimismo, también estará en consideración toda información de coberturas de la tierra generadas en por proyectos específicos que pueda ser útil para apoyar el ejercicio de retrointerpretación a partir de las capas base del POMCA del Río Sogamoso como del Medio y Bajo Suárez. Entre la información compiladas se encuentra: la capa de coberturas de la tierra del Plan General de Ordenamiento Forestal (PGOF) de la CAS; la capa de coberturas de la tierra del Páramo, Parque Nacional Natural y DRMI de los Yariguíes y las capas de coberturas de la tierra elaboradas en el marco del ordenamiento territorial de los municipios contenidos en el área de estudio.

5.10 PREPROCESAMIENTO DE IMÁGENES

Para la construcción de la serie de tiempo y los compuestos es indispensable tener un co-registro exacto a nivel de píxel entre todas las imágenes adquiridas para cada escena. Se realizará una revisión de cada imagen y ajustar aquellas que no cumplan esta condición.

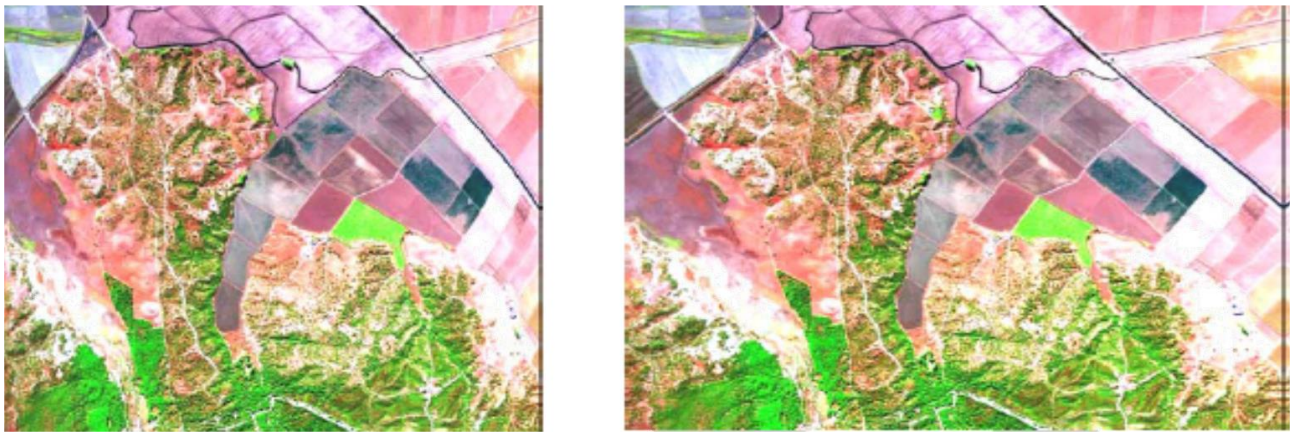
Este ajuste puede hacerse midiendo la diferencia entre los pixeles y re-proyectando las coordenadas de los extremos de la imagen desplazada en esta misma magnitud (teniendo en cuenta que las imágenes descargadas están en un sistema de proyección con unidades métricas).

Se realiza el tratamiento de las imágenes o preprocesamiento, ya que de su adecuada manipulación depende directamente la calidad de la interpretación, igualmente, es relevante para ayudar a disminuir los errores de tipo geométrico y sistemático. A continuación, se muestran varias imágenes con ejemplos de aspectos a observar para garantizar su adecuado estado de calidad de las imágenes (Melo & Camacho, 2005).

5.10.1 Corrección geométrica de la distorsión panorámica

Este fenómeno se produce cuando la dirección de apuntamiento del instrumento se aleja de nadir, ya sea por tener un gran campo de visión (entonces sólo afecta a los extremos de la imagen) o bien por una imagen capturada con un importante ángulo de alabeo (dirección de movimiento perpendicular a la de desplazamiento del sensor).

Figura 2. Ejemplo de corrección geométrica a la distorsión.

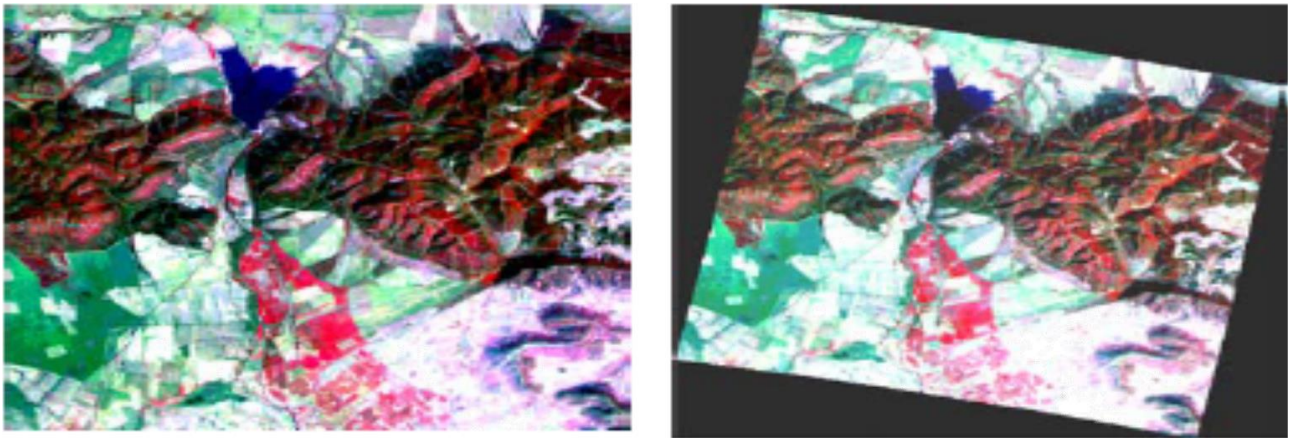


Fuente: IGAC, 2021

5.10.2 Corrección geométrica y georreferenciación

Estos procesos implican una alteración del valor, forma original y reasignación de posición del píxel en la imagen en un sistema de referencia geográfico.

Figura 3. Ejemplo de corrección geométrica por georreferenciación.



Fuente: IGAC, 2021

5.10.3 Realces y mejoras de la imagen

Se conoce con este término a un conjunto de técnicas encaminadas a situar o disponer mejor los datos que componen una imagen, con el objetivo de facilitar el análisis visual y hacer que se "presente" toda la variabilidad que hay dentro de ella, este aspecto es muy importante para que el intérprete tenga una buena herramienta de trabajo para diferenciar los elementos presentes y coberturas.

5.10.4 Filtros de paso bajo y filtro de paso alto

Para la interpretación visual se debe hacer uso de información auxiliar con imágenes relacionadas, ya que es fundamental encontrar en este tipo de elementos de apoyo, información sobre coberturas y elementos dentro de áreas de estudio teniendo en cuenta las fechas de captura, la escala y mayor detalle

del insumo principal, esto con el fin de obtener mayor indagación que contribuya a aclarar dudas generadas en la interpretación.

5.11 ENMASCARAMIENTO DE NUBES Y AGUA

Las imágenes de superficie de reflectancia deben ser depuradas de tal forma que cada escena conserve únicamente los pixeles que contienen información de la cobertura de la Tierra, enmascarando y eliminando las áreas de nubes, bandeamiento, sombras o bruma. Para garantizar la eliminación de estos pixeles resulta apropiado combinar los resultados de las máscaras producidas con diferentes herramientas ofimáticas

También puede ser conveniente remover los píxeles de los cuerpos de agua para evitar las falsas detecciones de cambio debidas a las variaciones estacionales del nivel del agua en Bosques inundables; p.ej. CLASlite enmascara simultáneamente las nubes y los cuerpos de agua, mientras que en ImgTools se generan las máscaras de manera independiente.

5.12 NORMALIZACIÓN RADIOMÉTRICA

La normalización radiométrica entre las imágenes de los dos años diferentes de análisis ajusta las señales radiométricas de un año respecto al otro, de forma que sean consistentes y se reduzca la variabilidad debida a diferencias atmosféricas, de iluminación, calibración del sensor, distorsiones geométricas, etc.; permitiendo así que las imágenes sean realmente comparables y los cambios detectados no se deban a este tipo de factores (Olthof et al., 2005; Potapov et al., 2012

A menos que se cuente con la información de la atmósfera y de la geometría del sensor en el momento de la toma, se debe aplicar un método de normalización relativa entre las imágenes de cada fecha (Caprioli, Figorito & Tarantino, 2005). Una forma de normalizar es ajustando la media y desviación estándar de cada banda de la imagen del segundo año a los valores de la banda respectiva del compuesto de referencia de la primera fecha, para lo cual se recomienda generar códigos de programación o modelos en los programas de procesamiento de imágenes. No es necesario normalizar todas las bandas ya que se ha demostrado que la información relevante de la vegetación para el análisis de cambio se encuentra principalmente en las bandas de la longitud de onda del Infrarrojo cercano NIR, del rojo e Infrarrojo medio de onda corta SWIR

5.13 CONTROL DE CALIDAD INICIAL

El control de calidad hace referencia a un proceso de revisión y corrección, continuo y sistemático, de seguimiento del avance de las diferentes actividades que se deben adelantar en cada una de las etapas del proceso. El propósito de este control es el de garantizar la calidad geométrica, temática y topológica de la base de datos del proyecto.

Las revisiones hechas por el Control de Calidad de determinado proyecto, tanto iniciales como finales, se verán reflejadas en la GDB de trazabilidad.

6. SELECCIÓN DE INSUMOS

La selección de insumos de percepción remota para la interpretación y delimitación de coberturas de la tierra bajo la metodología CORINE Land Cover debe responder a criterios técnicos asociados a la escala de trabajo, temporalidad de adquisición, resolución espacial, resolución espectral, cobertura espacial y calidad radiométrica de las imágenes.

Para la escala de trabajo 1:25.000, se establece una Unidad Mínima Cartografiable (UMC) de 1.56 hectáreas, conforme a los lineamientos definidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). No obstante, se contemplan excepciones previamente descritas en el documento, las cuales no podrán exceder el 3 % del total de polígonos cartografiados. Por esto, se requiere del uso de imágenes con una resolución espacial que permita identificar y discriminar unidades de cobertura con suficiente nivel de detalle.

Bajo este criterio, el IGAC establece una jerarquización de insumos de percepción remota en tres categorías:

- Imágenes principales u obligatorias: corresponden a insumos de alta resolución espacial y alta confiabilidad geométrica, que constituyen la base principal de interpretación.

- Imágenes relevantes: complementan el análisis multitemporal y fortalecen la discriminación temática mediante mayor resolución espectral.

- Imágenes de apoyo: sirven como insumos auxiliares para validación, análisis temporal y corroboración de patrones espaciales.

Los criterios específicos considerados fueron:

- Temporalidad: Las imágenes seleccionadas debían representar condiciones recientes y ajustadas al periodo de análisis (2025), garantizando coherencia temporal con la dinámica actual del territorio.

- Resolución espacial: La resolución espacial debe permitir la identificación de unidades de cobertura que cuenten con un área mínima de 1.56 ha. Resoluciones entre 3 y 10 metros son técnicamente aceptables para procesos de interpretación visual y clasificación semidetallada a escala 1:25.000.

- Cobertura del área de estudio: Las escenas seleccionadas debían cubrir la totalidad del área de análisis sin vacíos espaciales.

- Cobertura de nubosidad: Debido a la interferencia atmosférica propia de sensores ópticos, se estableció como criterio máximo una cobertura de nubes de 3%.

- Resolución espectral: Se priorizaron sensores con bandas multiespectrales que permitieran generar composiciones e índices espectrales orientados a mejorar la interpretación temática.

Se realizó una evaluación comparativa de diferentes plataformas satelitales considerando su estado operativo, resolución espacial, disponibilidad de bandas espectrales, acceso a la información y pertinencia metodológica para los objetivos del estudio. La pertinencia metodológica corresponde al grado de adecuación de cada sensor para la identificación y delimitación de las coberturas de la tierra,

de acuerdo con sus características técnicas y su capacidad para satisfacer los requerimientos de la investigación.

En este sentido, se clasificó como:

- ✓ **Alta:** Cuando el sensor presenta una resolución espacial y espectral adecuada para el nivel de detalle requerido y dispone de imágenes compatibles con el periodo de análisis.
- ✓ **Media:** Cuando cumple parcialmente estos criterios y puede emplearse como información complementaria o para análisis generales.
- ✓ **Baja:** Cuando sus limitaciones, principalmente en resolución espacial o disponibilidad de información, restringen su aplicación para el nivel de detalle exigido por el estudio.

Los resultados de esta evaluación se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. Evaluación de fuentes disponibles.

Sensor	Resolución espacial	Bandas	Estado operativo	Acceso	Pertinencia
PlanetScope	3 m	4	Activo	Gratuito vía IGAC	Alta
Sentinel-2	10 m	13	Activo	Gratuito	Alta
RapidEye	5 m	5	Fuera de operación	Restringido	Media
QuickBird	0.61 m	4	Fuera de operación	Restringido	Alta
IKONOS	1 m	4	Fuera de operación	Restringido	Alta
SPOT 5	2.5–5 m	4	Fuera de operación	Restringido	Media
SPOT 6	1.5 m	4	Activo	Comercial	Alta
SPOT 7	1.5 m	4	Activo	Comercial	Alta
ASTER	15 m	14	Activo	Gratuito	Baja
Landsat 8	30 m	11	Activo	Gratuito	Baja

Aunque existen sensores satelitales con capacidades técnicas adecuadas para la interpretación de coberturas terrestres, varios fueron descartados durante la fase de selección con base en criterios de vigencia operativa, disponibilidad temporal, cobertura espacial, accesibilidad y compatibilidad con la escala de trabajo.

Los sensores QuickBird, IKONOS, RapidEye y SPOT 5 fueron descartados debido a su obsolescencia operativa y a la limitada disponibilidad de imágenes recientes, lo cual restringe la obtención de información actualizada y consistente con la temporalidad definida para el análisis (año 2025).

En el caso de los sensores SPOT 6 y SPOT 7, aunque presentan características técnicas adecuadas en términos de resolución espacial y calidad de imagen, fueron descartados debido a que, tras la revisión de disponibilidad y cobertura en los catálogos de consulta, no se identificaron escenas que cubrieran total o parcialmente el área de estudio dentro de la ventana temporal requerida. Adicionalmente, su acceso se encuentra condicionado por esquemas comerciales de adquisición, lo que representa una limitante operativa y económica para el desarrollo del proyecto.

Finalmente, los sensores ASTER y Landsat 8 fueron descartados debido a que su resolución espacial (15 y 30 metros, respectivamente) no proporciona el nivel de detalle necesario para la delimitación precisa de coberturas terrestres a escala 1:25.000, ni garantiza el cumplimiento del área mínima cartografiable exigida; lo cual podría afectar la exactitud temática y geométrica de la cartografía generada.

6.1 SELECCIÓN DE IMÁGENES.

Como insumo principal se seleccionaron imágenes PlanetScope correspondientes a los años 2024 y 2025, obtenidas a través de la plataforma del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
La selección de este sensor responde a:

- Resolución espacial de 3 metros, adecuada para la escala 1:25.000.
- Cobertura temporal reciente.
- Disponibilidad gratuita mediante convenio institucional.
- Compatibilidad con interpretación visual detallada.
- Inclusión de bandas espectrales RGB y NIR.

Las imágenes multitemporales (2024–2025) permitieron aplicar técnicas de cloud masking, complementando zonas afectadas por nubosidad y mejorando la continuidad espacial de la interpretación.

Las bandas RGB permitieron interpretación visual convencional, mientras que la banda NIR fortaleció la discriminación de coberturas vegetales y cuerpos de agua.

Como insumo complementario y relevante se seleccionaron imágenes Sentinel-2 (misiones 2A y 2B), obtenidas desde Google Earth Engine.

Su selección obedeció a:

- Acceso libre y gratuito.
- Alta frecuencia temporal.
- Amplia disponibilidad histórica.
- Cobertura completa del área de estudio.
- 13 bandas espectrales.

Se realizó un filtrado temporal comprendido entre enero de 2022 y abril de 2026 con el objetivo de construir un mosaico compuesto que cumpliera con un porcentaje máximo de nubosidad del 3%.
La información espectral permitió generar índices como:

- NDVI (Índice de vegetación)
- NDWI (Índice de humedad y cuerpos de agua)
- Composición falso color

Estos productos mejoraron la separación temática de coberturas con firmas espectrales similares.

7. ALISTAMIENTO DE LA IMAGEN

Se empleó como insumo principal un ortomosaico generado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), a partir de imágenes capturadas por el sensor PlanetScope, correspondiente al 27 de julio de 2025. Cabe resaltar que la imagen satelital de PlanetScope cuenta con cuatro bandas espectrales: rojo (R), verde (G), azul (B) y el infrarrojo cercano (NIR), lo que permite realizar análisis tanto en color verdadero como en combinaciones orientadas a la identificación de coberturas vegetales y otras características del territorio.

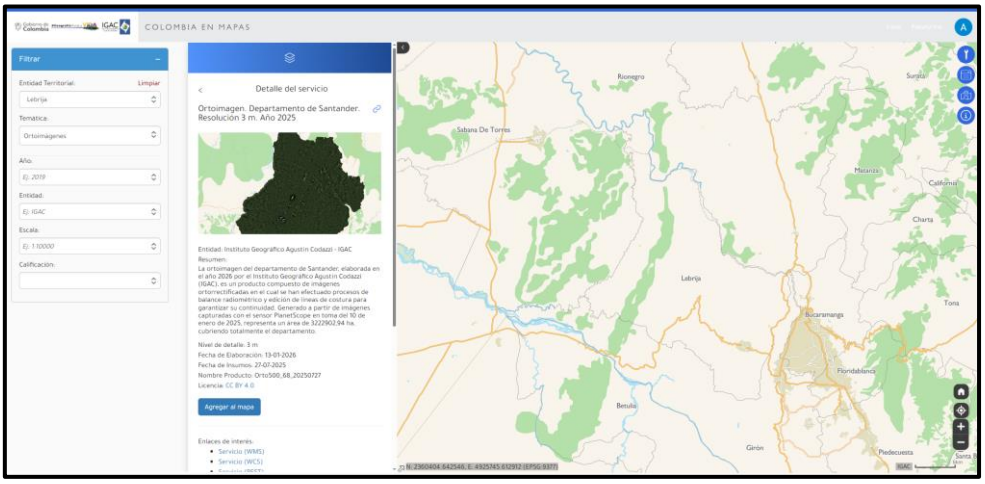
La información fue obtenida mediante servicios web geoespaciales, específicamente a través de servicios REST (Representational State Transfer) y WCS (Web Coverage Service), disponibles en la plataforma ArcGIS Pro. Estos servicios permiten el acceso directo a datos raster alojados en servidores institucionales, garantizando el acceso a información oficial actualizada, la integridad de los datos originales y la interoperabilidad con herramientas SIG.

Adicionalmente, las imágenes fueron consultadas y gestionadas a través del geoportal Colombia en Mapas (https://www.colombiaenmapas.gov.co/), el cual constituye una plataforma oficial de acceso a la cartografía del país. En este portal se localizaron y visualizaron las ortoimágenes correspondientes a los años 2024 y 2025, las cuales se encuentran previamente ortorrectificadas.

Como complemento, se descargó una imagen correspondiente al año 2024 con el fin de mitigar la afectación por nubosidad presente en sectores específicos del área de estudio. Esta estrategia permitió mejorar la continuidad espacial del análisis mediante la sustitución de zonas con cobertura nubosa en la imagen principal.

De acuerdo con el metadato del producto, la ortoimagen corresponde a una composición de imágenes ortorrectificadas a las que se les aplicó un proceso de balance radiométrico y edición de líneas de costura, garantizando la continuidad cromática y geométrica de los elementos. Este producto cubre el departamento de Santander, República de Colombia, con un área aproximada de 3.222.902,94 hectáreas. Presenta un GSD de 300 cm, lo que lo hace apto para cartografía a escala 1:50.000. Los insumos fueron capturados por el sensor PlanetScope el 27 de julio de 2025.

Figura 4. Obtención de imagen satelital Colombia en mapas.



Fuente: IGAC

De acuerdo con el metadato del producto, la ortoimagen corresponde a una composición de imágenes ortorrectificadas a las que se les aplicó un proceso de balance radiométrico y edición de líneas de costura, garantizando la continuidad cromática y geométrica de los elementos. Este producto cubre el departamento de Santander, República de Colombia, con un área aproximada de 3.222.902,94 hectáreas. Presenta un GSD de 300 cm, lo que lo hace apto para cartografía a escalas entre 1:5.000 y 1:50.000. Los insumos fueron capturados por el sensor PlanetScope el 27 de julio de 2025.

Adicionalmente, la imagen se encuentra en el sistema de referencia Origen Único Nacional (CTM12), conforme a lo establecido en la Resolución 471 de 2020, lo que garantiza la estandarización geodésica y la compatibilidad con la cartografía oficial de Colombia.

Figura 5. Metadato imagen Santander 2025.


Ortoimagen. Departamento de Santander. GSD 300 cm. Año 2025

Type TIFF

Tags República de Colombia, Departamento de Santander, Ortoimagen, Ortofotomosaico, Ortofoto, Mosaico

Summary

Servir como insumo básico para la realización de estudios suburbanos y rurales como levantamientos catastrales, planificación de ordenación y manejo ambiental, ordenamiento territorial, deslindes, análisis espacial, ruteo, entre otros.

Description

Ortoimagen compuesta de imágenes ortorectificadas, a las cuales se les aplicó un proceso de balance radiométrico y edición de líneas de costura, garantizando la continuidad cromática y geométrica de los elementos. Este producto contiene información departamento de Santander, República de Colombia. Tiene un área de 3222902.94 hectáreas. Cuenta con un GSD de 300 cm, aplicable para cartografía a escala 1:50.000, los insumos fueron capturados con el sensor PlanetScope el día 27 de julio de 2025.

Credits

There are no credits for this item.

Use limitations

Producto generado para escalas iguales o menores a escala 1:50.000.

Extent

West -74.944635 East -72.408248
North 8.215081 South 5.564545

Scale Range

Maximum (zoomed in) 1:5,000
Minimum (zoomed out) 1:150,000,000

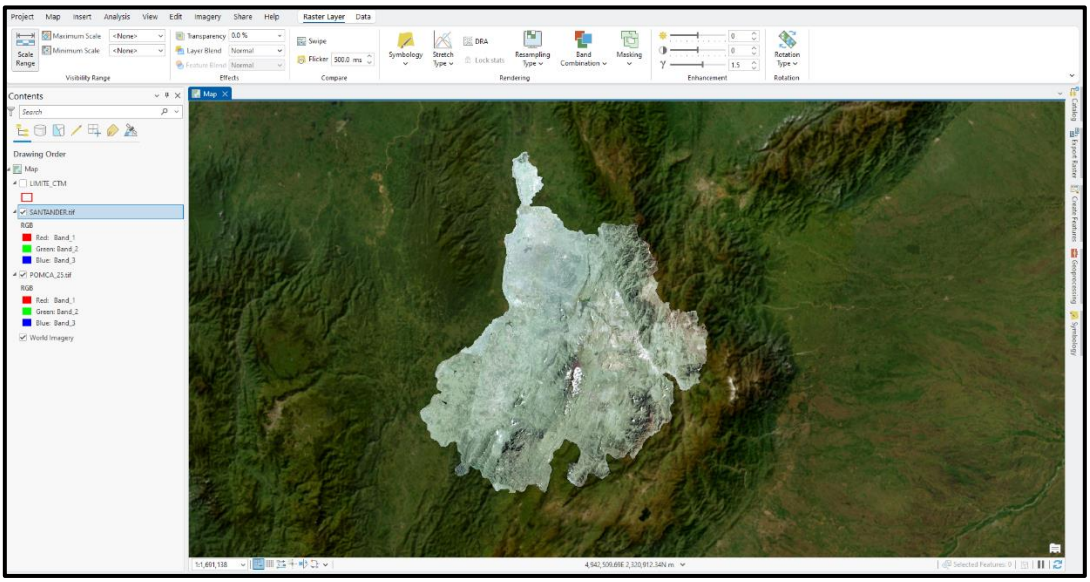
Topics and Keywords ▶

Themes or categories of the resource Geoscientific, Environment, Transportation, Imagery & Base Maps, Military & Intelligence, Location, Planning & Cadastral

Content type Downloadable Data

A continuación, se presenta la imagen del departamento de Santander obtenida a través de ArcGIS Pro, mediante el consumo de servicios WCS (Web Coverage Service).

