



**Análisis multitemporal de la expansión urbana en el municipio de Soacha
(Cundinamarca) mediante el uso de herramientas geoinformáticas para los
años 2016, 2020 y 2025**

Dania Stefany Cortes Osorio
Juan José Cuello Barros
Jennifer Daniela Noguera Bastidas
Yesid Duvan Paz Maca
Yuri Sebastián Sinsajoa Pasuy

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Sistemas de Información
Geográfica

Asesor: José Mauricio Meneses Hernández, Especialista (Esp) en Sistemas de Información
Geográfica

Asesores de recursos académicos: Juan Pablo Charry Osorio (asesor bibliográfico)

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Especialización en Sistemas de Información Geográfica - Virtual
Manizales, Caldas, Colombia
2025

Cita	(Cortes Osorio et al, 2025)
Referencia	Cortes Osorio, D. S., Cuello Barros, J. J., Noguera Bastidas, J. D., Paz Maca, Y. D. & Sinsajoa Pasuy, Y. S. (2025). Análisis multitemporal de la expansión urbana en el municipio de Soacha (Cundinamarca) mediante el uso de herramientas geoinformáticas para los años 2016, 2020 y 2025 [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Manizales. RIDUM: Repositorio Institucional Universidad de Manizales.
Estilo APA 7 (2020)	



Especialización en Sistemas de Información Geográfica - Virtual, II

Declaración de inteligencia artificial: el o los autores de este trabajo de grado declaran que han utilizado herramientas de inteligencia artificial (IA), tales como ChatGPT, de manera ética y responsable, tal como se establece en el Acuerdo UManizales 002 (julio 26 de 2023) sobre propiedad intelectual e IA. Estas herramientas son empleadas como apoyo en la redacción, revisión gramatical y generación de ideas, pero en ningún caso sustituyen el análisis crítico, la argumentación académica ni la originalidad del trabajo. Asimismo, cualquier contenido generado con asistencia de IA está citado y referenciado adecuadamente, garantizando la integridad académica y el cumplimiento de los principios éticos de la investigación.

Biblioteca y Centro de Recursos: <https://biblioteca.umanizales.edu.co/>

Repositorio Institucional: <http://ridum.umanizales.edu.co/>

Universidad de Manizales: www.umanizales.edu.co

Revistas: <http://revistasum.umanizales.edu.co/>

Fondo Editorial: <https://editorialum.umanizales.edu.co/>

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Manizales ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	11
Abstract	12
Introducción	13
1 Planteamiento del problema	14
1.1 Formulación del problema	17
1.2 Antecedentes	17
1.2.1 Contexto global	17
1.2.2 Contexto nacional.....	19
2 Justificación	21
3 Objetivos	23
3.1 Objetivo general	23
3.2 Objetivos específicos.....	23
4 Marco teórico	24
4.1 Expansión urbana	24
4.2 Sistemas de Información Geográfica (SIG)	24
4.3 Teledetección	24
4.4 Satélite Planet Scope	25
4.5 Procesamiento digital de imágenes	25
4.6 Mosaico de imágenes/ráster	25
4.7 Corte de imagen o máscara	26
4.8 Análisis multitemporal	26
4.9 Clasificación supervisada.....	26
4.10 Matriz de confusión.....	27
4.11 Índice de Kappa.....	27

4.12 Metodología Corine Land Cover.....	28
4.13 Cobertura de suelos	28
4.14 Uso del suelo	28
4.15 Ordenamiento territorial	29
5 Metodología	29
5.1 Enfoque metodológico	30
5.2 Tipo de estudio	31
5.3 Procedimiento.....	32
5.3.1 Fase 1: Analizar, depurar y procesar información cartográfica base, a escala de trabajo 1:25.000, temática y satelital de la zona de estudio, georreferenciada en el sistema de coordenadas CTM 12.	35
5.3.1.1 Definición del área de estudio	35
5.3.1.2 Consulta y descarga de información secundaria	37
5.3.1.3 Preprocesamiento de información	40
5.3.1.4 Estructuración de geodatabase e insumos	44
5.3.2 Fase 2: Clasificar las coberturas del suelo de la zona de estudio para los años 2016, 2020 y 2025 mediante el procesamiento digital de imágenes satelitales, aplicando la metodología Corine Land Cover.....	44
5.3.2.1 Definición de coberturas	44
5.3.2.2 Clasificación supervisada.....	46
5.3.2.3 Evaluación y aseguramiento de la calidad	49
5.3.2.4 Raster a vector	49
5.3.2.5 Homogenización de información y digitalización	51
5.3.3 Fase 3: Analizar los cambios espaciales y temporales de la clasificación de las coberturas definidas y clasificadas de la zona de estudio entre los años 2016 al 2025.	51
5.3.3.1 Asignación numérica a cada variable.....	51
5.3.3.2 Generación matriz de transición.....	52