Figura 6. Imagen satelital departamento de Santander.



Posteriormente, la imagen principal fue incorporada al entorno de trabajo en ArcGIS Pro, donde se realizaron los siguientes procesos:

- Recorte (clip) al área de estudio, optimizando el volumen de datos
- Ajuste espacial, verificando sistema de coordenadas, extensión y alineación con otros insumos

Previo al procesamiento, se realizó la validación de metadatos, considerando:

- Sistema de referencia espacial
- Resolución espacial (3 m)
- Porcentaje de nubosidad (1.8%)
- Fecha de adquisición
- Tipo de producto (ortorrectificado)

Se verificó que la imagen cubriera el 100% del área de estudio y cumpliera con condiciones óptimas para el análisis.

Figura 7. Imagen satelital recortada al área de estudio.

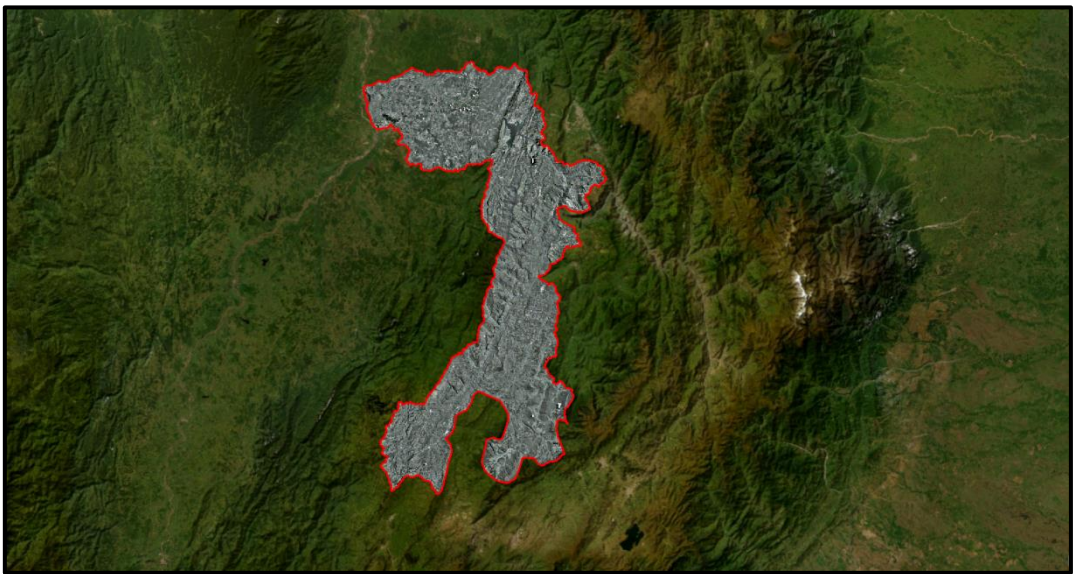


Tabla 11. Cuadro de parámetros de imágenes obtenidas.

PARÁMETRO	PLANETSCOPE (IGAC)	SENTINEL-2 (GEE)
Fuente	IGAC – Colombia en Mapas	Google Earth Engine
Sensor	PlanetScope	MSI (MultiSpectral Instrument)
Fecha	27 de julio de 2025	2022 – abril de 2026
Tipo de producto	Ortoimagen (ortorrectificada)	Reflectancia superficial (SR)
Resolución espacial (GSD)	3 m (300 cm)	10 m, 20 m y 60 m
Sistema de referencia	Origen Único Nacional (CTM12)	WGS84 / UTM
Cobertura espacial	Departamento de Santander	Área de estudio (según polígono)
Porcentaje de nubosidad	≤ 3 %	≤ 3 %
Bandas espectrales	RGB + NIR	Visible, NIR, SWIR
Procesamiento	Balance radiométrico, líneas de costura y cloud masking	Filtro temporal, nubosidad y máscara QA
Plataforma de acceso	ArcGIS Pro (WCS/REST)	Google Earth Engine
Aplicación cartográfica	Escalas 1:50.000 – 1:5.000	Análisis multitemporal y espectral

Adicionalmente, se incorporaron imágenes del programa Sentinel-2, obtenidas a través de la plataforma Google Earth Engine (GEE), la cual permite el acceso y procesamiento eficiente de grandes volúmenes de datos satelitales. Para la selección de las escenas, se aplicó un filtro temporal comprendido entre enero de 2022 y abril de 2026, considerando únicamente aquellas con un porcentaje máximo de nubosidad del 3%, con el fin de garantizar una adecuada calidad radiométrica en el análisis.

El uso de imágenes Sentinel-2 resultó fundamental debido a diversas ventajas técnicas. En comparación con los datos de PlanetScope, Sentinel-2 ofrece un mayor número de bandas espectrales (un total de 13

bandas), incluyendo el rango visible, el infrarrojo cercano (NIR) y el infrarrojo de onda corta (SWIR), lo que mejora significativamente la capacidad para realizar análisis multiespectral. Asimismo, su alta frecuencia de revisita permite la construcción de series temporales, facilitando el monitoreo de cambios en la cobertura y uso del suelo.

Mientras que PlanetScope dispone de un conjunto más limitado de bandas (principalmente RGB y NIR), Sentinel-2 proporciona información espectral más detallada, lo que favorece el cálculo de índices como NDVI, NDWI o NBR, ampliamente utilizados en estudios ambientales y territoriales.

En cuanto a sus características espectrales, Sentinel-2 cuenta con 13 bandas, las cuales se describen a continuación:

- B1 (443 nm – Aerosoles costeros): útil para estudios atmosféricos y corrección de aerosoles.
- B2 (490 nm – Azul): penetración en cuerpos de agua y análisis de calidad del agua.
- B3 (560 nm – Verde): sensibilidad a la vegetación y vigor vegetal.
- B4 (665 nm – Rojo): discriminación de vegetación y su estado.
- B5 (705 nm – Red Edge 1): detección temprana de estrés en la vegetación.
- B6 (740 nm – Red Edge 2): análisis de contenido de clorofila.
- B7 (783 nm – Red Edge 3): monitoreo avanzado de vegetación.
- B8 (842 nm – NIR): biomasa y vigor vegetal.
- B8A (865 nm – NIR estrecho): mayor precisión en análisis de vegetación.
- B9 (945 nm – Vapor de agua): estimación de contenido de vapor atmosférico.
- B10 (1375 nm – Cirros): detección de nubes altas (cirros).
- B11 (1610 nm – SWIR 1): humedad del suelo y vegetación.
- B12 (2190 nm – SWIR 2): detección de áreas quemadas y contenido hídrico.

Como parte del procesamiento, se generó un compuesto multitemporal mediante Google Earth Engine, aplicando filtros espaciales, temporales y de nubosidad sobre la colección de imágenes Sentinel-2. A continuación, se presenta el código utilizado para la obtención y procesamiento de las imágenes:

Figura 8. Código Google Earth Engine.

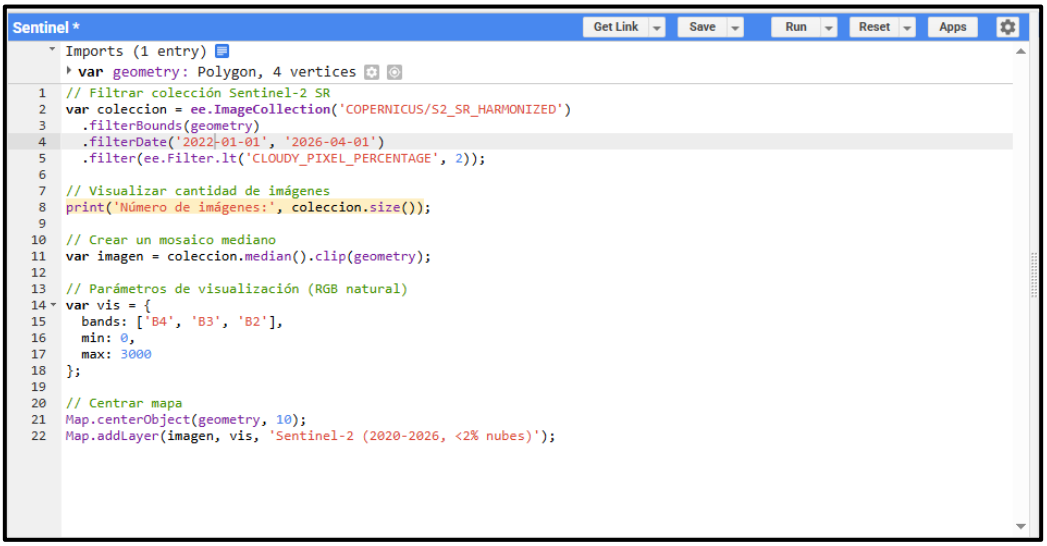
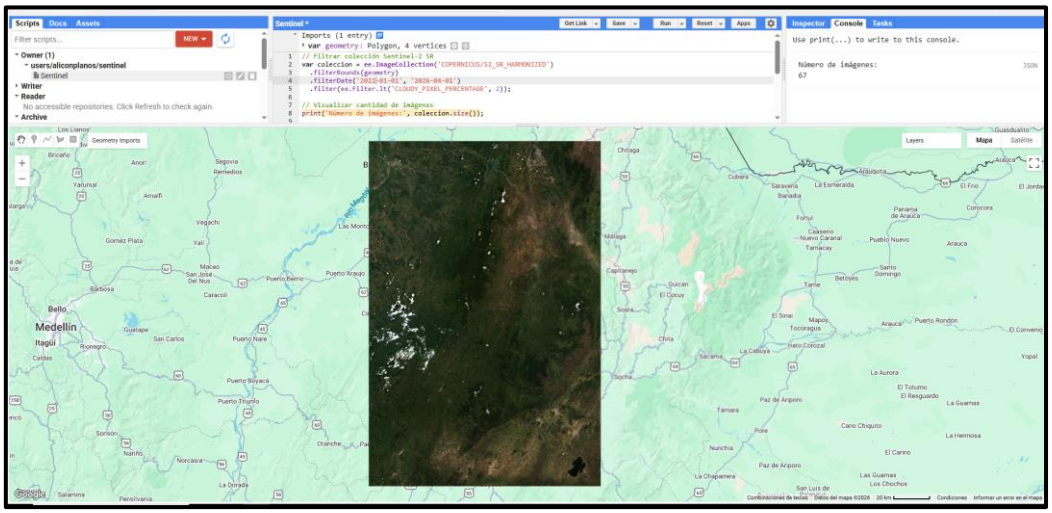


Figura 9. Elección y filtrado de imágenes Sentinel-2 con umbral máximo de nubosidad del 3%.



Finalmente, el mosaico consolidado es incorporado en un entorno SIG, lo que permite realizar las combinaciones de bandas necesarias para la generación de índices espectrales empleados como apoyo en el proceso de reinterpretación de coberturas. A continuación, se presenta el Mosaico consolidado respecto al área de estudio y los metadatos asociados:

Figura 10. Mosaico de imágenes Sentinel-2 y cobertura respecto al área de estudio.

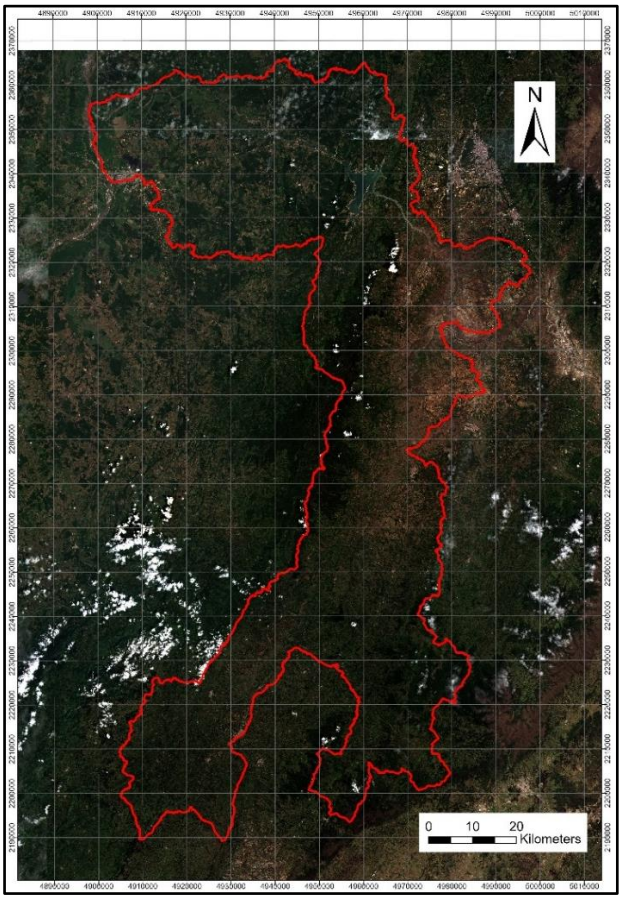


Figura 11. Metadatos del mosaico de imágenes Sentinel-2.

Mosaico multitemporal de imágenes satelitales Sentinel-2 (2022–2025) generado en Google Earth Engine

Raster Dataset



Tags

Sentinel-2, Google Earth Engine, Mosaico satelital, Imágenes multitemporales, Cobertura nubosa 3 %, Teledetección, Período 2022–2025, Procesamiento geoespacial, Cobertura terrestre, Cartografía digital

Summary

Se generó un mosaico multitemporal a partir de imágenes satelitales de la misión Copernicus Programme Sentinel-2 procesadas en Google Earth Engine, correspondiente al periodo comprendido entre los años 2022 y 2025. El objetivo principal fue obtener una cobertura espacial homogénea y de alta calidad visual para el área de estudio, garantizando un porcentaje máximo de nubosidad del 3 %.

Para la construcción del mosaico se aplicaron filtros temporales y de calidad sobre la colección de imágenes Sentinel-2, seleccionando únicamente escenas con baja cobertura nubosa. Posteriormente, se realizó el procesamiento y composición de imágenes mediante técnicas de reducción y combinación espectral disponibles en Google Earth Engine.

El producto final corresponde a un mosaico satelital multitemporal optimizado para análisis visual, cartografía temática y estudios de cobertura y uso del suelo, proporcionando información espacial consistente y actualizada para el periodo 2022–2025.

Description

Mosaico satelital multitemporal elaborado con imágenes Sentinel-2 obtenidas desde Google Earth Engine para el periodo 2022–2025. El procesamiento incluyó filtrado por fecha y porcentaje de nubosidad menor o igual al 3 %, con el fin de asegurar una adecuada calidad radiométrica y visual de las escenas seleccionadas.

Las imágenes fueron integradas en una composición mosaico continua del área de estudio mediante herramientas de procesamiento geoespacial en la plataforma Google Earth Engine. El producto resultante permite la visualización y análisis de coberturas terrestres, cambios espaciales y apoyo a procesos de planificación territorial, monitoreo ambiental y análisis geográfico.

Credits

SENTINEL BROWSER

Use limitations
There are no access and use limitations for this item.

Extent
West -74.185302 **East** -72.756980
North 7.328456 **South** 5.302845

Scale Range
Maximum (zoomed in) 1:5,000
Minimum (zoomed out) 1:50,000

ArcGIS Metadata ▶

Topics and Keywords ▶

* CONTENT TYPE Downloadable Data

Hide Topics and Keywords ▲

Citation ▶

TITLE Mosaico multitemporal de imágenes satelitales Sentinel-2 (2022–2025) generado en Google Earth Engine

PRESENTATION FORMATS * digital map

Hide Citation ▲

Resource Details ▶

DATASET LANGUAGES * Spanish; Castilian ()

SPATIAL REPRESENTATION TYPE * grid

* PROCESSING ENVIRONMENT Version 6.2 (Build 9200) ; Esri ArcGIS 10.8.0.12790

CREDITS
SENTINEL BROWSER

ARCGIS ITEM PROPERTIES
* NAME Sentinel.tif
* LOCATION file://C:\POMCA\ORTOMOSAICO\SENTINEL\POMCA\Sentinel.tif
* ACCESS PROTOCOL Local Area Network

Hide Resource Details ▲

Extents ▶

EXTENT
GEOGRAPHIC EXTENT
BOUNDING RECTANGLE
EXTENT TYPE Extent used for searching
* WEST LONGITUDE -74.185302
* EAST LONGITUDE -72.756980
* NORTH LATITUDE 7.328456
* SOUTH LATITUDE 5.302845

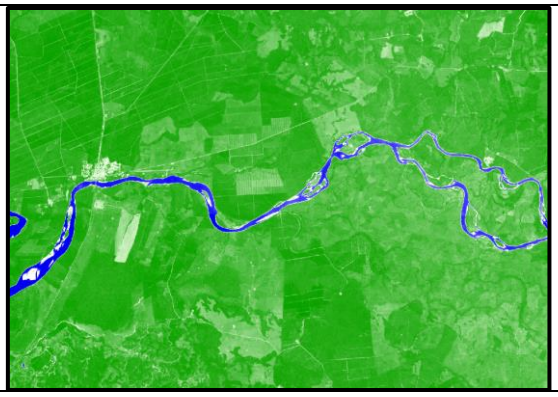
7.1 GENERACIÓN DE ÍNDICES ESPECTRALES.

A partir de las imágenes Sentinel-2, se generaron productos derivados clave para la interpretación del territorio:

- NDVI: utilizado para evaluar la cobertura y vigor de la vegetación
- NDWI: empleado para la detección de cuerpos de agua y humedad superficial
- Composiciones en falso color: útiles para resaltar coberturas específicas no visibles en el espectro natural

Estos productos permitieron identificar coberturas que no son fácilmente distinguibles en la imagen PlanetScope, mejorando la capacidad de análisis temático.

Tabla 12. Muestra de índices espectrales por emplear.

	
NDWI Índice de Diferencia Normalizada del Agua (NDWI). El índice de diferencia normalizada del agua es el más adecuado para la cartografía de masas de agua. Las masas de agua presentan valores superiores a 0,5. La vegetación presenta valores menores. Las zonas urbanizadas presentan valores positivos entre cero y 0,2. Bandas (B3-B8)/(B3+B8)	**FALSE COLOR** Una composición en falso color utiliza al menos una longitud de onda no visible para obtener imágenes de la Tierra. La composición en falso color que utiliza bandas de infrarrojo cercano, rojo y verde es muy popular (una banda es una región del espectro electromagnético; un sensor satelital puede capturar imágenes de la Tierra en diferentes bandas). La composición en falso color se utiliza principalmente para evaluar la densidad y el estado de salud de las plantas, ya que estas reflejan la luz infrarroja cercana y la luz verde, mientras que absorben la luz roja. Las ciudades y el suelo expuesto aparecen en tonos grises o marrones, y el agua se ve azul o negra. Bandas (B8, B4,B3)

	
TRUE COLOR Este script optimizado de «True Color» utiliza las bandas de luz visible (rojo, verde y azul) en los correspondientes canales de color rojo, verde y azul, lo que da como resultado un producto con colores naturales que representa la Tierra tal y como la veríamos de forma natural. La visualización utiliza compresión de luces altas y mejora el contraste y la intensidad del color mediante ligeros ajustes de contraste y saturación. Bandas (B3, B2,B1)	**NDVI** El índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) es un indicador sencillo pero eficaz para cuantificar la vegetación verde. Se trata de una medida del estado de salud de la vegetación basada en la forma en que las plantas reflejan la luz en determinadas longitudes de onda. El rango de valores del NDVI va de -1 a 1. Los valores negativos del NDVI (valores cercanos a -1) corresponden al agua. Los valores cercanos a cero (de -0,1 a 0,1) suelen corresponder a zonas áridas de roca, arena o nieve. Los valores positivos bajos representan matorrales y pastizales (aproximadamente de 0,2 a 0,4), mientras que los valores altos indican bosques templados y selvas tropicales (valores cercanos a 1). Bandas (B8-B4)/(B8+B4)

7.2 CORRECCIÓN GEOMÉTRICA Y ORTORRECTIFICACIÓN

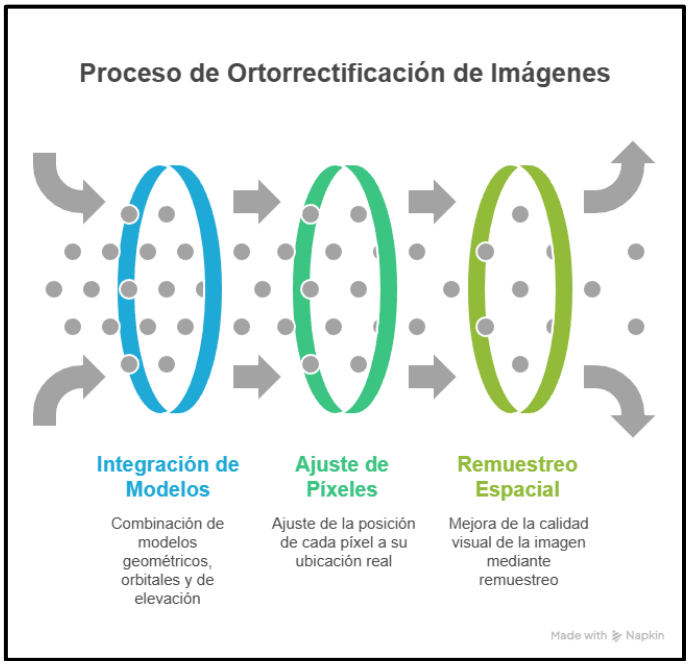
Aunque el producto corresponde a una ortoimagen, se documenta el proceso técnico aplicado para garantizar su precisión planimétrica. Es importante mencionar que la imagen satelital utilizada ya cuenta con corrección geométrica previa, realizada por la entidad productora (IGAC), lo que asegura su adecuada georreferenciación y consistencia espacial.
No obstante, se describe el proceso de corrección geométrica como fundamento metodológico. Este tiene como objetivo eliminar distorsiones causadas por la geometría del sensor, la curvatura de la Tierra, las variaciones topográficas del terreno y posibles errores de adquisición.

Durante la ortorrectificación, se emplea un modelo geométrico que integra parámetros del sensor, datos orbitales y un Modelo Digital de Elevación (MDE), permitiendo ajustar la posición de cada píxel a su ubicación real en el terreno. Este proceso garantiza que la imagen resultante tenga una representación planimétricamente correcta, comparable con cartografía base.

Asimismo, se aplican métodos de remuestreo espacial como el vecino más cercano, que preserva los valores radiométricos originales, y las interpolaciones bilineal y cúbica, que mejoran la calidad visual de la imagen.

Como resultado, se obtiene una imagen con geometría corregida, escala uniforme y apta para su uso en análisis espacial, aunque en este caso específico dicho procesamiento ya ha sido realizado previamente por el IGAC como parte del producto entregado.

Figura 12. Método de ortorrectificación.



7.3 CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA Y NORMALIZACIÓN.

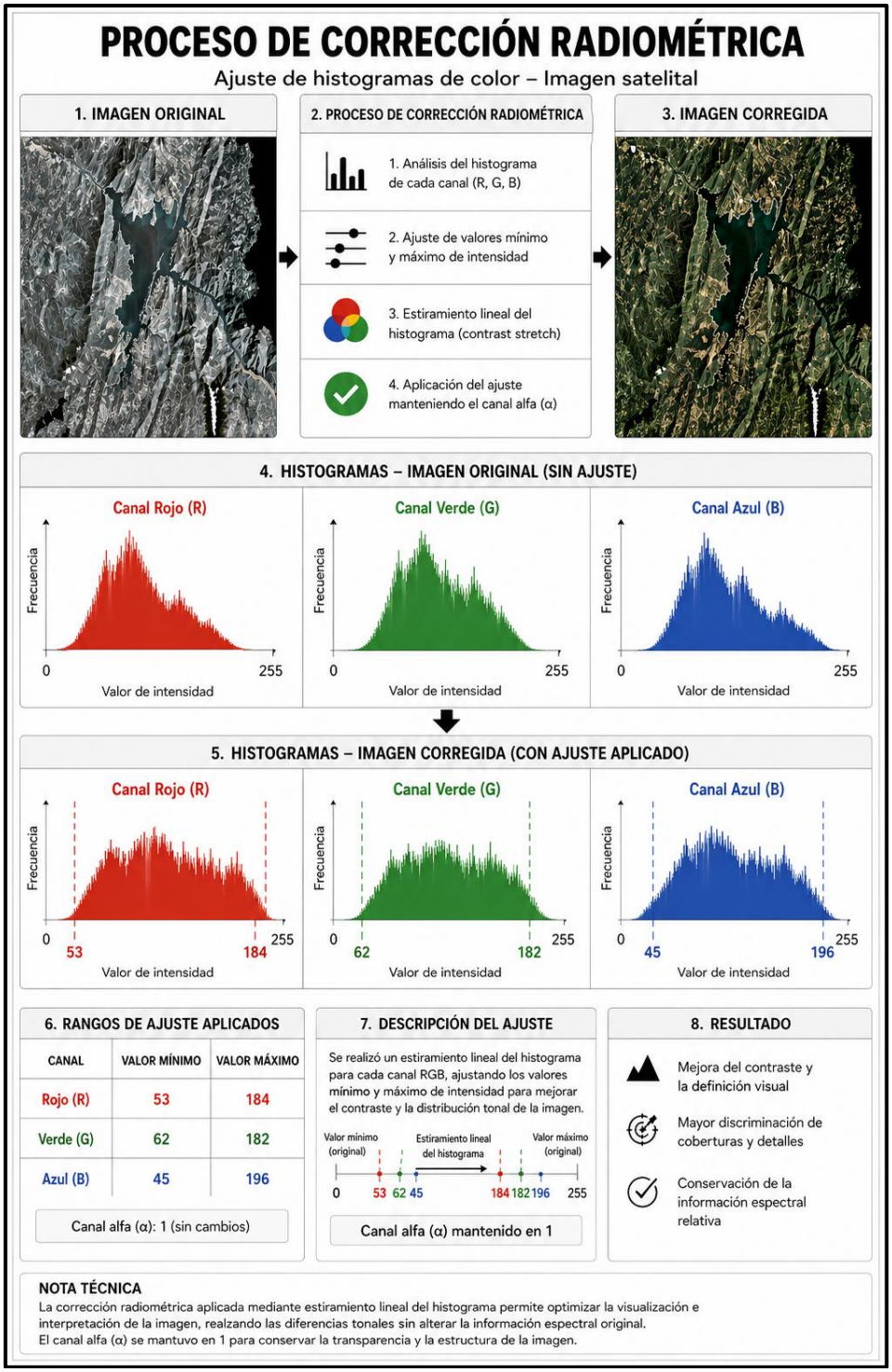
La corrección radiométrica tuvo como finalidad mejorar la calidad espectral de la imagen y garantizar la comparabilidad de los valores digitales. Para ello, se realizó la conversión de los valores digitales (DN) a reflectancia aparente, lo que permitió estandarizar la información espectral y reducir los efectos asociados a la iluminación y condiciones de adquisición.

Debido a la integración de múltiples fuentes (PlanetScope 2025, imagen complementaria 2024) se implementó un proceso de normalización radiométrica orientado a igualar los niveles de brillo, minimizar las diferencias entre fechas de adquisición y asegurar la continuidad espectral entre las escenas.
Adicionalmente, se realizó una revisión detallada del histograma de la imagen, ya que la composición original presentaba una apariencia casi en escala de grises. Con base en este análisis, se ajustaron los límites de los canales de la imagen PlanetScope para mejorar la representación de color verdadero y facilitar la interpretación visual. Los ajustes aplicados fueron: canal rojo (R) de 53 - 184, canal verde (G) de 62 - 182 y canal azul (B) de 45 - 196, manteniendo el canal alfa en 1 para asegurar la opacidad completa.

Estos ajustes permitieron restaurar la respuesta cromática de la imagen, mejorando significativamente su calidad visual y su capacidad de interpretación.

A continuación, se muestra el ajuste radiométrico y de los canales RGB realizado, el cual permitió optimizar la representación cromática de la imagen y mejorar su interpretación visual.

Figura 13. Optimización del histograma en bandas RGB.



8. INFORMACIÓN DE APOYO

En el marco del estudio de coberturas de la tierra, durante la fase de aprestamiento se llevó a cabo la recopilación, revisión y sistematización de información de apoyo relevante para el área de estudio. Este proceso se estructuró mediante la ficha de valoración de información secundaria, la cual permitió organizar de manera estandarizada los diferentes insumos identificados.

La información recopilada incluyó cartografía base, capas temáticas de coberturas de la tierra, así como antecedentes técnicos provenientes de entidades oficiales como la CAS, IGAC, entre otras fuentes institucionales. Cada insumo fue evaluado bajo criterios de nivel, fuente, actualidad, pertinencia, fiabilidad, calidad, tipo de documento y escala de trabajo, garantizando su idoneidad para los objetivos del estudio, permitiendo consolidar un inventario jerarquizado de información, asegurando la trazabilidad de las fuentes utilizadas y proporcionando una base sólida para las etapas posteriores de clasificación, análisis e interpretación de coberturas, en coherencia con metodologías estandarizadas como Corine Land Cover adaptadas al contexto nacional.

Figura 14. Metodología ilustrada.



FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

8.1 CRITERIOS DE EVALUACIÓN GENERAL DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA

La valoración de la información recopilada se realizó mediante cuatro criterios principales: actualidad, pertinencia, fiabilidad y calidad, los cuales permitieron establecer la utilidad de cada insumo para el desarrollo de la retrointerpretación de coberturas de la tierra.

Asimismo, la evaluación individual de cada criterio se realizó mediante una escala cualitativa de tres niveles:

- ✓ **Alta:** El insumo cumple plenamente con el criterio evaluado y constituye una fuente prioritaria para el desarrollo de la retrointerpretación de coberturas de la tierra.
- ✓ **Media:** El insumo satisface parcialmente el criterio y puede emplearse como información complementaria o de apoyo al análisis.
- ✓ **Baja:** El insumo presenta limitaciones importantes frente al criterio evaluado, por lo que su utilidad es restringida y su empleo se limita a consultas generales sin que ello suponga una referencia de trabajo.

En la siguiente tabla se relaciona la definición de cada uno de los criterios de evaluación previamente establecidos y la forma de categorización de cada insumo:

Tabla 13. Criterios para la evaluación de información secundaria.

Criterio	Descripción	Calificación Alta	Calificación Media	Calificación Baja
Actualidad	Evalúa el grado de vigencia de la información, considerando el año de elaboración del insumo tomado como referencia para la delimitación de las coberturas de la tierra. En estudios de coberturas de la tierra se priorizan insumos cercanos al periodo de análisis; sin embargo, para información de la cartografía base pueden tomarse como referencia elementos de mayor antigüedad cuando sus características no han variado significativamente.	Información reciente, normativamente vigente y adecuada para los respectivos análisis de cobertura de la tierra, su representación cartográfica y demás requerimientos del presente estudio.	Información que presenta cierto grado de antigüedad, pero aún se considera útil o fácil de transformar para que cumpla con la normatividad vigente o que sirve de complemento para los respectivos análisis y/o representaciones cartográficas de las coberturas de las tierras.	Información desactualizada o que no representa adecuadamente las condiciones actuales y no se ajusta con la normativa vigente en materia de cartografía base o temática para los respectivos análisis de coberturas planteados en el presente estudio.
Pertinencia	Determina el grado en que la información responde a los objetivos del proyecto de retrointerpretación de coberturas de la tierra, considerando la Unidad Mínima Cartografiable (UMC) empleada, escala de trabajo y nivel de detalle brindado.	El insumo aporta información relevante, verás y completa, relacionada directa o indirectamente con la metodología, objetivos y alcances del proyecto. Es decir, en cuanto a la resolución espacial y temporal para la correcta identificación, delimitación y validación de coberturas de tierras, así como para la construcción del modelo de datos geoespacial.	El insumo o la información se considera complementaria o metodológicamente manejable como apoyo para el análisis de coberturas de la tierra, su representación y validación de la información dentro de los objetos y alcance del proyecto. La información cumple con la resolución espacial, pero carece de información completa para la construcción del modelo de datos espaciales.	El contenido del insumo o la información no guarda ninguna o muy poca relación con la metodología, los objetivos y alcances del presente estudio. No presenta ninguna información compatible con la resolución espacial y temporal o no es geo-espacialmente compatible para la construcción del modelo de datos espaciales.

Criterio	Descripción	Calificación Alta	Calificación Media	Calificación Baja
Fiabilidad	Evalúa la confianza que puede otorgarse a la información según la entidad productora, el origen de los datos y metodología utilizada. Se privilegian productos generados por entidades oficiales o instituciones con reconocimiento técnico, así como información basada en datos primarios.	Cuando toda la información consultada proviene de entidades oficiales o institucionales reconocidas que sustentan la información bajo datos confiables y metodologías legal y normativamente vigentes y que pueden ser verificadas.	La información proviene de fuentes reconocidas, aunque con limitaciones en el origen de los datos o en su documentación que permitan ser usadas acorde con la metodología, objetos y alcances del proyecto, ya que su metodología difiere o no cumple totalmente la ley o la norma vigente.	Información de origen incierto, sin respaldo metodológico o con baja confiabilidad para ser usada o no cumple con la metodología objetos y alcances del proyecto.
Calidad	Valora la consistencia técnica del documento o insumo, considerando la aplicación metodológica y evaluación de reglas topológicas, y suficiencia del soporte técnico.	Presenta metodología claramente documentada, información consistente y productos técnicamente solidos para usar en el proyecto.	Presenta una metodología aceptable, aunque con limitaciones en el detalle o documentación para ser usados en el proyecto.	Presenta inconsistencias técnicas, deficiencias metodológicas o información insuficiente para respaldar los resultados.

Tabla 14. Valoración de información de apoyo.

FICHA DE VALORACIÓN DE INFORMACIÓN DE APOYO												
ÍTEMS	**ÁREA DE ESTUDIO**	**NOMBRE DE LA ENTIDAD DONDE SE UBICÓ LA INFORMACIÓN**	**NIVEL**	**FUENTE DE INFORMACIÓN**	**ACTUALIDAD**	**PERTINENCIA**	**FIABILIDAD**	**CALIDAD**	**TIPO DOCUMENTO**	**ESCALA DE TRABAJO**	**DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS**	**ENLACE ADJUNTO**
Cartografía Base	CUENCA SOGAMOSO-RÍO SUÁREZ MEDIO Y BAJO	IGAC	1	IGAC	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	**SHP**	1:25.000	Cartografía básica del IGAC de las 85 planchas de escala 1:25.000 que conforman área de estudio.	https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html#
Hidrología Subunidades	CUENCA SOGAMOSO-RÍO SUÁREZ MEDIO Y BAJO	CAS	1	POMCA RÍO SOGAMOSO-SUAREZ MEDIO Y BAJO	MEDIA	ALTA	ALTA	ALTA	**SHP**	1:25.000	29 subunidades de primer nivel del POMCA Río Suarez Medio y Bajo y 12 subunidades de primer nivel del POMCA Río Sogamoso.	https://sig-portal.cas.gov.co/portal/apps/sites/#/home/pages/recurso-hdrico
Cobertura de Tierras	CUENCA SOGAMOSO-RÍO SUÁREZ MEDIO Y BAJO	CAS	1	POMCA RÍO SOGAMOSO-SUAREZ MEDIO Y BAJO	MEDIA	ALTA	ALTA	ALTA	**SHP**	1:25.000	Capa de Coberturas de Tierras del POMCA Río Suarez Medio y Bajo	https://sig-portal.cas.gov.co/portal/apps/sites/#/home/pages/recurso-hdrico

FICHA DE VALORACIÓN DE INFORMACIÓN DE APOYO

ÍTEMS	ÁREA DE ESTUDIO	NOMBRE DE LA ENTIDAD DONDE SE UBICÓ LA INFORMACIÓN	NIVEL	FUENTE DE INFORMACIÓN	ACTUALIDAD	PERTINENCIA	FIABILIDAD	CALIDAD	TIPO DOCUMENTO	ESCALA DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS	ENLACE ADJUNTO
Cobertura de Tierras	CUENCA SOGAMOSO-RÍO SUÁREZ MEDIO Y BAJO	CAS	1	POMCA RÍO SOGAMOSO-SUAREZ MEDIO Y BAJO	MEDIA	ALTA	ALTA	ALTA	**SHP**	1:25.000	Capa de Coberturas de Tierras del POMCA Río Sogamoso	https://sig-portal.cas.gov.co/portal/apps/sites/#/home/pages/recurso-hdrico
Cobertura de Tierras	CUENCA SOGAMOSO-RÍO SUÁREZ MEDIO Y BAJO	CAS	2	PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN FORESTAL- CAS	MEDIA	ALTA	ALTA	ALTA	**SHP**	1:25.000	Capa de Coberturas de Tierras del Plan General de Ordenamiento Forestal	Suministrado por medio magnético por parte de la autoridad ambiental
Cobertura de Tierras	CUENCA SOGAMOSO-RÍO SUÁREZ MEDIO Y BAJO	PARQUES NACIONALES NATURALES-SIAC	2	PÁRAMO DE YARIGUÍES, PARQUE NACIONAL SERRANÍA DE LOS YARIGUÍES, DRMI-SERRANÍA DE LOS YARIGUÍES	MEDIA	ALTA	ALTA	MEDIA	**SHP**	1:25.000	Capas de Coberturas de los estudios del Páramo, Parque Nacional Natural y DRMI de los Yariguíes, el cual se encuentra con una nomenclatura desactualizada.	Suministrado por medio magnético por parte de la autoridad ambiental
Cobertura de Tierras	CUENCA SOGAMOSO-RÍO SUÁREZ MEDIO Y BAJO	MUNICIPIOS-IGAC	3	ESQUEMAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, MUNICIPIOS-IGAC	MEDIA/BAJA	ALTA	MEDIA	MEDIA/BAJA	**SHP**	1:25.000	Capas de Coberturas de los esquemas territoriales de los municipios de Santander, los	https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html#

FICHA DE VALORACIÓN DE INFORMACIÓN DE APOYO												
ÍTEMS	**ÁREA DE ESTUDIO**	**NOMBRE DE LA ENTIDAD DONDE SE UBICÓ LA INFORMACIÓN**	**NIVEL**	**FUENTE DE INFORMACIÓN**	**ACTUALIDAD**	**PERTINENCIA**	**FIABILIDAD**	**CALIDAD**	**TIPO DOCUMENTO**	**ESCALA DE TRABAJO**	**DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS**	**ENLACE ADJUNTO**
											cuales algunos no presentan estos estudios o se encuentran desactualizados.	

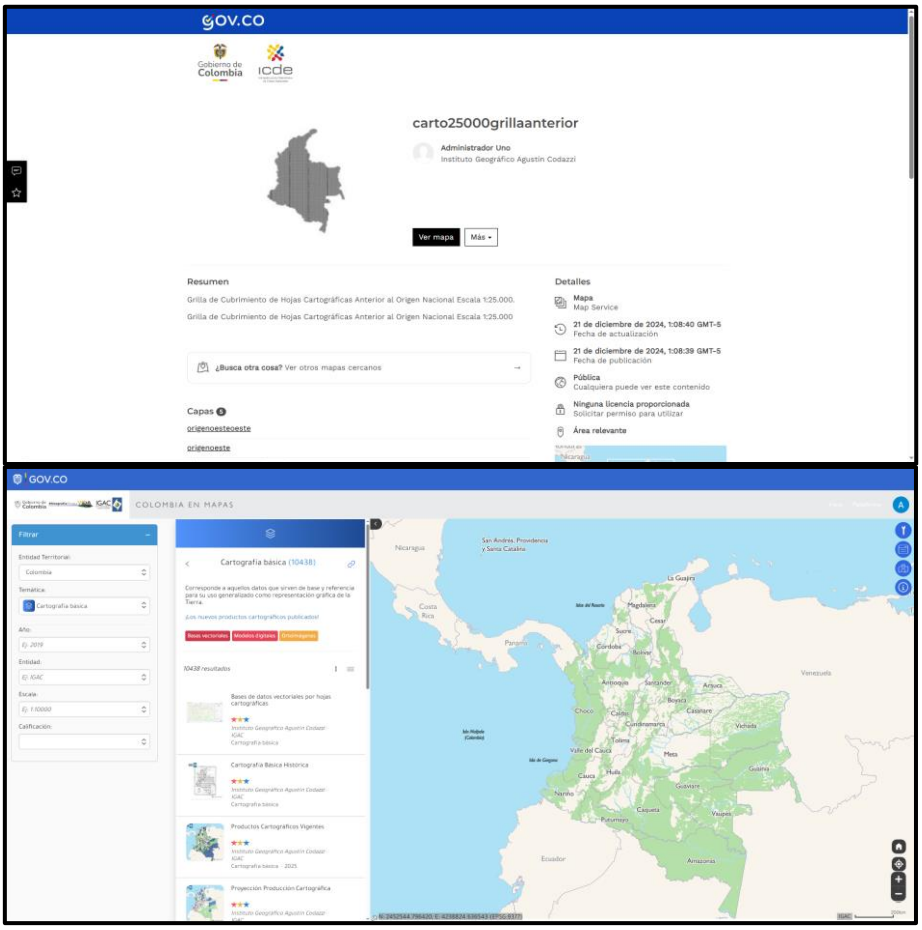
*La categorización para los Planes de Ordenamiento Territorial presentan la categoría de media y alta debido a que no todos cuentan con la misma temporalidad y no cumplían con la metodología ni las condiciones técnicas para su uso.

FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

8.2 ADQUISICIÓN Y REVISIÓN DE INSUMOS: CARTOGRAFÍA BASE.

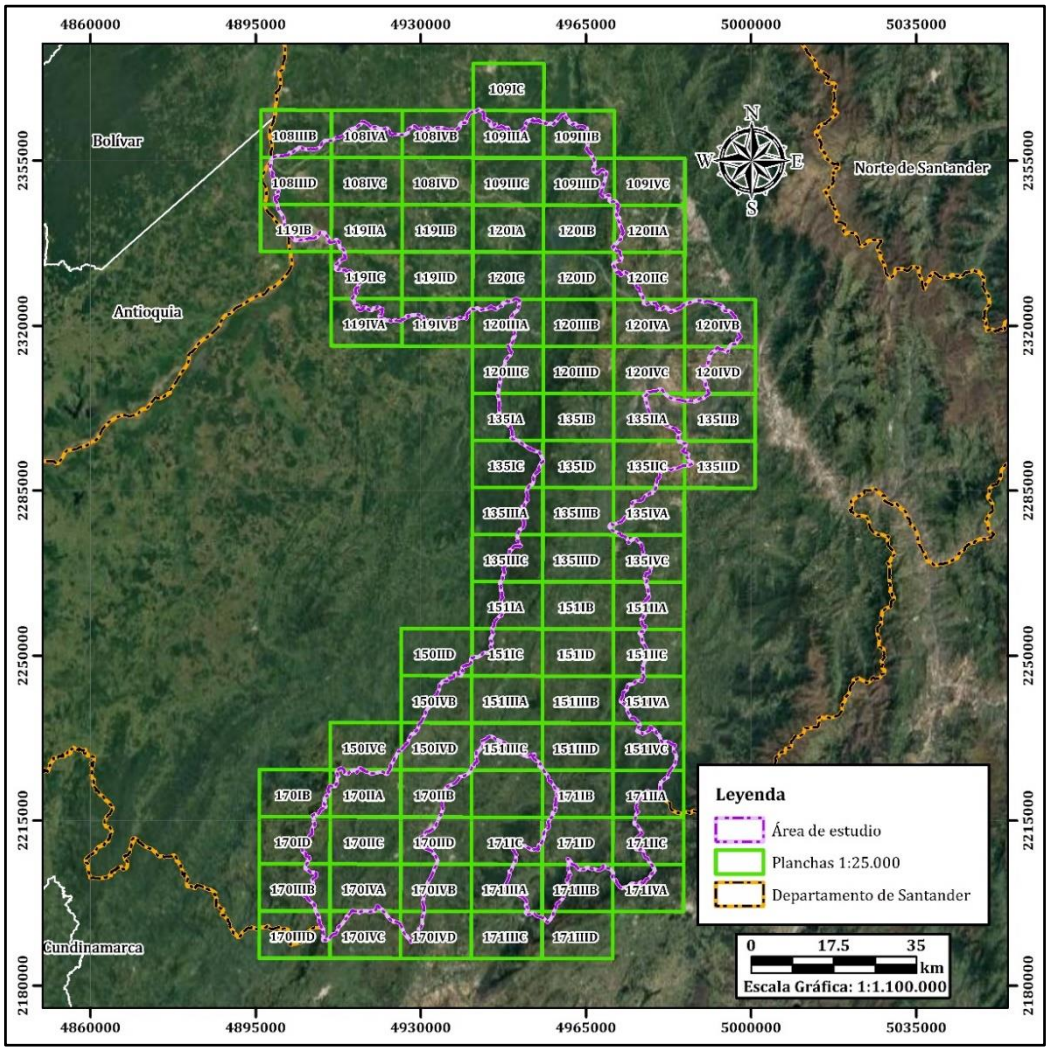
El proceso de revisión y recopilación de cartografía básica se realizó mediante la página de datos abiertos del IGAC (https://www.colombiaenmapas.gov.co/#) y la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (https://datos.icde.gov.co/maps/5d57a83542e3413f87d36188e330dfb4/about), se identificó que el área de estudio se encuentra cubierta por un total de 85 planchas cartográficas a escala 1:25.000, cada una con una extensión aproximada de 150 km^2.

Figura 15. Ejemplo gráfico los portales oficiales consultados.



Estas planchas constituyen el insumo base para el análisis espacial detallado, al proporcionar información topográfica y buena resolución, fundamental para la delimitación, interpretación y validación de las coberturas de la tierra. La selección y organización de dichas planchas se realizó considerando su correspondencia con el ámbito territorial de los POMCA del río Suárez Medio y Bajo y del río Sogamoso, garantizando una cobertura continua y sin vacíos de información. Asimismo, se verificaron aspectos asociados a su consistencia geométrica, sistema de referencia, nivel de detalle y actualidad.

Figura 16. Planchas que conforman el área de estudio.



FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

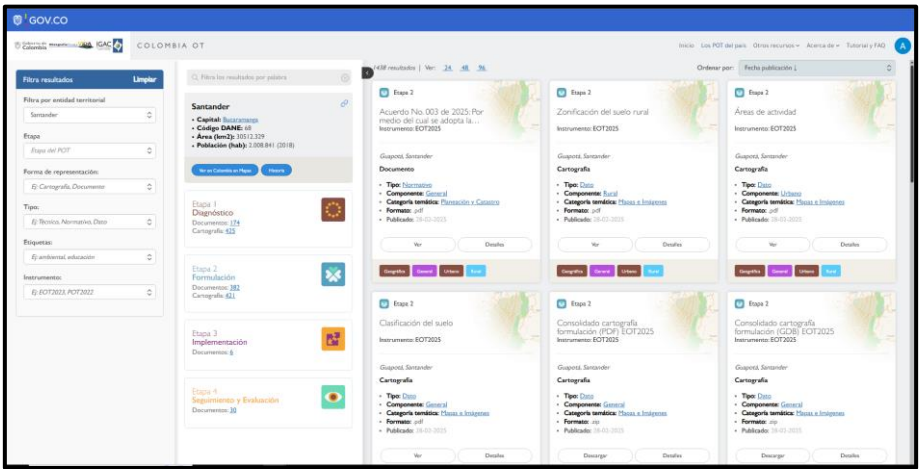
Tabla 15. Listado de planchas que conforman el área de estudio.

PLANCHAS CARTOGRÁFICAS 1:25.000							
108IIIB	109IVC	120ID	135IA	135IIID	151IIA	170IIB	171ID
108IIID	119IB	120IIA	135IB	135IVA	151IIC	170IIC	171IIA
108IVA	119IIA	120IIC	135IC	135IVC	151IIIA	170IID	171IIC
108IVB	119IIB	120IIIA	135ID	150IID	151IIIB	170IIIB	171IIIA
108IVC	119IIC	120IIIB	135IIA	150IVB	151IIIC	170IIID	171IIIB
108IVD	119IID	120IIIC	135IIB	150IVC	151IIID	170IVA	171IIIC
109IC	119IVA	120IIID	135IIC	150IVD	151IVA	170IVB	171IIID
109IIIA	119IVB	120IVA	135IID	151IA	151IVC	170IVC	171IVA
109IIIB	120IA	120IVB	135IIIA	151IB	170IB	170IVD	
109IIIC	120IB	120IVC	135IIIB	151IC	170ID	171IB	
109IIID	120IC	120IVD	135IIIC	151ID	170IIA	171IC	

8.3 ADQUISICIÓN Y REVISIÓN DE INSUMOS: MUNICIPIOS.

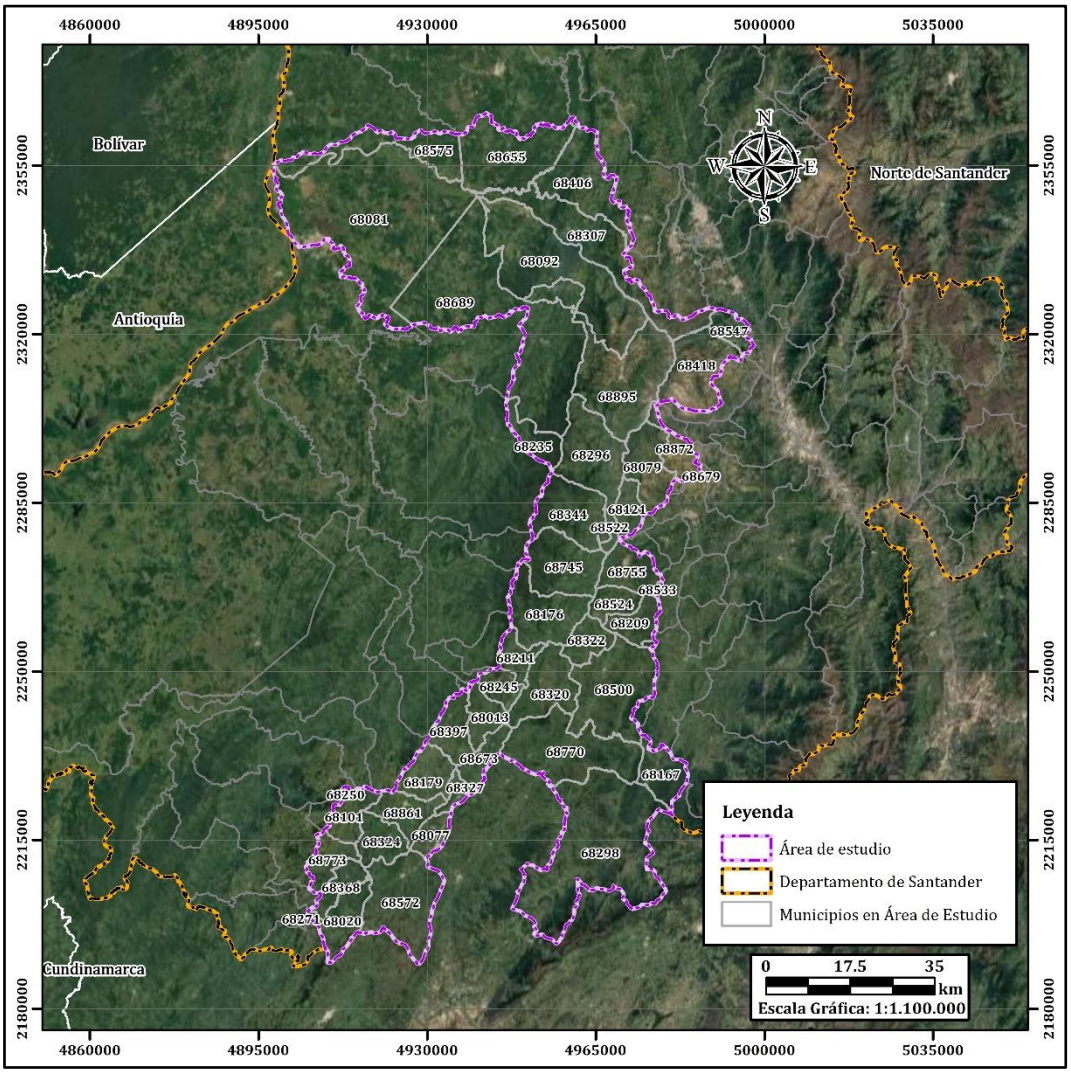
Se revisó y recopiló la información a nivel municipal, se identificaron los municipios que conforman el área de estudio y se procedió a la recolección de las capas temáticas disponibles en los respectivos Esquemas, Planes Básicos y Planes de Ordenamiento Territorial (EOT, PBOT y POT), como insumo de apoyo para el desarrollo del proyecto, realizándose la búsqueda mediante la página Colombia en mapas (https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html#).

Figura 17. Ejemplo gráfico los portales oficiales consultados.



Estas capas incluyeron principalmente información relacionada con coberturas de la tierra, usos del suelo, estructura ecológica principal y zonificaciones normativas, las cuales aportan un nivel de detalle local relevante para el análisis. No obstante, durante la evaluación de la información se evidenció que algunos municipios no cuentan con estos estudios de ordenamiento territorial formulado o adoptado, mientras que otros presentan estudios de ordenamiento territorial desactualizados frente a la normativa vigente.

Figura 18. Municipios que conforman el área de estudio.



FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

Tabla 16. Listado de Municipios que conforman el área de estudio.

MUNICIPIOS			
CÓDIGO	**NOMBRE**	**CÓDIGO**	**NOMBRE**
68013	AGUADA	68344	HATO
68020	ALBANIA	68368	JESÚS MARÍA
68077	BARBOSA	68397	LA PAZ
68079	BARICHARA	68406	LEBRIJA
68081	BARRANCABERMEJA	68418	LOS SANTOS
68092	BETULIA	68500	OIBA
68101	BOLÍVAR	68522	PALMAR
68121	CABRERA	68524	PALMAS DEL SOCORRO
68167	CHARALÁ	68533	PÁRAMO
68176	CHIMA	68547	PIEDECUESTA

MUNICIPIOS			
CÓDIGO	**NOMBRE**	**CÓDIGO**	**NOMBRE**
68179	CHIPATÁ	68572	PUENTE NACIONAL
68209	CONFINES	68575	PUERTO WILCHES
68211	CONTRATACIÓN	68655	SABANA DE TORRES
68235	EL CARMEN DE CHUCURÍ	68673	SAN BENITO
68245	EL GUACAMAYO	68679	SAN GIL
68250	EL PEÑÓN	68689	SAN VICENTE DE CHUCURÍ
68271	FLORIÁN	68745	SIMACOTA
68296	GALÁN	68755	SOCORRO
68298	GÁMBITA	68770	SUAITA
68307	GIRÓN	68773	SUCRE
68320	GUADALUPE	68861	VÉLEZ
68322	GUAPOTÁ	68872	VILLANUEVA
68324	GUAVATÁ	68895	ZAPATOCA
68327	GÜEPSA		

FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

8.4 ADQUISICIÓN Y REVISIÓN DE INSUMOS: UNIDADES HIDROGRÁFICAS DE NIVEL SUBSIGUIENTE PARA EL RÍO SOGAMOSO Y RÍO SUÁREZ MEDIO Y BAJO.

Para la revisión y recopilación de la información hidrográfica, se identificaron y consolidaron las subunidades hidrográficas de primer nivel subsiguiente que conforman el área de estudio, en concordancia con la zonificación establecida en los respectivos POMCA consultados en el visor de la CAS (https://sig-portal.cas.gov.co/portal/apps/sites/#/home/pages/recurso-hdrico).

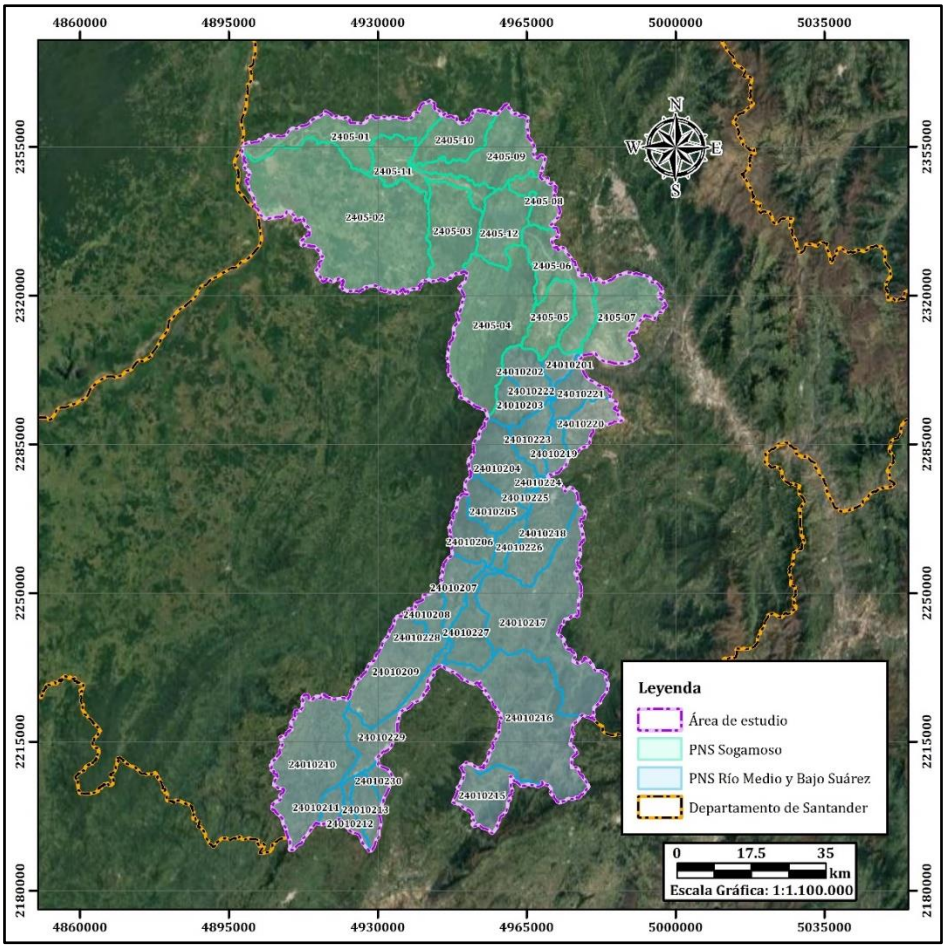
En este sentido, la cuenca del río Medio y Bajo Suárez presenta un total de 29 subunidades, mientras que la cuenca del río Sogamoso cuenta con 12 subunidades de este mismo nivel jerárquico. Estas unidades representan divisiones espaciales fundamentales para el análisis hidrológico y ambiental, al permitir una comprensión más detallada de la organización del drenaje, la dinámica de escorrentía y la relación entre las coberturas de la tierra y los procesos ecosistémicos asociados.

Figura 19. Ejemplo gráfico los portales oficiales consultados.



La información fue recopilada a partir de fuentes oficiales de los POMCA, verificando su consistencia espacial, sistema de referencia, escala de trabajo y correspondencia con la delimitación del área de estudio. La integración de estas subunidades permite estructurar las coberturas en un marco hidrográfico coherente, facilitando la interpretación de resultados y su articulación.

Figura 20. Subunidades hidrográficas que conforman el área de estudio.



FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

Tabla 17. Listado de Subunidades hidrográficas que conforman el área de estudio.

Subunidades de primer- POMCA Río Sogamoso			
Código	**Nombre de la subunidad**	**Código**	**Nombre de la subunidad**
2405-01	Río Sogamoso entre Cayumba y el río Magdalena	2405-07	Directos al río Sogamoso entre Cuchilla de San Pablo y Marta
2405-02	Complejo Ciénaga San Silvestre	2405-08	Quebradas Aguablanca y Pujaman
2405-03	Quebrada La Putana	2405-09	Río Sucio
2405-04	Río Chucurí	2405-10	Quebradas Caño Corazones y Payoa
2405-05	Quebrada Zapatoca	2405-11	Río Sogamoso entre Hidrosogamoso y Cayumba
2405-06	Quebrada La Betuliana y otros directos al río Sogamoso entre Cuchilla de San Pablo e Hidrosogamoso	2405-12	Hidrosogamoso

Subunidades de primer- POMCA Río Suárez Medio y Bajo			
Código	**Nombre de la subunidad**	**Código**	**Nombre de la subunidad**
24010209	Qda. El Ropero	24010225	Dir. M Suarez Q Guavina-Q Cinco MIl
24010215	Río Ubazá	24010226	Dir. M Suarez Q Chimera-Q Guavina
24010210	Río Cuchinero	24010218	Dir. M Suarez R Obita-R B Suarez
24010216	Río Lenguaruco	24010228	Dir. M Suarez Q el Ropero-Q Alférez
24010217	Río Oibita	24010207	Dir. M Suarez Q Alférez-Q Chimera
24010204	Qda. Cinco Mil	24010227	Dir. M Suarez R Lenguaruco-R Obita
24010205	Qda. Guavina	24010212	Dir. M Suarez R A Suarez-Q Agua Blanca
24010206	Qda. Chimera	24010221	Dir. B Suarez Q Barichara-R Sogamos
24010213	Qda. Agua Blanca	24010201	Dir. B Suarez Q Pao-R Sogamoso
24010208	Qda. Alférez	24010223	Dir. B Suarez R M Suarez-Q Vigueche
24010203	Qda. Vigueche	24010219	Dir. B Suarez R M Suarez-Q Barichara
24010220	Qda. Barichara	24010202	Qda. Pao
24010211	Dir. M Suarez R A Suarez-R. Cuchinero	24010222	Dir. B Suarez Q Vigueche-Q Pao
24010229	Dir. M Suarez R Cuchinero-Q el Ropero	24010230	Dir. M Suarez Q Agua Blanca-R. Moniquira
24010224	Dir. M Suarez Q Cinco MIl-R B Suárez		

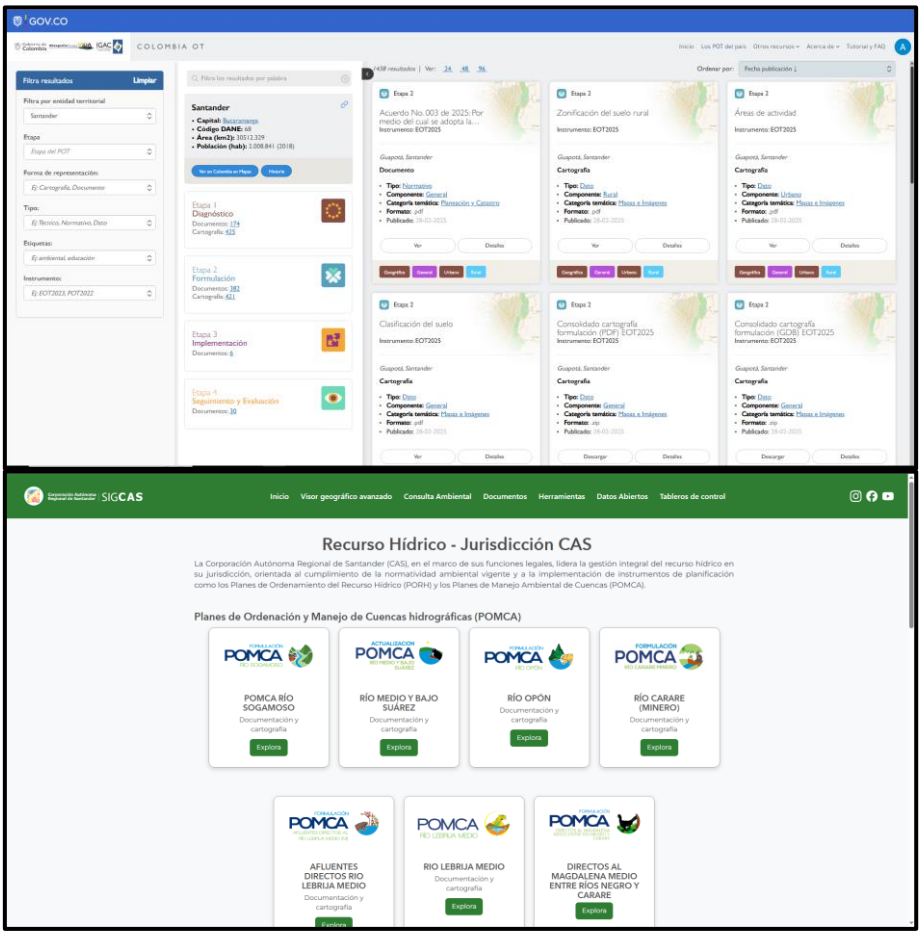
FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

8.5 ADQUISICIÓN Y REVISIÓN DE INFORMACIÓN RELACIONADA A LA ZONIFICACIÓN DE COBERTURAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

En el proceso de recopilación y evaluación de información de apoyo se realizó mediante la página Colombia en mapas (https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html#), El visor geográfico de la CAS (https://sig-portal.cas.gov.co/portal/apps/sites/#/home/pages/recurso-hdrico) y mediante suministro magnético, priorizándose aquellos insumos que, de acuerdo con los criterios de calidad, pertinencia, fiabilidad, actualidad y compatibilidad de escala, resultaron más adecuados para el análisis de coberturas de la tierra. En este sentido, se seleccionaron y revisaron de manera detallada las capas temáticas de cobertura provenientes de instrumentos de planificación territorial y ambiental vigentes, los cuales constituyen referentes técnicos oficiales para la caracterización del territorio.

La revisión de estos instrumentos permitió consolidar una base de información robusta, consistente y multiescalar, que soporta el proceso de clasificación y análisis de coberturas de la tierra bajo la metodología estandarizada Corine Land Cover adaptada al contexto nacional.

Figura 21. Ejemplo gráfico los portales oficiales consultados.



8.5.1 Capas base de coberturas POMCA- Río Sogamoso y Río Suárez Medio y Bajo

Se analizaron las capas de coberturas de la tierra contenidas en los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas – POMCA, específicamente del Río Sogamoso y del Río Medio y Bajo Suárez. Estas capas aportan una visión integral del territorio a escala de cuenca, incorporando criterios ecosistémicos e hidrológicos, y permiten comprender los procesos de transformación del paisaje asociados a dinámicas productivas y de conservación. Además, su relevancia radica en que serán implementadas como capa base para la retrointerpretación de las coberturas de tierra, por lo cual resulta fundamental conocer de antemano sus características geoespaciales y atributos allí contenidos. A continuación, se presentan las características generales de estas capas:

- **POMCA Río Sogamoso**

Inicialmente se parte de las características del feature class "CoberturaTierra_UsoActual" contenida en el feature dataset "_18_BIOTICO" de la GDB del POMCA del Río Sogamoso.

Tabla 18. Características geoespaciales de la capa de coberturas de la tierra del POMCA Río Sogamoso.

Características geoespaciales de la capa de cobertura de tierras del POMCA Río Sogamoso	
Fuente	Corporación Autónoma Regional de Santander- CAS
Escala de trabajo	1:25.000
Sistema de referencia	Magna Colombia Bogotá (EPSG: 3116)

Características geoespaciales de la capa de cobertura de tierras del POMCA Río Sogamoso	
Porcentaje de área zonificada respecto al área de estudio	46.25 %
Relevancia en el proyecto	Capa base para la retrointerpretación de coberturas hacia el sector norte del área de estudio.

Asimismo, como parte del análisis preliminar de la capa, fueron consultados los metadatos de esta, como consta en la siguiente imagen:

Figura 22. Metadatos de la capa de coberturas de la tierra del POMCA Río Sogamoso.



COBERTURAS CUENCA RIO SOGAMOSO

File Geodatabase Feature Class

Tags

Coberturas area cuenca Rio Sogamoso escala 1 : 25.000 Metodologia Corie land Cover adaptada a Colombia

Summary

Tener disponibles las coberturas de la tierra en el área de la cuenca Rio Sogamoso escala 1 : 25.000 Metodologia Corie land Cover adaptada a Colombia y que estas sirvan de insumo para calculos de indices y zonificación de la misma en el marco de la formulacion del plan de manejo de la cuenca del Rio Sogamoso

Description

Capa coberturas de la tierra a escala 1 : 25.000 metodologia Corine Land Cover adaptada a Colombia, contempla la parte alta, media y baja de la cuencadel Rio Sogamoso, interpretacionde imagenes de sensores remotos principalmente Rapideye periodos 2014, 2013, 2010 y 2009 con apoyo de imagenes de alta resolucion visor Google earth e imagenes Landsat 8 de años 2014 y 21015

Credits

HECTOR HERNA ACOSTA USECHE, Ing. Forestal, Especialista SIg, Ms. C. Desarrollo sostenible y Medio Ambiente

Use limitations

Limitado su uso conforme la Corporacion Autonoma Rgiona de Santander CAS lo determine, prohibida la reproducción total o parcial, su copia, distribución, manipulacion directa y demas sin el consentimeinto previo, expreso y escrito de la CAS. No debe usarse para trabajos a escalas mayores a 1 : 25.000, no implica estacionalidadd e las coberturas a lo largo del tiempo, la metodologia esta diseñada para un 85% de confiabilidad y un error maximo del 10%

Extent

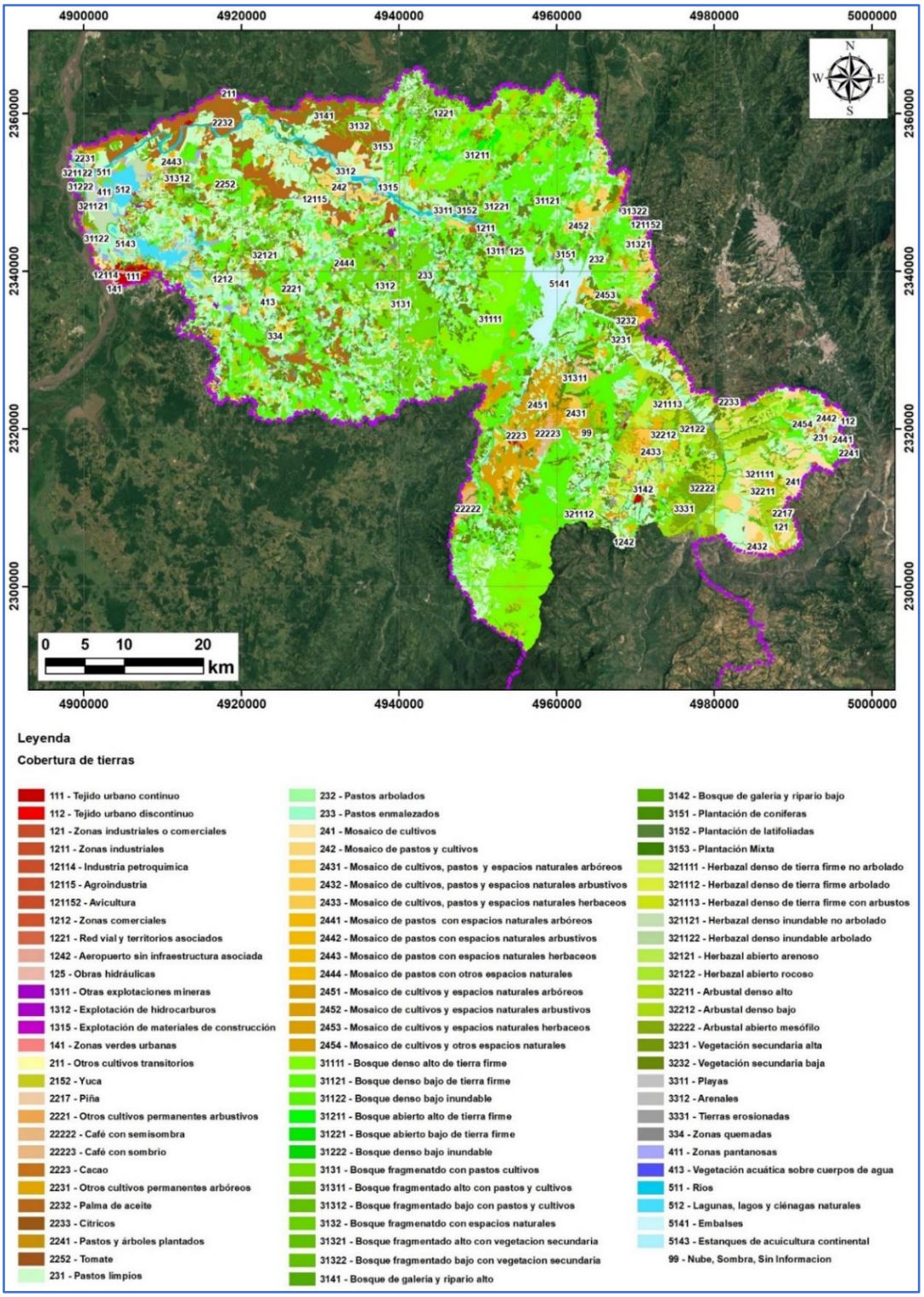
West -73.923703 **East** -73.018893
North 7.311680 **South** 6.637509

Scale Range

Maximum (zoomed in) 1:5,000
Minimum (zoomed out) 1:150,000,000

Finalmente, es generada la salida gráfica que ilustra la distribución espacial y unidades de coberturas de la tierra que fuesen identificadas, delimitadas e incluidas en este insumo base.

Figura 23. Coberturas de la tierra del POMCA Río Sogamoso.



FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

- **POMCA Río Medio y Bajo Suárez**

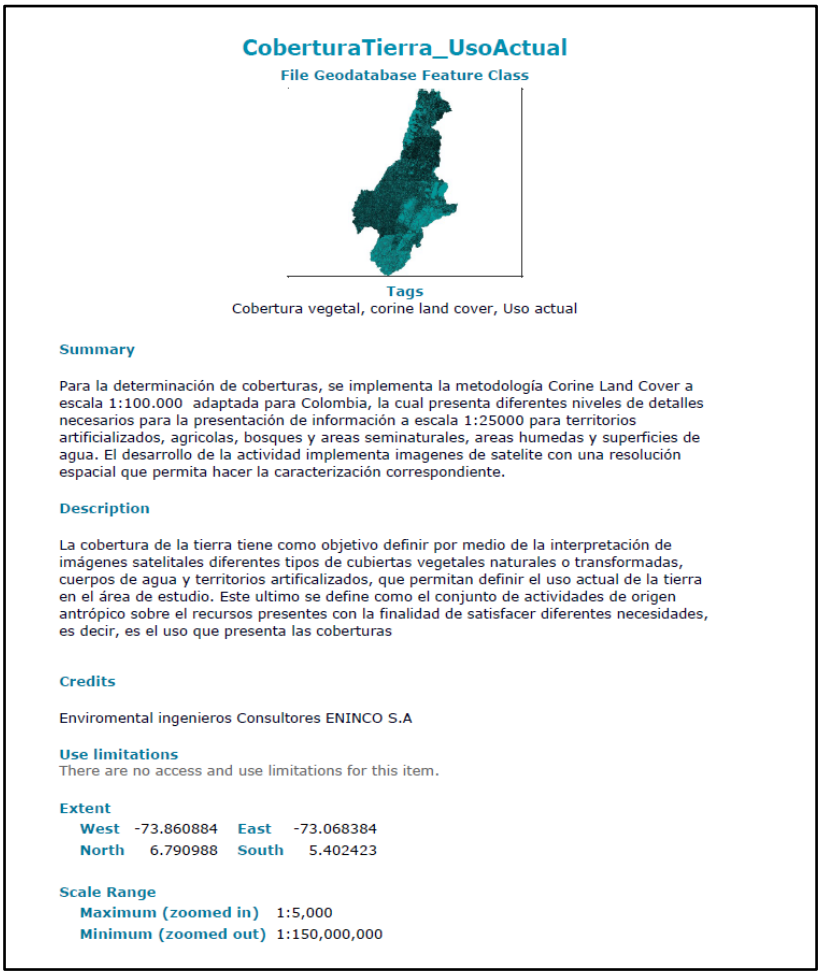
Similar al caso del POMCA del Río Sogamoso, se parte de las características del feature class "CoberturaTierra_UsoActual" contenida en el feature dataset "_18_BIOTICO" de la GDB del POMCA del Río Medio y Bajo Suárez.

Tabla 19. Características geoespaciales de la capa de coberturas de la tierra del POMCA Río Medio y Bajo Suárez

Características geoespaciales de la capa de cobertura de tierras del POMCA Río Medio y Bajo Suárez	
Fuente oficial	Corporación Autónoma Regional de Santander- CAS
Escala de trabajo	1:25.000
Sistema de referencia	Magna Colombia Bogotá (EPSG: 3116)
Porcentaje de área zonificada respecto al área de estudio	53.75 %
Relevancia en el Proyecto	Capa base para la retrointerpretación de coberturas hacia el sector central y sur del área de estudio.

De igual forma, se consultan e incluyen en el presente informe a manera de figura los metadatos relacionados con la capa:

Figura 24. Metadatos de la capa de coberturas de la tierra del POMCA Río Medio y Bajo Suárez



CoberturaTierra_UsoActual

File Geodatabase Feature Class

Tags

Cobertura vegetal, corine land cover, Uso actual

Summary

Para la determinación de coberturas, se implementa la metodología Corine Land Cover a escala 1:100.000 adaptada para Colombia, la cual presenta diferentes niveles de detalles necesarios para la presentación de información a escala 1:25000 para territorios artificializados, agricolas, bosques y areas seminaturales, areas humedas y superficies de agua. El desarrollo de la actividad implementa imagenes de satelite con una resolución espacial que permita hacer la caracterización correspondiente.

Description

La cobertura de la tierra tiene como objetivo definir por medio de la interpretación de imágenes satelitales diferentes tipos de cubiertas vegetales naturales o transformadas, cuerpos de agua y territorios artificalizados, que permitan definir el uso actual de la tierra en el área de estudio. Este ultimo se define como el conjunto de actividades de origen antrópico sobre el recursos presentes con la finalidad de satisfacer diferentes necesidades, es decir, es el uso que presenta las coberturas

Credits

Enviromental ingenieros Consultores ENINCO S.A

Use limitations

There are no access and use limitations for this item.

Extent

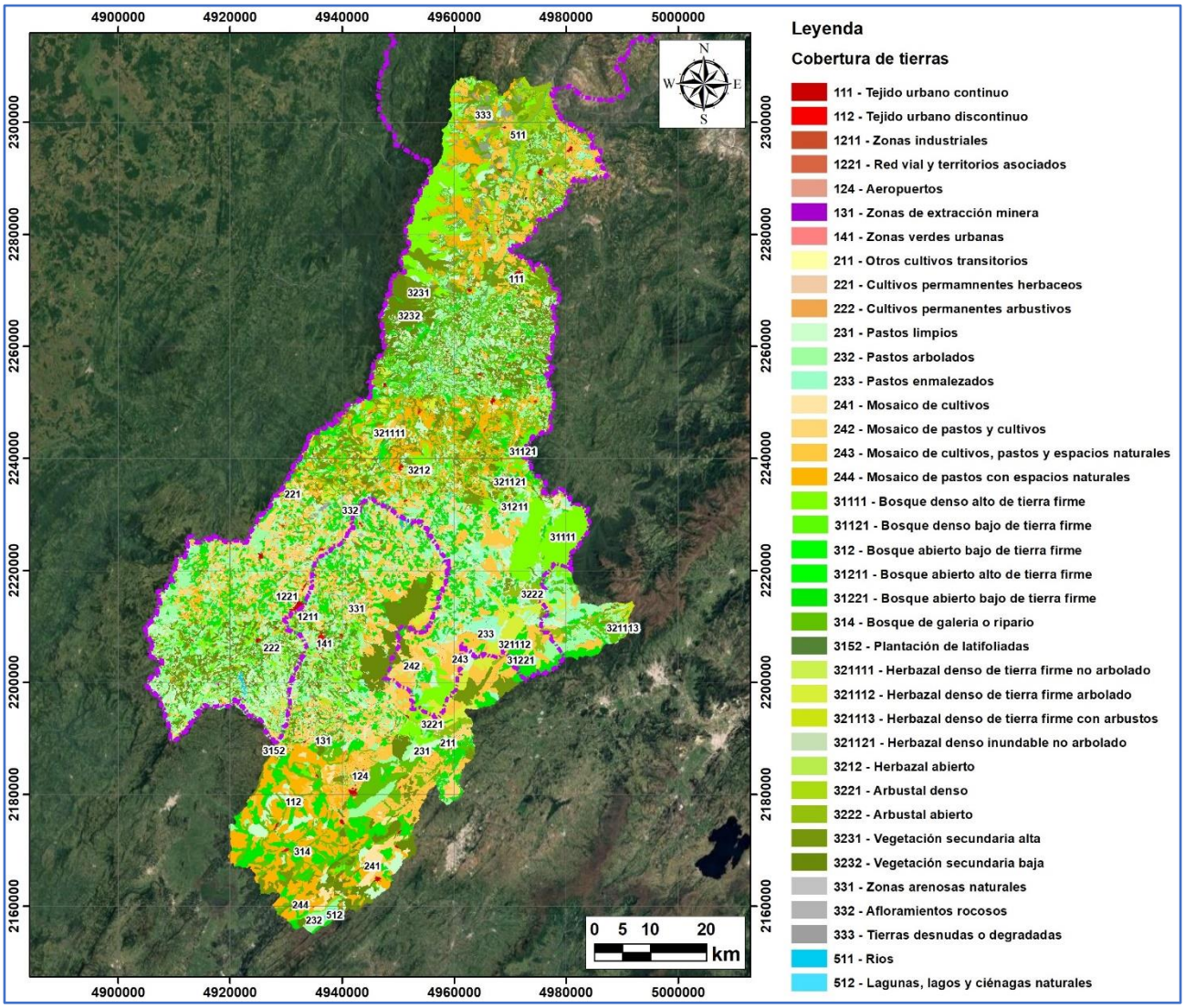
West -73.860884 East -73.068384
North 6.790988 South 5.402423

Scale Range

Maximum (zoomed in) 1:5,000
Minimum (zoomed out) 1:150,000,000

Por último, se genera la salida gráfica que representa la zonificación temática elaborada y contenida en el POMCA Río Medio y Bajo Suárez, así como su distribución respecto al área de estudio.

Figura 25. Coberturas de la tierra del POMCA Río Medio y Bajo Suárez



FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

8.5.2 Coberturas Plan General de Ordenación Forestal (PGOF)

Se integró la información correspondiente a la capa temática de coberturas del Plan General de Ordenación Forestal (PGOF), la cual proporciona un enfoque específico sobre la estructura, distribución y estado de las coberturas forestales, incluyendo áreas de bosque natural, plantaciones forestales y zonas intervenidas. Este insumo resulta clave para la identificación de áreas con potencial de conservación, restauración y uso sostenible del recurso forestal.

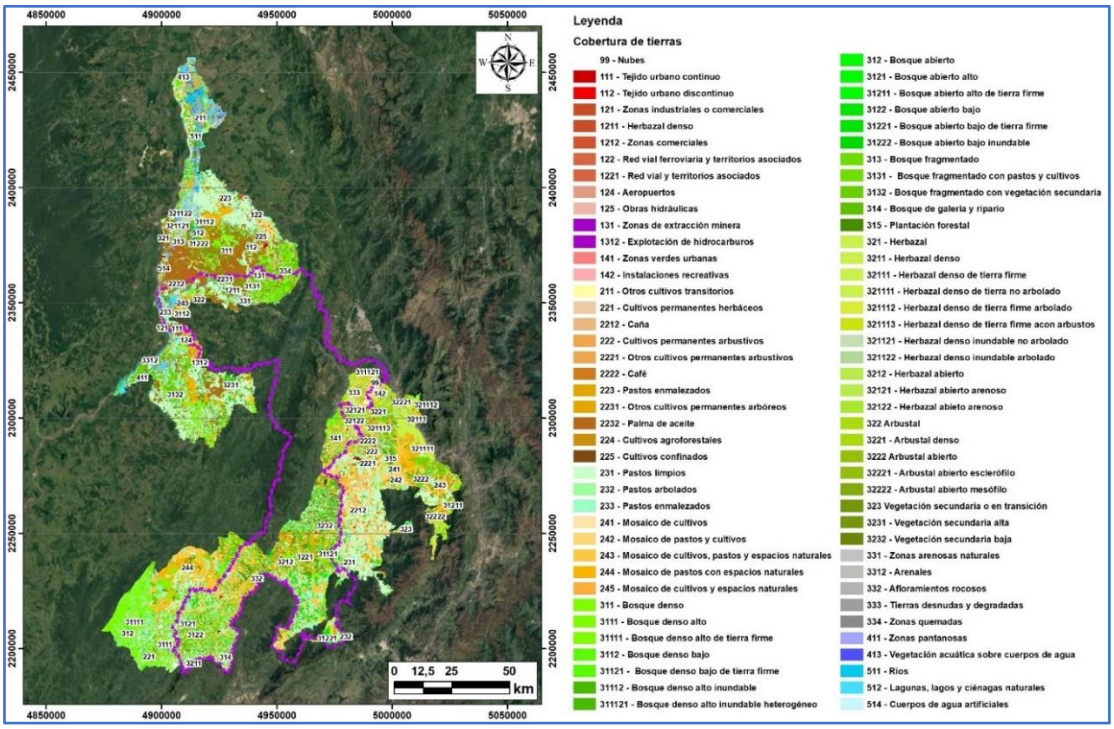
Resulta necesario considerar que esta capa es el producto de la agrupación de capas sectorizadas por provincias, siendo esta la sectorización de trabajo adoptada al momento de elaboración de este instrumento de planificación ambiental, basando su clasificación temática en la metodología Corine Land Cover. Puntualmente, en el presente proyecto fueron consideras las coberturas de la tierra de las provincias: Guanentá, Vélez, Comunera y Mares. Dicho esto, a continuación, se presenta la tabla resumen de las características geoespaciales de la capa:

Tabla 20. Características geoespaciales de la capa de coberturas de la tierra del PGOF de la CAS.

Características geoespaciales de la capa de cobertura de tierras del PGOF en jurisdicción de la CAS	
Fuente oficial	Corporación Autónoma Regional de Santander- CAS
Escala de trabajo	1:25.000
Sistema de referencia	Magna Colombia Bogotá (EPSG: 3116)
Porcentaje de área zonificada respecto al área de estudio	50.06 %
Relevancia en el Proyecto	Capa de apoyo o complementaria para el extremo noroccidental, así como para las zonas sur y oriental del área de estudio. Se considera clave para los sectores en donde las capas bases consideren una clasificación de "Nube, Sombra, Sin Información".

Cabe señalar que los metadatos fueron consultados individualmente para cada una de las capas de cobertura por provincia (Guanentá, Vélez, Comunera y Mares). Como resultado de esta revisión, se evidenció la ausencia de metadatos asociados a dichas capas, lo que limitó el análisis de información técnica fundamental, tales como los insumos empleados en el proceso de interpretación como la temporalidad de las imágenes utilizadas. Por último, es generada la salida gráfica con la capa que compila las unidades de coberturas de la tierra de las distintas provincias de Santander en jurisdicción de la CAS y con influencia en el área de estudio.

Figura 26. Coberturas de la tierra del Plan General de Ordenación Forestal (PGOF) de la CAS.



FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

Figura 27. Atributos contenidos en la capa de coberturas de la tierra del Plan General de Ordenación Forestal (PGOF) de la CAS.

Descripción Tema	*Cobertura de la Tierra PGOF:*				
	Corresponde al mapa de cobertura de la tierra del PGOF para el área en jurisdicción de la CAS.				
Feature Class:	*Cobertura*				
Geometría:	*Polígono*				
CAMPO	TIPO DE DATO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN	DOMINIO	OBLIGACIÓN/CONDICIÓN
OBJECTID	Long	8	Valor asignado aleatoriamente por el programa.	N/A	Condicional
FID_CoberturaTierra	Long	8	Nivel final de interpretación de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover.	N/A	Obligatorio
N1_COBERT	Double	8	Nivel 1 de la clasificación CORINE Land Cover.	Dom_CateCober	Obligatorio
N2_COBERT	Double	8	Nivel 2 de la clasificación CORINE Land Cover.	Dom_SubcateCober	Obligatorio
N3_COBERT	Double	8	Nivel 3 de la clasificación CORINE Land Cover.	Dom_Clas_Cober	Obligatorio
N4_COBERT	Double	8	Nivel 4 de la clasificación CORINE Land Co-ver Adaptada IGAC 1:25.000. Si no tiene código se escribe NA	Dom_Subclas_Cober	Obligatorio
N5_COBERT	Double	8	Nivel 5 de la clasificación CORINE Land Co-ver Adaptada IGAC 1:25.000. Si no tiene código se escribe NA	Dom_Nivel5_Cober	Obligatorio
N6_COBERT	Double	8	Nivel 6 de la clasificación CORINE Land Co-ver Adaptada IGAC 1:25.000. Si no tiene código se escribe NA	Dom_Nivel6_Cober	Obligatorio
NOMENCLAT	Long	8	Ultimo nivel interpretado	N/A	Obligatorio
OBSERV	String	256	Se registran observaciones relevantes en el polígono interpretado que no se ven reflejados en la codificación, o que puedan ser complementarias para la interpretación, sin incluir símbolos, ni caracteres de puntuación.	N/A	Obligatorio
AREA_HA	Double	8	Área en hectáreas (ha) de cada uno de los polígonos.	N/A	Obligatorio
CONFIABILIDAD	String	2	Se asigna NO que significa duda, o SI que significa certeza durante la interpretación.	N/A	Obligatorio
INSUMO	String	50	Insumo empleado para la interpretación de la unidad de cobertura de la tierra delimitada. Si son varios insumos, se separan con un guion bajo; Si no existieron insumos, se diligencia SI (Sin información)	N/A	Obligatorio
LEGEND_N3	Long	8	Codificación de la unidad de cobertura de la tierra hasta nivel 3 acorde con la metodología CORINE Land Cover.	N/A	Obligatorio

Con base en la información disponible y analizada de la capa, resulta factible determinar que tanto la estructura de datos como las clasificaciones empleadas para cada unidad de cobertura de la tierra se alinea con los planteamientos de la metodología Corine Land Cover. No obstante, no fue posible acceder a un respaldo técnico que describiera los insumos empleados y temporalidad de estos, además de no poseer metadatos adjuntos.

8.5.3 Coberturas Esquemas, Planes Básicos y Planes de Ordenamiento Territorial (EOT, PBOT y POT)

Para este apartado, se realizó la respectiva consulta de las capas de cobertura de tierra contenidas en la cartografía oficial de los Esquemas de Ordenamiento Territorial y Planes Básicos de Ordenamiento Territorial de los municipios contenidos dentro del área de estudio correspondiente con el límite de la cuenca del río Sogamoso.

Realizando dicho cruce, se encontró un total de 47 municipios que presentan territorio dentro del área de estudio, de los cuales solo el 25,3% de los municipios, es decir, solo 12 municipios presentan un esquema o plan básico de ordenamiento territorial actualizado o en proceso de actualización, cuya capa de cobertura de tierras cumple con una resolución temporal posterior al año 2015.

Cabe resaltar que, 10 capas de coberturas de tierras cumplen con el sistema de referencia origen único Nacional CTM12 EPSG 9377 a excepción de las capas de cobertura de tierras de los municipios San Vicente de Chucurí y Betulia al ser estas interpretadas para el año 2015 y las cuales a pesar de que si cumplen con la escala de trabajo 1:25000 como las demás, no tienen el mismo detalle de las demás y su sistema referencia o sistema de coordenadas se encuentra desactualizado en el origen Magna Colombia Bogotá EPSG 3116.

A continuación, se presenta la tabla que resume el estado actual de las capas de coberturas de tierras encontradas en los planes básicos y esquemas de ordenamiento territorial de los municipios involucrados en el área de estudio.

Tabla 21. Estado actual de las capas de coberturas de tierras encontradas en los planes básicos y esquemas de ordenamiento territorial

#	Municipio	Tipo	No. Acto administrativo y fecha de adopción	Estado conforme PGAR CAS	Estados conforme comunicados de la administración municipal	Capa analizada	Fuente	Resolución Temporal	Sistema de coordenadas	Escala de trabajo
1	BETULIA	EOT	Acuerdo 024 del 24/10/2003	Desactualizado, Modificación excepcional de normas urbanísticas 21/11/2016	Fue adoptado mediante el Acuerdo 027 de diciembre de 2017. Actualmente le ha correspondido a la actual administración iniciar el proceso de revisión y ajuste de los componentes del largo y mediano plazo.	Cobertura de tierras	Consorcio UT-CONURBANO	Año 2015	Origen Magna Colombia Bogotá EPSG 3116	1:25000
2	CHARALÁ	EOT	Acuerdo 046 de octubre de 2003	En proceso de actualización	El municipio se encuentra adelantando la revisión y el proceso de concertación interinstitucional para su ajuste definitivo.	Cobertura de tierras	CORDEAM 2026 en portal oficial Web de la Alcaldía municipal de Simacota	No especifican la fecha de análisis, se sobreentiende que es posterior al año 2021 conforme el sistema de referencia	Origen único Nacional CTM12 EPSG 9377	1:25000
3	EL CARMEN DE CHUCURI	EOT	Acuerdo 038 de octubre de 2002	Desactualizado	El municipio se encuentra adelantando la revisión y el proceso de concertación interinstitucional para su ajuste definitivo.	Cobertura de tierras	CORDEAM 2026 en portal oficial Web de la Alcaldía municipal de Simacota	No especifican la fecha de análisis, se sobreentiende que es posterior al año 2021 conforme el sistema de referencia	Origen único Nacional CTM12 EPSG 9377	1:25000
4	GALAN	EOT	Acuerdo 008 de 2001	En proceso de actualización	El municipio se encuentra adelantando la revisión y el proceso de concertación interinstitucional para su ajuste definitivo.	Cobertura de tierras	CONSORCIO EOT GALAN 2020	Año 2022	Origen único Nacional CTM12 EPSG 9377	1:25000
5	PIEDECUESTA	PBOT-POT	Acuerdo 028 de 2003	No aplica	El municipio se encuentra adelantando la revisión y el proceso de concertación interinstitucional para su ajuste definitivo.	Cobertura de tierras	ALCALDIA MUNICIPAL DE PIEDECUESTA	Año 2017	Origen único Nacional CTM12 EPSG 9377	1:25000
6	SAN GIL	PBOT	Acuerdo 038 de diciembre de 2003	En proceso de actualización	Adoptado actualmente mediante el Acuerdo 007 de 2023	Cobertura de tierras	ALIANZA CONSULTORA & INGENIERÍA S.A.S	Año 2019	Origen único Nacional CTM12 EPSG 9377	1:25000
7	SAN VICENTE DE	PBOT	Acuerdo 022 de septiembre de 2003	Desactualizado	Fue concertado por la Autoridad Ambiental el año 2018 pero no fue adoptado por el concejo municipal	Cobertura de tierras	Consorcio UT-CONURBANO	Año 2015	Origen Magna Colombia Bogotá EPSG 3116	1:25000

#	Municipio	Tipo	No. Acto administrativo y fecha de adopción	Estado conforme PGAR CAS	Estados conforme comunicados de la administración municipal	Capa analizada	Fuente	Resolución Temporal	Sistema de coordenadas	Escala de trabajo
	CHUCURÍ									
8	SIMACOTA	EOT	Acuerdo 013 de diciembre de 2003	En proceso de actualización	El municipio se encuentra adelantando la revisión y el proceso de concertación interinstitucional para su ajuste definitivo.	Cobertura de tierras	CORDEAM 2026 en portal oficial Web de la Alcaldía municipal de Simacota	No especifican la fecha de análisis, se sobreentiende que es posterior al año 2021 conforme el sistema de referencia	Origen único Nacional CTM12 EPSG 9377	1:25000
9	SUAITA	EOT	Acuerdo 001 de febrero de 2004	En proceso de actualización	El municipio se encuentra adelantando la revisión y el proceso de concertación interinstitucional para su ajuste definitivo.	Cobertura de tierras	CORDEAM 2026 en portal oficial Web de la Alcaldía municipal de Suaita	No especifican la fecha de análisis, se sobreentiende que es posterior al año 2021 conforme el sistema de referencia	Origen único Nacional CTM12 EPSG 9377	1:25000
10	VÉLEZ	EOT	Acuerdo 004 del 26 de abril de 2004	Desactualizado	El municipio se encuentra adelantando la revisión y el proceso de concertación interinstitucional para su ajuste definitivo.	Cobertura de tierras	CORDEAM 2026 en portal oficial Web de la Alcaldía municipal de Vélez	No especifican la fecha de análisis, se sobreentiende que es posterior al año 2021 conforme el sistema de referencia	Origen único Nacional CTM12 EPSG 9377	1:25000
11	VILLANUEVA	EOT	Acuerdo 014 de septiembre de 2000	Concertado en el año 2017, sin embargo, el municipio manifestó iniciar la revisión nuevamente en la vigencia 2022	A la fecha ha sido adoptado mediante el acuerdo 100-10-10-019-2023 de diciembre 4 de 2023	Cobertura de tierras	UNIÓN TEMPORAL INTERPOT VILLANUEVA	Año 2021	Origen único Nacional CTM12 EPSG 9377	1:25000
12	ZAPATOCA	EOT	Acuerdo 017 de noviembre de 2003	Desactualizado	El municipio se encuentra adelantando la revisión y el proceso de concertación interinstitucional para su ajuste definitivo.	Cobertura de tierras	CORDEAM 2026 en portal oficial Web de	No especifican la fecha de	Origen único Nacional CTM12 EPSG 9377	1:25000

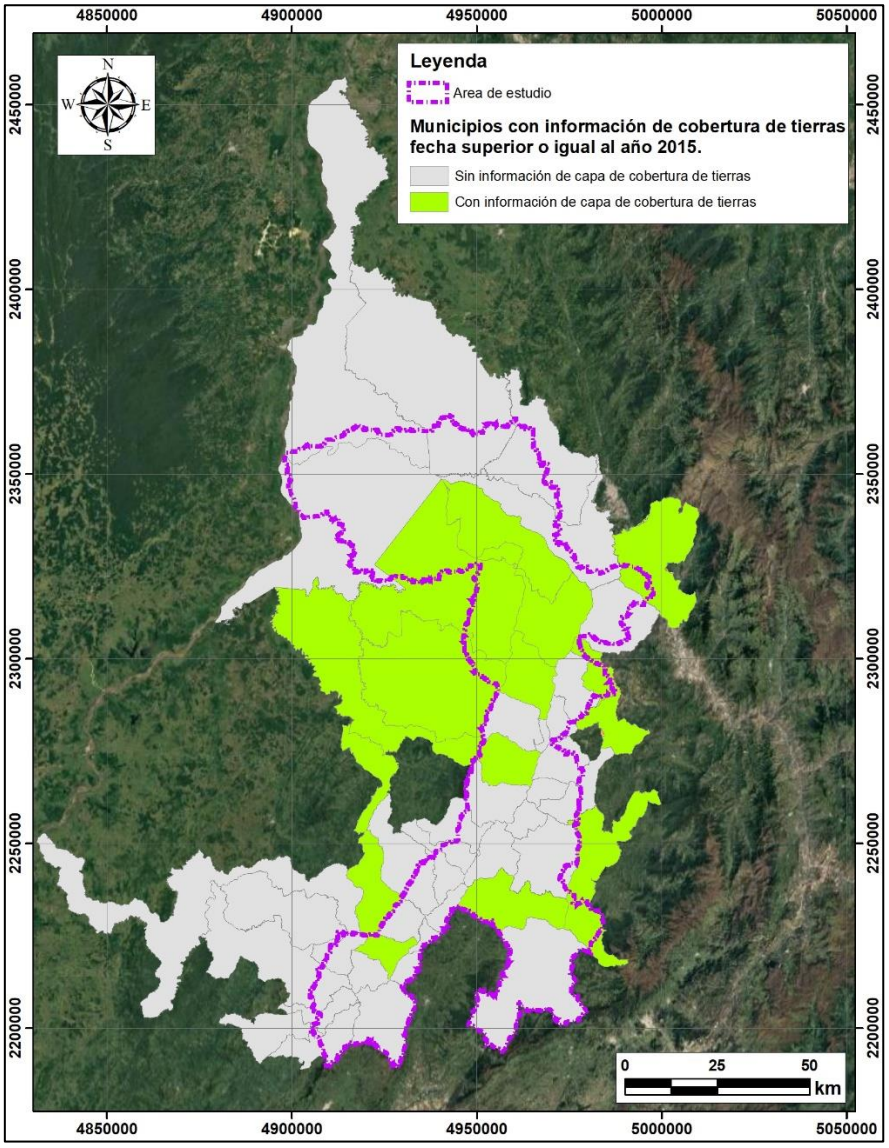
#	Municipio	Tipo	No. Acto administrativo y fecha de adopción	Estado conforme PGAR CAS	Estados conforme comunicados de la administración municipal	Capa analizada	Fuente	Resolución Temporal	Sistema de coordenadas	Escala de trabajo
							la Alcaldía municipal de Zapatoca	análisis, se sobreentiende que es posterior al año 2021 conforme el sistema de referencia		

Fuente. Basados en el PGAR y comunicados de las Administraciones Municipales en sus páginas oficiales.

La presente revisión de las capas de coberturas de la tierra incluidas en los Esquemas, Planes Básicos y de Ordenamiento Territorial de los municipios que conforman el área de estudio, son de importancia en el proceso de retrointerpretación, ya que estos instrumentos de planificación, al estar formulados a una escala de mayor detalle, permiten captar con mayor precisión las dinámicas locales de cambio de coberturas y desforestación, incluyendo los procesos de expansión urbana, de la frontera agrícola en cuanto a las actividades agropecuarias y su relación con la fragmentación de coberturas naturales. Su integración facilita la armonización entre escalas regionales y municipales, así como la validación cruzada de la información. Cabe resaltar que únicamente se tuvo en cuenta la información oficial que pudiese ser representada cartográficamente en un SIG, es decir, archivos tipo shapefile o Geodatabase (GDB).

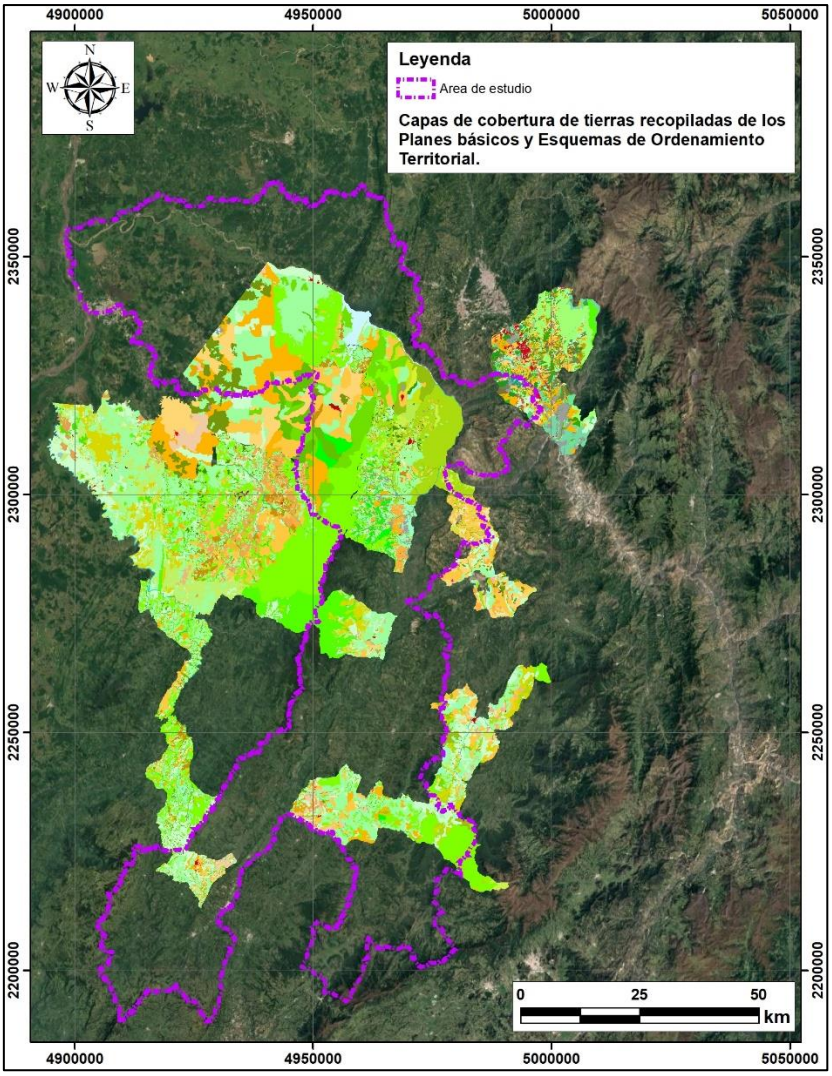
La figura a continuación ilustra con tono verde los municipios con información de capa de cobertura de tierras con fecha superior o igual al año 2015.

Figura 28. Municipios con información de cobertura de tierras en su EOT o PBOT con fecha superior o igual al año 2015.



Ahora bien, la figura siguiente muestra las capas de coberturas originales descargadas para el presente proceso de retrointerpretación de las coberturas.

Figura 29. Municipios con información de cobertura de tierras en su EOT o PBOT con fecha superior o igual al año 2015.



Fuente. Administraciones Municipales.

8.5.4 Coberturas Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes, Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de los Yariguíes

Se incorporó la capa temática de coberturas correspondiente al Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes y al Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de los Yariguíes, áreas que cuentan con un alto valor ecológico y un régimen especial de manejo. Estas coberturas reflejan condiciones de conservación más estrictas y aportan insumos relevantes para la delimitación de áreas estratégicas, la conectividad ecológica y la identificación de coberturas naturales bien conservadas. Sin embargo, estas coberturas presentan limitaciones en su actualización y consistencia metodológica, dado que no se encuentran armonizadas con la metodología Corine Land Cover, lo que restringe su comparabilidad y uso directo en el presente análisis. Del mismo modo, otro factor crítico por considerar es que su escala de trabajo corresponde con 1:50.000, por lo cual existe una mayor generalización de las coberturas.

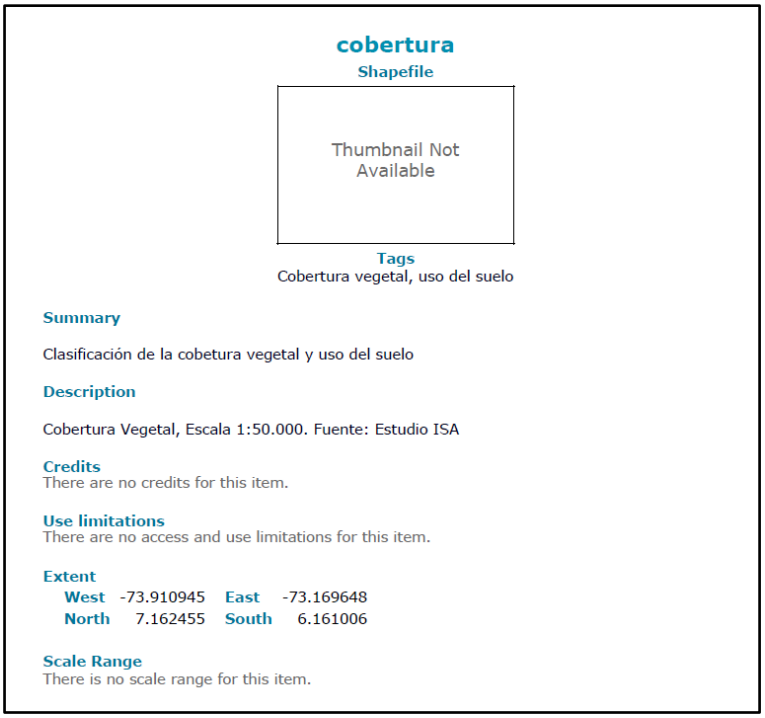
Además, se encuentra en el sistema de coordenadas proyectadas Colombia Bogotá Zone, siendo un sistema anterior al Magna Colombia Bogotá. En la siguiente tabla se presentan las características geoespaciales de la capa:

Tabla 22. Características geoespaciales de la capa de coberturas de la tierra del Parque Nacional Natural (PNN) Serranía de los Yariguíes y Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de los Yariguíes.

Características geoespaciales de la capa de coberturas Parque Nacional Natural (PNN) Serranía de los Yariguíes y Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de los Yariguíes	
Fuente oficial	Corporación Autónoma Regional de Santander- CAS
Escala de trabajo	1:50.000
Sistema de referencia	Colombia Bogotá Zone (EPSG:21897)
Porcentaje de área zonificada respecto al área de estudio	28.50 %
Relevancia en el Proyecto	Capa de apoyo o complementaria para la zona centro- occidental del área de estudio. Su consideración radica en que puede brindar información en donde las capas bases otorguen una clasificación de "Nube, Sombra, Sin Información".
Resolución temporal	No determina

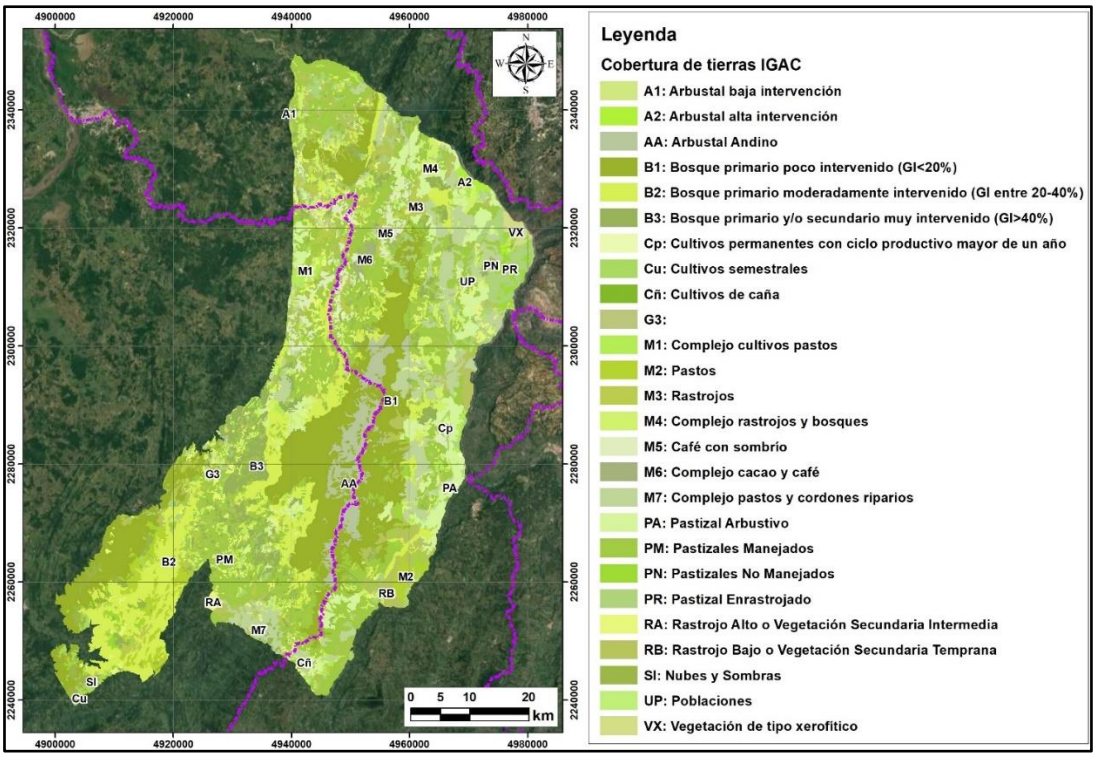
De igual manera se presentan los metadatos asociados a la capa, destacando que el aporte más relevante en su contenido es justamente la escala de trabajo empleada para la generación de esta temática, sin incorporación información acerca de los insumos utilizados para la interpretación ni la temporalidad de los mismo:

Tabla 23. Metadatos de la capa de coberturas de la tierra del Parque Nacional Natural (PNN) Serranía de los Yariguíes y Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de los Yariguíes.



En siguiente figura se ilustra la clasificación contenida en la capa de cobertura del PNN y DRMI de la Serranía de los Yariguíes, así como su distribución espacial e influencia en el área de estudio:

Figura 30. Coberturas de la Tierra Parque Nacional Natural (PNN) Serranía de los Yariguíes y Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de los Yariguíes.



FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

Figura 31. Atributos contenidos en la capa de coberturas de la tierra del Parque Nacional Natural (PNN) Serranía de los Yariguíes y Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de los Yariguíes.

Descripción Tema	*Cobertura de la Tierra SY:*				
	Corresponde al mapa de cobertura de la tierra del DRMI y PNN de la Serrania de los Yariguies				
Feature Class:	*Cobertura*				
Geometría:	*Polígono*				
CAMPO	TIPO DE DATO	TAMAÑO	DESCRIPCIÓN	DOMINIO	OBLIGACIÓN/CONDICIÓN
OBJECTID	Long	8	Valor asignado aleatoriamente por el programa.	N/A	Condicional
AREA	Double	11	Área en metros cuadrados (m²) de cada uno de los polígonos	N/A	Obligatorio
PERIMETER	Double	11	Perímetro en metros cuadrados (m²) de cada uno de los polígonos	N/A	Obligatorio
CODIGO	String	20	Abreviatura alfanumérica de la unidad espacial de cobertura de la tierra, que permite identificar y relacionar cada clasificación temática asignada a un polígono acorde con la leyenda adoptada en el proyecto.	N/A	Obligatorio
CLASIFICAC	String	16	Agrupación temática de mayor jerarquía a la que pertenece la unidad de cobertura de la tierra.	N/A	Obligatorio
LEYENDAS	String	150	Nombre completo de la categoría de cobertura de la tierra representada por la unidad espacial, conforme a las clasificación temática empleada en el proyecto.	N/A	Obligatorio

En conjunto, se concluye que esta capa no se alinea con la nomenclatura establecida en la metodología Corine Land Cover, ya que las unidades de coberturas de la tierra allí contenidas presentan una estructura y codificación diferentes a las definidas para el proceso de retrointerpretación por desarrollar en el presente proyecto. Además, su escala de trabajo es de 1:50.000, lo que conlleva a un menor detalle en la definición y delimitación de las unidades de cobertura. Finalmente, no fue acceder a las características de los insumos empleados para esta interpretación, incluyendo la temporalidad de estos.

9. ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD Y ALINEACIÓN ESPACIAL ENTRE CAPAS HISTÓRICAS

El presente apartado desarrolla la evaluación técnica orientada al proceso de asegurar la compatibilidad y alineación espacial de las capas de coberturas de tierras delimitadas para las cuencas del río Sogamoso (Cod. 2405) y del río Medio y Bajo Suárez (Cod. 2401-02) en sus respectivos Planes de Manejo y Ordenación de Cuencas Hidrográficas (POMCA).

El análisis se fundamenta en la revisión integral del insumo cartográfico actualmente adoptado, el cual se reconoce como un referente de carácter vinculante bajo el marco normativo vigente, teniendo en cuenta la correspondencia con los estándares técnicos vigentes y aplicables para productos a escala 1:25.000. Para ello, se abordan aspectos relacionados con el sistema de referencia espacial, la precisión en la delimitación de polígonos, el cumplimiento de la unidad mínima cartografiable y la revisión de reglas topológicas, así como la influencia de las imágenes base utilizadas en la generación de las coberturas. Este enfoque permitió identificar posibles inconsistencias y condiciones de compatibilidad de las capas, estableciendo elementos técnicos clave para su adecuada integración en el proceso de actualización de cobertura de tierras para ambas unidades hidrográficas.

9.1 COBERTURA DE TIERRAS POMCA RÍO SOGAMOSO (COD. 2405)

9.1.1 Fuentes de información y banco de imágenes

De acuerdo con la descripción consignada en el metadato del feature class “CoberturaTierra_UsoActual” contenido en la geodatabase (GDB) del POMCA, la elaboración de las coberturas de tierra para el área de la subzona hidrográfica del Río Sogamoso se sustentó en la interpretación de imágenes de sensores remotos, empleando como insumo principal imágenes prevenientes del satélite RapidEye correspondientes a los periodos 2009, 2010, 2013 y 2014; siendo complementadas con imágenes de alta resolución disponibles en el visor de Google Earth y del satélite Landsat 8 para los años 2014 y 2015.

Desde el punto de vista técnico, la combinación de estas fuentes implica una heterogeneidad tanto en resolución espacial como en condiciones de adquisición temporal, lo cual incide directamente en la consistencia y comparabilidad de las coberturas generadas. En particular, el uso de imágenes RapidEye (que cuentan con una resolución espacial aproximada de 5 m) permite un mayor nivel de detalle en la delimitación de unidades, favoreciendo la diferenciación y posterior delimitación de coberturas de menor tamaño. Sin embargo, su integración con imágenes Landsat 8 (30 m de resolución espacial) introduce diferencias en el nivel de generalización cartográfica, lo que puede derivar en inconsistencias en la delimitación de bordes y en la definición de polígonos.

Adicionalmente, la amplitud temporal de las imágenes utilizadas (2009–2015) evidencia que la cartografía no responde a un único periodo de referencia, sino a una composición multitemporal de insumos, lo que puede generar discrepancias en la representación de las coberturas debido a cambios por la dinámica propia del territorio (dinámicas de uso del suelo, cobertura vegetal, intervención antrópica) o a variaciones estacionales propias de la adquisición de imágenes (fenología, condiciones atmosféricas, humedad del suelo).

El uso complementario de imágenes de alta resolución a través de Google Earth, si bien fortalece la interpretación visual y la validación de detalles locales, también introduce un nivel adicional de variabilidad, dado que estas imágenes pueden corresponder a fechas distintas y no siempre cuentan con metadatos completos o controlados bajo estándares homogéneos.

En este contexto, las características de los sensores empleados y la diversidad temporal de los insumos constituyen factores determinantes en la calidad, precisión y coherencia de las coberturas generadas.

9.1.2 Sistema de referencia espacial

El análisis del insumo cartográfico correspondiente a la cuenca del río Sogamoso evidenció que el feature class "CoberturaTierra_UsoActual" se encuentra definido originalmente en el sistema de proyección de coordenadas MAGNA Colombia Bogotá (EPSG:3116). No obstante, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 471 del 2020 expedida por el IGAC, la producción cartográfica oficial en Colombia debe desarrollarse bajo el sistema MAGNA Origen Único Nacional (EPSG:9377), con el fin de garantizar la estandarización, interoperabilidad y coherencia espacial tanto para la cartografía base como para la cartografía temática generada a nivel nacional.

Bajo dicha consideración, la evaluación del sistema de referencia espacial se orientó a verificar la correspondencia del insumo con el marco normativo vigente e identificar posibles implicaciones derivadas de la coexistencia de sistemas de referencia distintos dentro de un mismo flujo de análisis. La adopción de un sistema no estandarizado frente a los lineamientos actuales puede afectar la integración con otras capas oficiales con una temporalidad más reciente, así como la consistencia en procesos de análisis espacial, superposición de información y la generación de productos cartográficos derivados.

9.1.3 Variación de áreas

La comparación de la misma información cartográfica bajo los sistemas de referencia EPSG:3116 y EPSG:9377 permitió evidenciar variaciones en el área de la unidad hidrográfica y los elementos que conforman el feature class "CoberturaTierra_UsoActual", asociadas a las diferencias en los parámetros de proyección y en la representación geométrica de los elementos. Este comportamiento responde a la transformación en la posición relativa de los vértices y en la forma de las geometrías al ser expresadas en un sistema de coordenadas distinto.

En términos técnicos, la migración de un sistema de referencia a otro no constituye únicamente un cambio de ubicación espacial, sino que implica un reajuste geométrico de las entidades, lo que se traduce en modificaciones de las métricas consideradas para un elemento espacial, tal como podría ser: el área, perímetro, longitud de bordes y distancias internas. Estas variaciones son inherentes al proceso de transformación y dependen de factores como el tipo de proyección, el datum y los parámetros de conversión utilizados.

Adicionalmente, se identificaron desplazamientos sutiles en la geometría de elementos individuales de la capa, los cuales se hacen evidentes al realizar comparaciones directas entre ambas representaciones. Si bien estas diferencias no modifican el contenido temático de la información, sí tienen implicaciones sobre la precisión de los cálculos espaciales y la consistencia requerida para análisis multitemporales y procesos de integración cartográfica.

En este sentido, las variaciones observadas evidencian la importancia de mantener uniformidad en el sistema de referencia espacial tanto para los productos intermedios como para los productos finales por generar en las fases subsiguientes del presente proyecto, especialmente cuando se requiere comparar, superponer o integrar información geográfica proveniente de diferentes fuentes o periodos de tiempo.

Figura 32. Variación en el área de la unidad hidrográfica del río Sogamoso asociada a la migración del Sistema de Coordenadas Proyectadas.

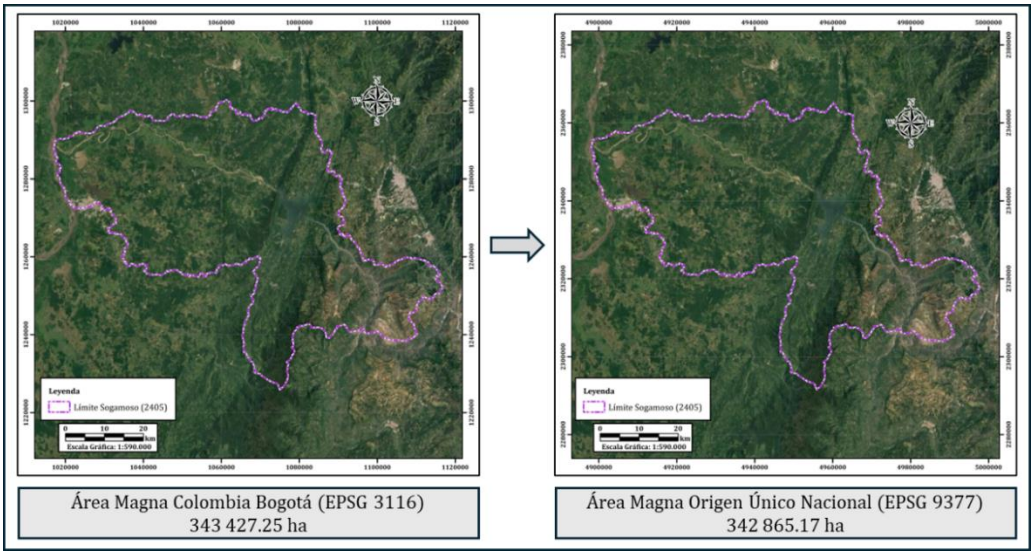
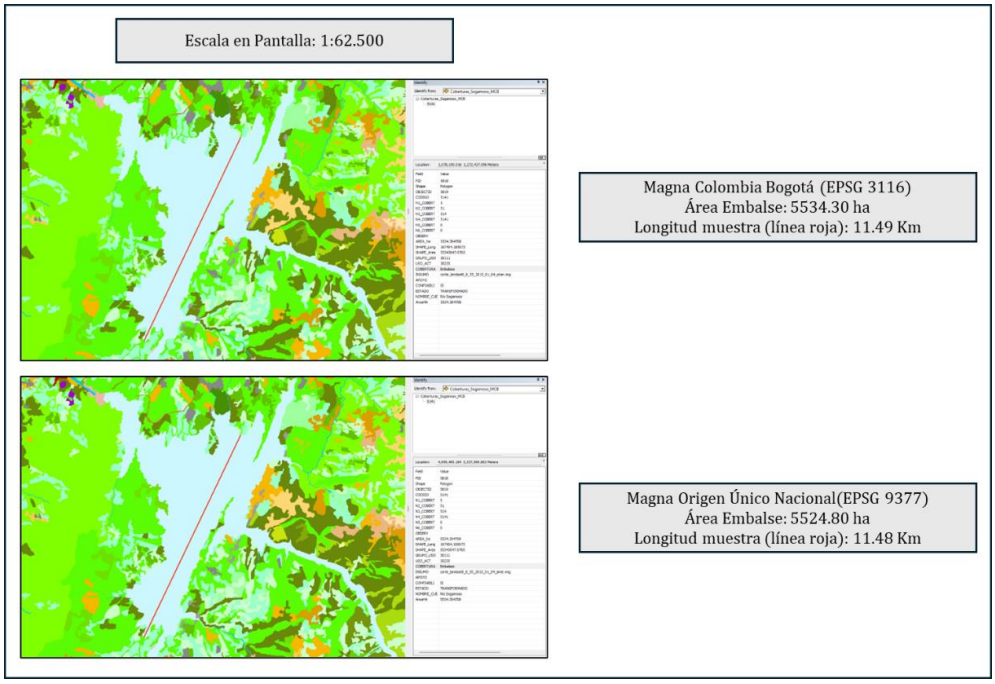


Figura 33. Comparación área y extensión de un elemento de la capa bajo los sistemas EPSG:3116 y EPSG:9377 (Río Sogamoso).



FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

9.1.4 Unidad mínima cartografiable (UMC)

El análisis del feature class "CoberturaTierra_UsoActual", evidenció que la capa se encuentra conformada por un total de 6374 unidades espaciales, de los cuales 208 cuentan con áreas inferiores a 1.56 ha en su sistema de coordenadas original EPSG:3116, valor definido como la Unidad Mínima Cartografiable (UMC) para productos a escala 1:25.000.

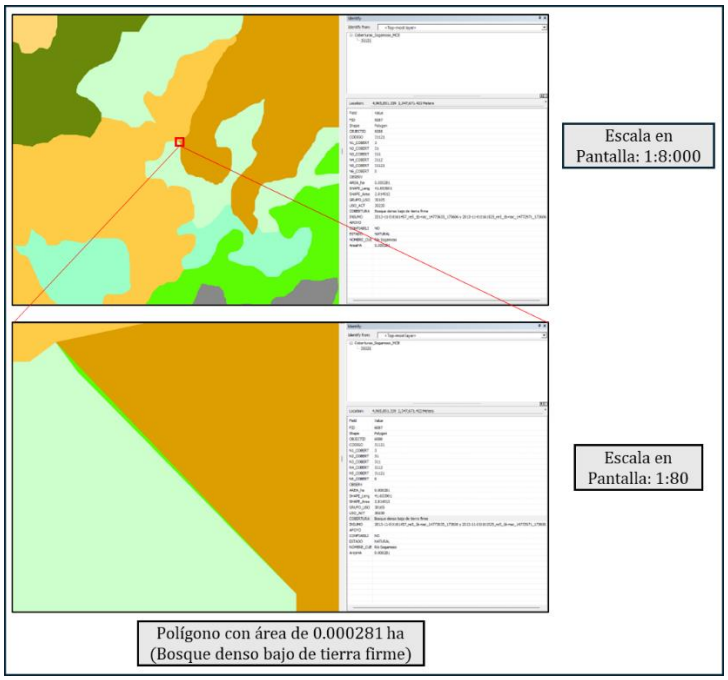
Si bien la normativa técnica contempla excepciones para determinadas clases de cobertura, particularmente asociadas a territorios artificializados y algunas superficies de agua donde la representatividad de unidades de menor tamaño puede ser relevante, varios de los polígonos identificados por debajo de la UMC en este caso corresponden a coberturas de territorios agrícolas, así como bosques y áreas seminaturales, para las cuales se exige el cumplimiento del umbral mínimo de 1.56 ha, sin aplicación de excepciones.

En términos cuantitativos, estos polígonos representan el 3.26% del total de unidades espaciales, valor que supera el umbral de referencia del 3% establecido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en la Guía para la Elaboración del Mapa de Cobertura de la Tierra Escala 1:25.000, vigente desde el año 2021 y considerado como criterio de control de calidad para este tipo de productos cartográficos. Este resultado sugiere una representación excesiva de unidades por debajo de la UMC, lo cual puede estar asociado a procesos de sobre- digitalización, segmentación excesiva o a la influencia de resolución espacial de los insumos empleados para para la interpretación y definición de las coberturas.

Desde el punto de vista cartográfico y analítico, la presencia de polígonos por debajo de la UMC afecta la coherencia entre la escala de trabajo y el nivel de detalle del producto, incrementando artificialmente la fragmentación del paisaje y que puede generar sesgos en análisis derivados, tales como estadísticas de cobertura, métricas de conectividad o procesos de homologación temática en estudios multitemporales.

Por ende, se considera que la identificación de estos elementos constituye un insumo clave para la evaluación de la calidad del producto cartográfico, evidenciando la necesidad de ajustar la representación espacial de las coberturas en función de los estándares técnicos aplicables.

Figura 34. Muestra de elemento por debajo de la UMC (Río Sogamoso).



9.1.5 Reglas topológicas

La revisión de la geometría de las unidades espaciales que conforman feature class "CoberturaTierra_UsoActual" evidenció la presencia de polígonos con una cantidad excesiva de vértices,

condición que se hace particularmente evidente al analizar la información a una escala de visualización o en pantalla de 1:8.000, considerada como escala de captura recomendada para productos a escala de trabajo 1:25.000. Este comportamiento sugiere un nivel de detalle geométrico superior al requerido, lo cual no necesariamente se traduce en una mejora en la calidad cartográfica, sino en una sobrerrepresentación de la forma de los elementos.

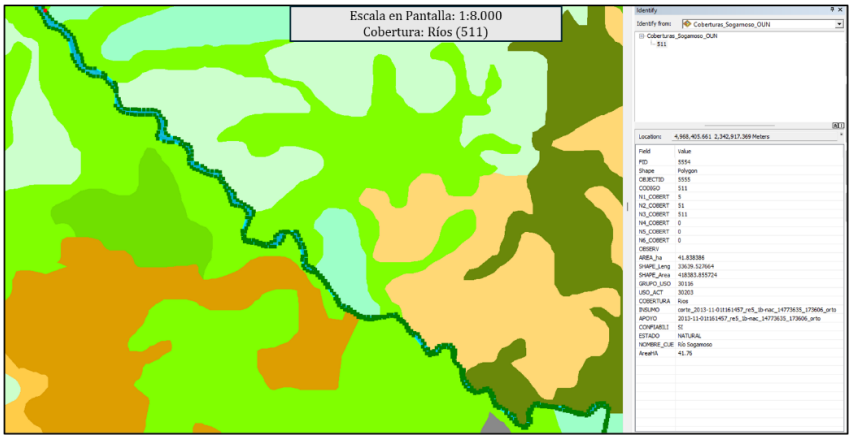
Este patrón puede estar asociado a los métodos empleados durante el proceso de generación de las coberturas, tales como procesos de clasificación supervisada o no supervisada de imágenes, donde la delimitación de unidades puede derivar en bordes altamente irregulares y con alta densidad de vértices. Asimismo, la falta de estandarización de escala de captura de la información puede conllevar a la digitalización de detalles finos que, a la escala de trabajo definida, no resultan cartográficamente pertinentes.

Desde el punto de vista topológico, la presencia de geometrías sobre- digitalizadas incrementa la probabilidad de inconsistencias estructurales tales como bordes redundantes, vértices innecesarios, microsegmentaciones, traslapes no intencionados y falsos vacíos entre polígonos contiguos. Estas condiciones afectan directamente el desempeño de la capa en operaciones de análisis espacial (intersección, disolución, recorte, validación de continuidad), así como la potencial generación de errores en los resultados obtenidos.

Adicionalmente, una densidad elevada de vértices incide directamente en el incremento del peso de los datos y en la complejidad computacional, dificultando su manejo, visualización y procesamiento dentro de entornos SIG. Desde la perspectiva de calidad cartográfica, la topología no solo garantiza la correcta relación espacial entre unidades (adyacencia, conectividad y no superposición), sino que también asegura que la geometría sea consistente con la escala de trabajo y con los estándares técnicos aplicables.

En consecuencia, las condiciones observadas evidencian la necesidad de evaluar procesos de simplificación geométrica y control topológico durante el proceso de actualización de las coberturas, orientados a reducir la complejidad innecesaria de las geometrías y a garantizar el cumplimiento de reglas básicas como la ausencia de traslapes, la no existencia de vacíos no intencionados y la adecuada coincidencia de bordes entre polígonos.

Figura 35. Ejemplo de polígono con alta densidad de vértices a escala de visualización 1:8.000 (Río Sogamoso).



9.1.6 Limitaciones del análisis

El presente análisis se desarrolló con base en el insumo cartográfico disponible en la geodatabase (GDB) del POMCA del Río Sogamoso, lo que implica una serie de limitaciones asociadas a la disponibilidad, completitud y trazabilidad de la información utilizada en la generación de las coberturas de la tierra.

En primer lugar, no se contó con acceso directo a las imágenes satelitales originales empleadas como insumo para la interpretación de las coberturas, lo que restringe la posibilidad de verificar de manera independiente los criterios de delimitación, clasificación y ajuste geométrico aplicados durante su elaboración. Esta condición limita una evaluación detallada de la correspondencia entre la cartografía generada y la realidad observada en las imágenes fuente.

Adicionalmente, si bien el metadato del feature class referencia el uso de sensores como RapidEye y Landsat 8, no se dispone de información específica relacionada con la fecha exacta de adquisición de las imágenes, condiciones de captura, niveles de procesamiento ni parámetros de corrección aplicados. Cabe señalar que estos atributos tampoco resultan evidenciables en el documento Volumen I “Caracterización básica y del sistema Físico- Biótico”, considerado parte integra de la fase diagnóstico del POMCA. Por ende, aspectos como la nubosidad, condiciones atmosféricas y variabilidad estacional no pudieron ser evaluados de manera directa, lo cual introduce incertidumbre en la interpretación de las coberturas.

En este contexto, se identificó la presencia de dos polígonos sin asignación de categoría de cobertura en la capa temática; situación que, de acuerdo con la revisión del insumo, puede estar asociada a condiciones de nubosidad en las imágenes utilizadas, lo que habría impedido una adecuada interpretación temática. Este tipo de vacíos afecta la completitud espacial y puede incidir en análisis posteriores de cuantificación y distribución de coberturas.

De este modo, las consideraciones previamente enunciadas son contempladas en la interpretación de los resultados del presente análisis, en la medida en que pueden incidir en la precisión, confiabilidad y nivel de detalle del insumo cartográfico evaluado.

9.1.7 Integración de hallazgos

El análisis integral del feature class “CoberturaTierra_UsoActual” para la subzona hidrográfica del río Sogamoso permitió establecer que la calidad y consistencia del insumo cartográfico no dependen exclusivamente de la clasificación temática de las coberturas, sino de la interacción entre múltiples factores de carácter geométrico, metodológico y de fuente de información.

En primer lugar, la heterogeneidad en el banco de imágenes implementadas como insumo, tanto en términos de resolución espacial como de temporalidad, constituye un elemento determinante en la configuración de las coberturas. La combinación de imágenes RapidEye, Landsat 8 y fuentes de alta resolución introduce variaciones en el nivel de detalle y en los criterios de delimitación, lo cual se ve reflejado en la fragmentación de las unidades y en la definición de sus bordes.

A su vez, se evidenció que el sistema de coordenadas proyectada es diferente en comparación con la normativa vigente, en concordancia con la Resolución 471 de 2020 del IGAC, evidenciando la necesidad de garantizar procesos de estandarización que permitan la adecuada interoperabilidad del insumo con otras capas oficiales. Las variaciones identificadas en métricas como área, perímetro y distancias, así como los desplazamientos geométricos derivados de la transformación entre sistemas, refuerzan la importancia de la consistencia espacial como condición base para el análisis cartográfico.

En cuanto a la estructura interna de la capa, la presencia de polígonos por debajo de la Unidad Mínima Cartografiable (UMC), en un porcentaje superior al umbral definido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), junto con la identificación de geometrías con alta densidad de vértices, evidencian procesos de sobre- digitalización y un nivel de detalle que excede el requerido para la escala de trabajo 1:25.000. Estas condiciones no solo afectan la calidad topológica del insumo, sino que inciden directamente en la fragmentación del paisaje y en la confiabilidad de análisis derivados.

De manera complementaria, las limitaciones asociadas a la disponibilidad de información (particularmente la ausencia de imágenes fuente, metadatos y/o atributos detallados y trazabilidad metodológica) introducen un nivel de incertidumbre que restringe el proceso de evaluación del insumo y condiciona la interpretación de los resultados obtenidos.

En síntesis, se evidencia que las inconsistencias observadas no responden a un único factor, sino a la convergencia de condiciones asociadas a la fuente de datos, los procesos de generación cartográfica y la estructura geométrica del producto. En este sentido, dichos hallazgos deberán ser considerados en las fases de captura y delimitación de las unidades espaciales en el marco de la actualización de las coberturas de tierra, en procura de lograr una corrección y ajuste de los productos finales. Adicionalmente, lo anteriormente descrito tiene el propósito de garantizar su alineación con la normativa vigente a nivel de referencia espacial, en particular con lo establecido en la Resolución 471 de 2020 expedida por el IGAC y con los estándares técnicos definidos para la elaboración del mapa temático de cobertura de la tierra a escala 1:25.000, asegurando así la consistencia, comparabilidad y confiabilidad del producto cartográfico resultante.

9.2 COBERTURA DE TIERRAS POMCA MEDIO Y BAJO SUÁREZ (COD. 2401-02)

9.2.1 Fuentes de información y banco de imágenes

A diferencia del POMCA del Río Sogamoso, el metadato del feature class “CoberturaTierra_UsoActual” contenido en la geodatabase (GDB) del POMCA Río medio y bajo Suárez no presenta información detallada sobre las imágenes utilizadas para su interpretación y delimitación. En consecuencia, resulta necesario consultar el documento de la fase de diagnóstico del POMCA, en el cual se indica que la generación de las coberturas se apoyó principalmente en imágenes del satélite RapidEye correspondientes al año 2013, con una resolución espacial aproximada de 6 metros y resolución radiométrica de 5 bandas.

Adicionalmente, se incorporaron tres imágenes del satélite Landsat correspondientes al año 2003 para el análisis multitemporal, con una resolución espacial de 30 metros y resolución radiométrica de 8 bandas, empleadas para el análisis multitemporal. La integración de estos insumos con imágenes RapidEye del año 2013 introduce diferencias sustanciales en el nivel de detalle y en la capacidad de discriminación de unidades espaciales, lo cual puede incidir en la delimitación de polígonos y en los procesos de generalización cartográfica.

A lo anterior se suma el uso de fuentes complementarias como el basemap de ArcMap y el visor de Google Earth, que si bien fortalecen la interpretación visual, presentan limitaciones en términos de control sobre la temporalidad y disponibilidad de metadatos estandarizados. Esta condición restringe la trazabilidad del proceso y dificulta la verificación de la correspondencia entre las coberturas delimitadas y las condiciones reales del territorio al momento de captura de las imágenes.

En conjunto, la combinación de insumos correspondientes a distintos periodos (2003 y 2013) y con características técnicas heterogéneas en resolución espacial y calidad de información genera un escenario de incertidumbre en la interpretación cartográfica, donde las diferencias observadas pueden

responder tanto a dinámicas reales del territorio como a efectos derivados de la naturaleza de las fuentes empleadas. Por tanto, estos factores deben ser considerados en el análisis multitemporal actualizado propuesto, en la medida en que condicionan su coherencia, precisión y confiabilidad

9.2.2 Sistema de referencia espacial

De manera similar a lo evidenciado para la unidad hidrográfica del río Sogamoso, el feature class "CoberturaTierra_UsoActual" para el POMCA del Río Medio y Bajo Suárez fue generado y aprobado bajo el sistema de proyección de coordenadas MAGNA Colombia Bogotá (EPSG:3116). Esta condición no se ajusta a lo dispuesto en la Resolución 471 del 2020 expedida por el IGAC, en la cual se establece que la cartografía oficial en Colombia, tanto base como temática, debe estructurarse bajo el sistema MAGNA Origen Único Nacional (EPSG:9377), como mecanismo para asegurar la homogeneidad espacial a nivel nacional.

En este contexto, la revisión del sistema de referencia permitió identificar una desalineación frente al estándar normativo vigente, lo cual representa una limitante para la interoperabilidad del insumo con información geográfica generada bajo el sistema oficial vigente. Esta situación puede repercutir en la compatibilidad entre capas, especialmente en ejercicios de integración, superposición y análisis espacial con capas temáticas más recientes, así como en la consistencia de los resultados obtenidos en procesos técnicos posteriores. Por ende, las fases posteriores se alinearán con las disposiciones de la anteriormente citada Resolución 471 del 2020 o la norma que la adicione, modifique o sustituya.

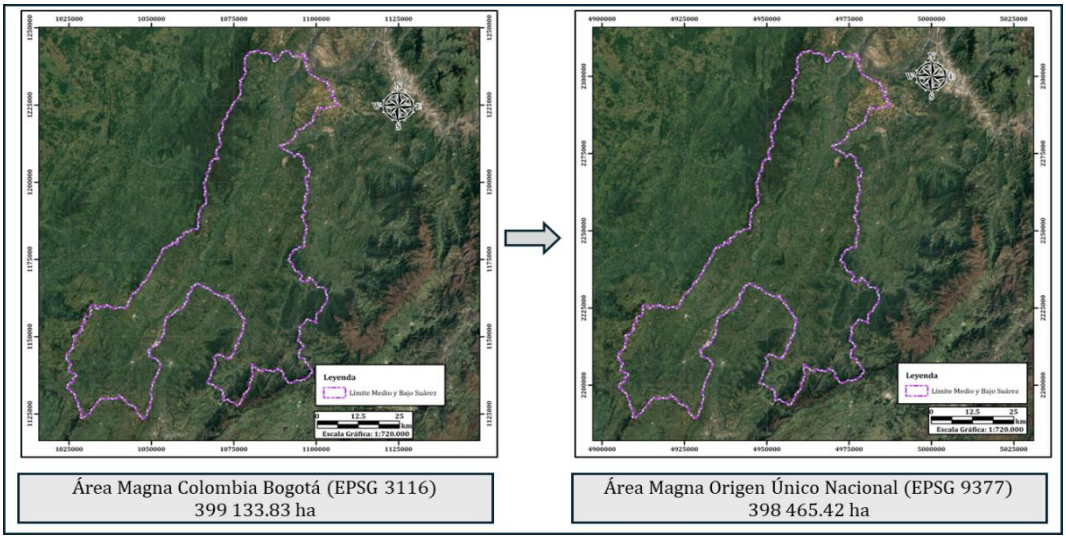
9.2.3 Variación de áreas

La evaluación de la información cartográfica bajo los sistemas de referencia EPSG:3116 y EPSG:9377 evidenció diferencias en las métricas espaciales de la unidad hidrográfica y de las unidades espaciales que componen el feature class "CoberturaTierra_UsoActual", derivadas de los cambios en la proyección y, en consecuencia, la forma de representación de las geometrías.

La transición entre sistemas de referencia, como se explicó anteriormente para Río Sogamoso, conlleva un ajuste en la geometría de los elementos, lo que se refleja en variaciones en atributos como área, perímetro y distancias, producto de la modificación en la ubicación relativa de los vértices y en la configuración de los polígonos. Asimismo, se identifican ligeros desplazamientos en algunos elementos al contrastar ambas representaciones, los cuales, aunque no alteran la clasificación temática, resultan incidiendo en la precisión de los cálculos espaciales.

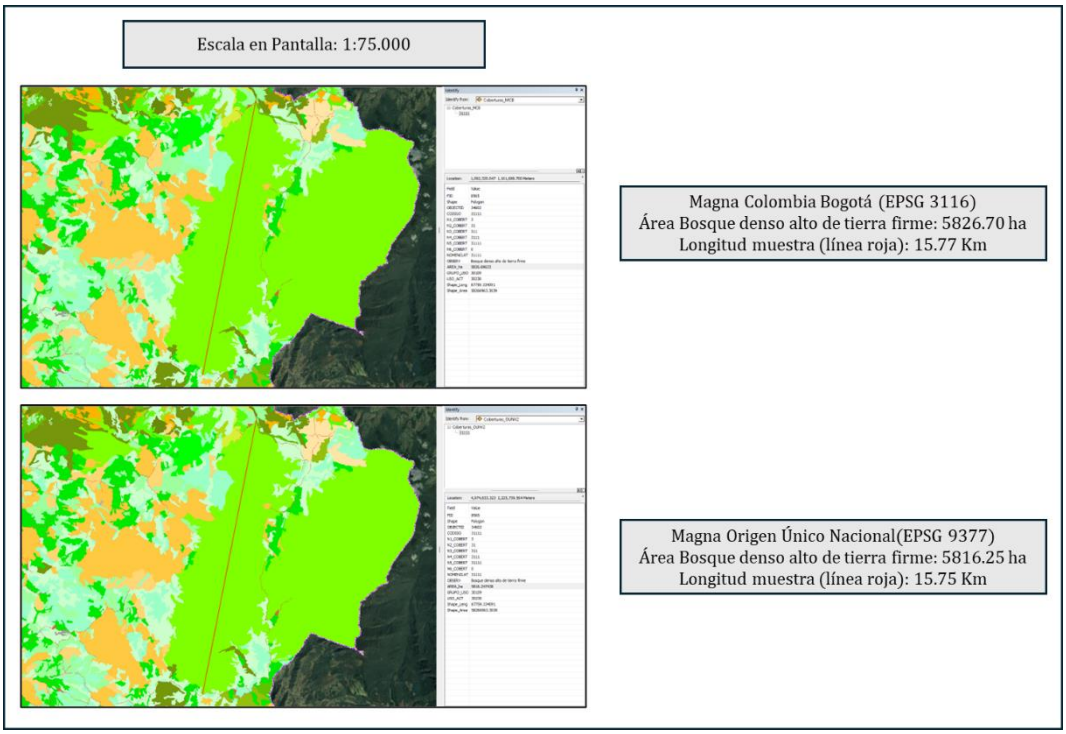
En este sentido, las diferencias observadas refuerzan la necesidad de trabajar bajo un sistema de referencia unificado y acorde con la normativa vigente, especialmente en contextos donde se requiere integrar o comparar información geográfica, garantizando así la coherencia y confiabilidad de los análisis derivados.

Figura 36. Variación en el área de la unidad hidrográfica del río Medio y Bajo Suárez asociada a la migración del Sistema de Coordenadas Proyectadas.



FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

Figura 37. Comparación área y extensión de un elemento de la capa bajo los sistemas EPSG:3116 y EPSG:9377 (Río Medio y Bajo Suárez).



FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

9.2.4 Unidad mínima cartografiable

La revisión del feature class "CoberturaTierra_UsoActual" para el Río Medio y Bajo Suárez permitió identificar que, de un total de 14 198 unidades espaciales, 249 polígonos presentan áreas inferiores a la unidad mínima cartografiable, lo que corresponde al 1.67% del total de las unidades espaciales. Este

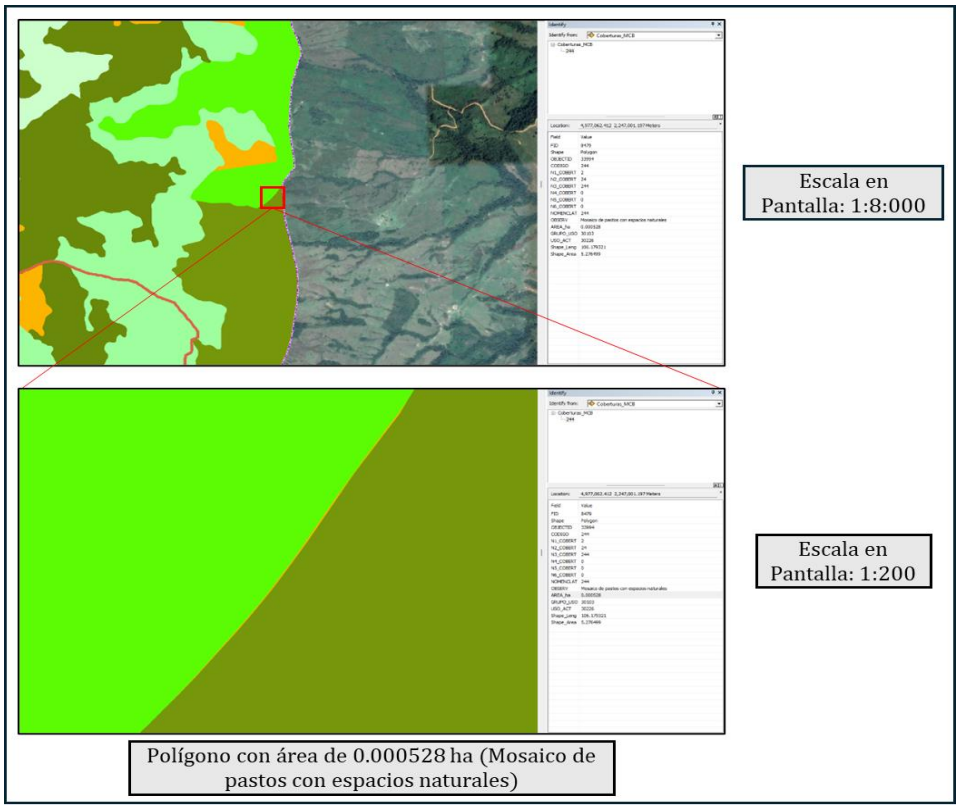
valor se encuentra dentro del límite de referencia establecido por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), según el cual la proporción de unidades por debajo de la UMC no debe superar el 3%, lo que indica de manera preliminar el cumplimiento de este criterio de calidad.

No obstante, un análisis cualitativo de estos polígonos evidencia que varios de ellos corresponden a coberturas de territorios agrícolas y bosques y áreas naturales, categorías para las cuales no se contemplan excepciones en relación con el cumplimiento del área mínima. Adicionalmente, se observa que no todos estos elementos se localizan en los bordes del área de estudio, condición bajo la cual podrían considerarse como excepciones según los lineamientos técnicos planteados por el IGAC, lo que sugiere la presencia de unidades que no se ajustan plenamente a los criterios establecidos.

Por otra parte, en el documento de fase de diagnóstico del POMCA se indica que para la generación de las coberturas se adoptó una UMC de 2.5 ha, exceptuando algunos tipos de cobertura considerados fácilmente identificables en la imagen y con representatividad ecológica. Esta diferencia frente al estándar de 1.56 ha definido para productos a escala 1:25.000 introduce una discrepancia en los criterios de generalización cartográfica, que puede incidir en la consistencia del producto frente a lineamientos técnicos más recientes.

En conjunto, aunque el porcentaje de polígonos por debajo de la UMC se encuentra dentro de los rangos aceptables, la presencia de unidades que no cumplen con las condiciones de excepción y la adopción de un umbral distinto al normativo evidencian la necesidad de revisar la coherencia entre los criterios aplicados en la generación de la cartografía y los estándares técnicos vigentes, con el fin de asegurar la representatividad y confiabilidad de los productos finales del proyecto.

Figura 38. Muestra de elemento por debajo de la UMC (Río Medio y Bajo Suárez).



9.2.5 Reglas topológicas

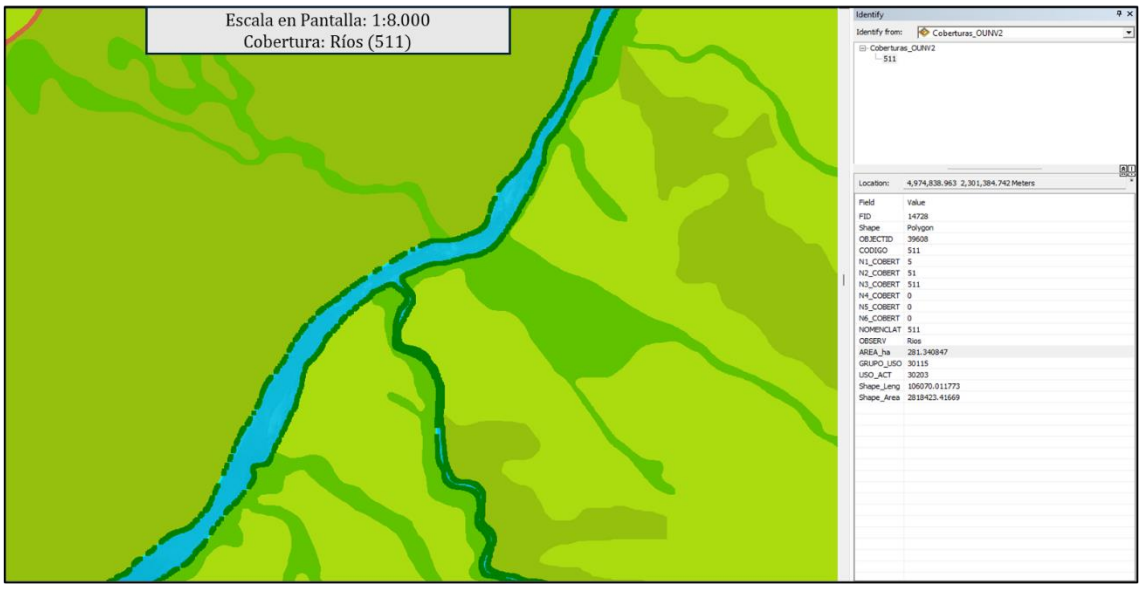
La evaluación de la geometría del feature class "CoberturaTierra_UsoActual" evidenció la presencia de polígonos con alta densidad de vértices, condición que se hace notoria al analizar la información con una escala de visualización o en pantalla de 1:8.000, tomada como referencia para la captura y elaboración de productos a escala 1:25.000. Este nivel de detalle geométrico resulta superior al requerido para la escala de trabajo, generando una representación excesivamente compleja de las unidades espaciales, similar a lo evidenciado para el caso del Río Sogamoso.

Este comportamiento puede estar relacionado con los métodos de generación de las coberturas, particularmente con procesos de clasificación e interpretación de imágenes que tienden a producir bordes irregulares, así como con la ausencia de criterios homogéneos en la digitalización. Como resultado, se presentan geometrías con segmentación innecesaria y baja generalización cartográfica.

Asimismo, desde la perspectiva topológica, estas condiciones incrementan la probabilidad de inconsistencias como bordes redundantes, microsegmentaciones, traslapes no intencionados y falsos vacíos entre polígonos contiguos, afectando la estabilidad de la capa en operaciones de análisis espacial y la confiabilidad de los resultados derivados. Asimismo, la complejidad geométrica impacta el desempeño en entornos SIG debido al aumento en el volumen y procesamiento de los datos.

En consecuencia, se evidencia la necesidad de incorporar procesos de simplificación geométrica y validación topológica, orientados a garantizar la coherencia entre la geometría de las entidades, la escala de representación y los estándares técnicos aplicables.

Figura 39. Ejemplo de polígono con alta densidad de vértices a escala de visualización 1:8.000 (Río Medio y Bajo Suárez).



FUENTE: (Unión Temporal Cobertura CAS 2026, 2026)

9.2.6 Limitaciones del análisis

El análisis es realizado al feature class "CoberturaTierra_UsoActual", contenido en la GDB del POMCA del Río Medio y Bajo Suárez y al informe técnico consignado en el documento de fase de diagnóstico. En primer lugar, se evidencia una ausencia significativa de información en el metadato del feature class

respecto a las imágenes empleadas para la interpretación, situación que obliga a recurrir a fuentes documentales para llegar a determinar los insumos utilizados. No obstante, incluso en el documento diagnóstico, la información reportada resulta insuficiente para reconstruir con precisión las condiciones bajo las cuales se generó la capa temática.

En particular, no se dispone de datos sobre la fecha exacta de adquisición de las imágenes utilizadas (tanto del satélite RapidEye como Landsat), ni sobre variables críticas como niveles de nubosidad, condiciones atmosféricas o ángulos de captura. La ausencia de estos parámetros impide evaluar la calidad de los insumos desde el punto de vista radiométrico y limita la capacidad de establecer la correspondencia entre la información cartográfica y las condiciones reales del territorio.

Adicionalmente, no se documentan aspectos relacionados con el tratamiento espectral de las imágenes, tales como el tipo de bandas utilizadas, combinaciones radiométricas aplicadas o de la generación de índices empleados (por ejemplo, índices de vegetación u otros derivados), los cuales son fundamentales para sustentar los procesos de interpretación y delimitación de coberturas. Esta carencia restringe la evaluación de la consistencia metodológica del producto y dificulta la replicabilidad del proceso cartográfico.

Por otra parte, la dependencia de plataformas como ArcMap y Google Earth como apoyo a la interpretación introduce un nivel adicional de incertidumbre, dado que estas fuentes no garantizan uniformidad temporal ni disponibilidad de metadatos estandarizados, lo cual afecta la trazabilidad y control de calidad del proceso.

En conjunto, estas limitaciones evidencian una baja capacidad de verificación independiente del insumo cartográfico, así como restricciones en la evaluación de su precisión y confiabilidad. Por tanto, los resultados del presente análisis deben interpretarse considerando estas condiciones, en la medida en que influyen directamente en el nivel de certeza asociado a la delimitación y caracterización de las coberturas de tierra que servirá como punto de partida para el proceso de actualización.

9.2.7 Integración de hallazgos

El análisis integral del feature class “CoberturaTierra_UsoActual” para la unidad hidrográfica del Río Medio y Bajo Suárez evidencia que las inconsistencias identificadas no responden a un único aspecto del proceso cartográfico, sino a la interacción de factores asociados tanto a la calidad de los insumos de origen como a los criterios técnicos y metodológicos empleados en su generación.

En primera instancia, la limitada trazabilidad de la información base, particularmente en lo relacionado con las imágenes utilizadas, sus condiciones de adquisición y el tratamiento espectral aplicado, introduce un nivel de incertidumbre estructural que restringe la verificación independiente del producto y condiciona su confiabilidad. Esta situación se ve reforzada por la combinación de insumos con diferencias marcadas en resolución espacial para el análisis multitemporal, lo cual complejiza la interpretación de las coberturas y dificulta distinguir entre cambios reales del territorio y efectos derivados de la heterogeneidad de las fuentes.

A nivel geométrico y cartográfico, se identifican elementos que, si bien en algunos casos cumplen formalmente con criterios cuantitativos (como el porcentaje de polígonos por debajo de la UMC), presentan inconsistencias cualitativas relacionadas con la aplicación de las excepciones, la adopción de umbrales superiores a los establecidos por la normativa vigente y la presencia de geometrías con un nivel de detalle superior al requerido. Estas condiciones afectan la coherencia entre la escala de trabajo, la representatividad de las unidades y la estabilidad del insumo en procesos de análisis espacial.

De manera complementaria, la utilización de un sistema de referencia distinto al actualmente adoptado de manera normativa y las variaciones métricas asociadas a su transformación evidencian la necesidad de garantizar consistencia espacial e interoperabilidad en escenarios donde la información deba integrarse con capas temáticas provenientes de fuentes de información secundaria o ser utilizada en análisis comparativos.

En conjunto, los hallazgos permiten concluir que el insumo presenta limitaciones tanto en su componente temático como en su estructura geométrica y en la documentación de su proceso de generación, lo cual debe ser considerado de manera integral en su utilización. En este sentido, durante el proceso de actualización de coberturas se deberán incorporar estos elementos como criterios de ajuste, procurando su alineación con la Resolución 471 de 2020 del IGAC y con los estándares técnicos vigentes para la elaboración de cartografía temática de coberturas de la tierra a escala 1:25.000, con el fin de asegurar la consistencia, trazabilidad y confiabilidad del producto final.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 CONCLUSIONES

Selección de insumos

La evaluación técnica de diferentes fuentes de información satelital, cartográfica y temática permitió filtrar y seleccionar los insumos más adecuados para el desarrollo del estudio, considerando criterios de resolución espacial, cobertura geográfica, temporalidad, calidad de la información, compatibilidad de escala, confiabilidad documental y demás requerimientos planteados en las guías del IGAC para la elaboración de las coberturas de la tierra bajo una escala de trabajo 1:25.000.

La integración del ortomosaico derivado de imágenes PlanetScope obtenido del IGAC con productos multitemporales provenientes de la constelación de satélites Sentinel-2 permitió complementar las fortalezas de ambos sensores y reducir sus limitaciones, combinando la resolución espacial del primero con la riqueza espectral del segundo.

Alistamiento de la imagen

La conversión de valores digitales a reflectancia aparente, la normalización inter- sensorial e inter-temporal y la optimización radiométrica de las composiciones RGB contribuyeron a reducir variaciones asociadas a las condiciones de adquisición y a mejorar la diferenciación visual de las coberturas.

La generación de índices espectrales como NDVI y NDWI, junto con composiciones multiespectrales en falso color, fortaleció la identificación de patrones biofísicos, cuerpos de agua, coberturas vegetales y áreas intervenidas, incrementando la precisión y confiabilidad de la interpretación temática.

Información de apoyo

La recopilación y evaluación de la información de apoyo permitió consolidar una base cartográfica y temática adecuada para la retrointerpretación de las coberturas, teniendo como referencia una escala de trabajo de 1:25.000. Entre la información evaluada se diferencian las capas de coberturas tanto del POMCA del Río Sogamoso como del Río Medio y Bajo Suárez, consideradas como la base para dicho proceso de retrointerpretación.

La información de apoyo analizada y evaluada presentan diferencias en escala de trabajo, sistemas de referencia y en la resolución espacial como temporal de los insumos considerados para la interpretación, dificultando la evaluación de la pertinencia de estos insumos temáticos complementarios. En consecuencia, su consideración se restringe a la información que puedan brindar en aquellos sectores en los cuales las capas bases presenten unidades de coberturas de la tierra como “Nube, sombre, Sin Información”.

En general, la información de apoyo carece de metadatos y una estructura unificada u homogénea de los atributos contenidos en estas, lo que restringe la trazabilidad y dificulta la evaluación de su confiabilidad y comparabilidad.

Compatibilidad y alineación espacial entre capas históricas

Las capas históricas de coberturas de la tierra de los POMCA del Río Sogamoso y del Río Medio y Bajo Suárez presentan limitaciones que afectan su compatibilidad, precisión y comparabilidad espacial. Entre los principales hallazgos se encuentra el uso de un sistema de referencia de coordenadas no acoplado con la normativa vigente, variaciones geométricas derivadas de los procesos de transformación cartográfica, el incumplimiento de la máxima proporción de polígonos con área inferior a la unidad mínima cartografiable, alta densidad de vértices y heterogeneidad tanto en la resolución espacial como temporal de los insumos empleados para su elaboración.

La limitada trazabilidad de la información, reflejada en metadatos incompletos, ausencia de imágenes fuente y falta de un marco metodológico detallado respaldado por su respectiva documentación, introduce incertidumbre sobre la confiabilidad de los productos cartográficos de los POMCA del Río Sogamoso como del Río Medio y Bajo Suárez, considerados como la base para la retrointerpretación. En consecuencia, se requiere la implementación de procesos de ajuste geométrico y retrointerpretación temática que garanticen su coherencia espacial y el cumplimiento de los estándares técnicos vigentes.

10.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda fortalecer el proceso de homologación, actualización y estandarización de la información de coberturas de la tierra, priorizando su alineación con la guía para la elaboración de coberturas expedida por el IGAC, la cual adapta la metodología Corine Land Cover para una escala de trabajo 1:25.000, con el fin de garantizar la comparabilidad, consistencia y trazabilidad de los resultados. En particular, se sugiere adoptar el diccionario de datos propuesto para el presente proyecto y que su empleabilidad sea de carácter obligatorio tanto para los productos intermedios como finales.

Se recomienda estandarizar el sistema de referencia a MAGNA Origen Único Nacional (EPSG:9377) para los productos intermedios y finales de las fases subsiguientes; así como realizar controles de calidad en la geometría (UMC y topología) y consolidar metadatos completos, garantizando coherencia técnica e interoperabilidad en la retrointerpretación de coberturas.

11. ANEXOS

A. SELECCIÓN DE INSUMOS

1) **ORTOFOTO_2024_IGAC:** Corresponde con el ortomosaico del departamento de Santander obtenido del IGAC, el cual es generado a partir de imágenes del año 2024 provenientes del sensor PlanetScope.
2) **ORTOFOTO_2025_IGAC:** Corresponde con el ortomosaico del departamento de Santander obtenido del IGAC, el cual es generado a partir de imágenes del año 2025 provenientes del sensor PlanetScope.
3) **SOGAMOSO:** Corresponde con el recorte realizado al ortomosaico obtenido del IGAC para el departamento de Santander del año 2025 con el límite de cuenca del Río Sogamoso.

B. ALISTAMIENTO DE LA IMAGEN

1) **PLANETSCOPE:** Corresponde con el recorte realizado al ortomosaico generado una vez se aplica la técnica de cloud masking respecto al área de estudio, el cual corresponde a la unión del límite de cuenca entre el Río Sogamoso y el Río Medio y Bajo Suárez en jurisdicción del departamento de Santander.
2) **SENTINELA:** Corresponde con el mosaico de imágenes obtenidas de la constelación de satélites Sentinel-2 y generadas mediante la plataforma Google Earth Engine (GEE), con una resolución temporal comprendida entre enero de 2022 y abril de 2026.

C. INFORMACIÓN DE APOYO

1) **PGOF:** Capa que representa espacialmente las unidades de coberturas de la tierra del Plan General de Ordenación Forestal (PGOF) para el área en jurisdicción de la CAS, contenida en la respectiva GDB de este instrumento de planificación ambiental.
2) **DRMI YARIGUÍES:** Capa que representa espacialmente las unidades de coberturas de la tierra del Parque Nacional Natural (PNN y Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de los Yariguíes.
3) **COBERTURAS POT:** Carpeta que contiene las capas de coberturas de la tierra incorporadas en los instrumentos de ordenamiento territorial de los municipios con jurisdicción en el área de estudio. En total, se recopilaron y analizaron doce (12) capas con representación de unidades de cobertura de la tierra, correspondientes a tres (3) Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) y nueve (9) Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT), los cuales se relacionan a continuación:

    - EOT Betulia
    - EOT Charalá
    - EOT El Carmen de Chucurí
    - EOT Galán
    - EOT Simacota
    - EOT Suaita
    - EOT Vélez
    - EOT Villanueva
    - EOT Zapatoca
    - PBOT Piedecuesta
    - PBOT San Gil
    - PBOT San Vicente de Chucurí

D. COMPATIBILIDAD Y ALINEACIÓN ESPACIAL ENTRE CAPAS HISTÓRICAS

1) **POMCA SOGAMOSO:** Capa que representa espacialmente las unidades de coberturas de la tierra para la unidad hidrográfica del Río Sogamoso, contenida en la GDB del POMCA con nombre homónimo y sin reprocesamiento y/o ajuste.
2) **POMCA SUÁREZ:** Capa que representa espacialmente las unidades de coberturas de la tierra para la unidad hidrográfica del Río Medio y Bajo Suárez, contenida en la GDB del POMCA con nombre homónimo y sin reprocesamiento y/o ajuste.