5.3.3.3 Determinación de cambios de cobertura	54
5.3.3.3 Homogenización de información	56
5.3.3.4 Generación de cambios	56
5.3.3.5 Determinación de cambios próximos al perímetro urbano de Soacha	57
5.3.4 Fase 4: Identificar los cambios del uso del suelo obtenido en el procesamiento digital de imágenes para el año 2025 frente a la clasificación del uso del suelo establecida en el POT vigente.	60
5.3.4.1 Homologación de coberturas.....	60
5.3.4.2 Superposición espacial	61
5.3.4.3 Delimitación área de análisis.....	62
5.3.4.3 Generación de indicadores y mapas temáticos.....	64
6 Resultados	64
6.1 Compilar y procesar información cartográfica y satelital proveniente de fuentes oficiales para determinar el crecimiento urbano en la zona de estudio, georreferenciada en el sistema de coordenadas CTM 12.	64
6.2 Clasificar las coberturas del suelo de la zona de estudio para los años 2016, 2020 y 2025 mediante el procesamiento digital de imágenes satelitales, aplicando la metodología Corine Land Cover.	70
6.2.1 Clasificación de la cobertura del suelo 2016	72
6.2.2 Clasificación de la cobertura del suelo 2020	74
6.2.3 Clasificación de cobertura del suelo 2025	76
6.3 Analizar los cambios espaciales y temporales de la clasificación de las coberturas definidas y clasificadas de la zona de estudio para los años 2016, 2020 y 2025.....	78
6.3.1 Periodo 2016 – 2020	79
6.3.2 Periodo 2020 – 2025	81
6.3.3 Cambios de cobertura del suelo periodo 2016 – 2020.....	83
6.3.4 Cambios de cobertura del suelo periodo 2020 – 2025.....	86
6.3.5 Determinación de cambios próximos al perímetro urbano de Soacha.....	89

6.3.5.1 Periodo 2016 - 2020	89
6.3.5.2 Periodo 2016 - 2020	91
6.4 Identificar los cambios del uso del suelo obtenido en el procesamiento digital de imágenes para el año 2025 frente a la clasificación del uso del suelo establecida en el POT vigente.....	93
7 Discusión	107
8 Conclusiones	108
9 Recomendaciones.....	111
Referencias	112

Lista de tablas

Tabla 1	Descripción información compilada	37
Tabla 2	Características técnicas de las imágenes satelitales utilizadas	39
Tabla 3	Descripción coberturas del suelo utilizadas	45
Tabla 4	Asignación numérica a variables.....	52
Tabla 5	Matriz de transición.....	52
Tabla 6	Criterios de homologación para uso del suelo propuesto.....	60
Tabla 7	Fuentes de información oficial recopilada y procesada	65
Tabla 8	Matriz de transición periodo 2016 – 2020	79
Tabla 9	Ganancias totales de cada cobertura entre 2016 y 2020.....	80
Tabla 10	Pérdidas totales obtenidas por cada cobertura entre 2016 y 2020.....	80
Tabla 11	Matriz de transición periodo 2020 – 2025	81
Tabla 12	Ganancias totales obtenidas por cada cobertura periodo 2020 - 2025	83
Tabla 13	Pérdidas totales obtenidas por cada cobertura periodo 2020 - 2025	83
Tabla 14	Variación en el área de coberturas entre el año 2016 y 2020.....	83
Tabla 15	Variación total en el área de las coberturas periodo 2016-2020	84
Tabla 16	Variación en el área de coberturas entre el año 2020 y 2025.....	86
Tabla 17	Variación total en el área de las coberturas periodo 2020-2025	87
Tabla 18	Cambio de cobertura de suelo sobre áreas próximas al perímetro urbano periodo 2016 a 2020	89
Tabla 19	Cambio de cobertura de suelo sobre áreas próximas al perímetro urbano periodo 2020-2025	91
Tabla 20	Clasificación del suelo definido en el POT.....	93
Tabla 21	Usos de Suelo POT Soacha.....	94

Tabla 22 Usos de Suelo POT en área próxima al perímetro urbano	96
Tabla 23 Coberturas de suelo 2025 homologadas con Usos suelo POT	98
Tabla 24 Usos de Suelo propuestos en la capa cobertura de suelo 2025 - homologación en área próxima al perímetro urbano	99
Tabla 25 Comparación de Usos de suelo propuestos para 2025 y usos de suelo de POT vigente	100
Tabla 26 Disparidades de usos de suelo propuesto 2025 y POT vigente.....	101
Tabla 27 Disparidades de usos de suelo propuesto 2025 y POT vigente.....	103
Tabla 28 Matriz e índice kappa 2016	116
Tabla 29 Matriz e índice kappa 2020	116
Tabla 30 Matriz e índice kappa 2025	117

Lista de figuras

Figura 1	Mapa del área de estudio	36
Figura 2	Digitalización clasificación del suelo POT.....	41
Figura 3	Digitalización uso del suelo POT	42
Figura 4	Generación de mosaicos. Fuente: Esri.....	43
Figura 5	Corte de imágenes.....	43
Figura 6	Ejemplo clasificación supervisada zona de estudio.....	48
Figura 7	Generación Matriz de confusión.....	49
Figura 8	Archivo vectorial de la clasificación supervisada	50
Figura 9	Creación de campos para estimación de cambios.....	53
Figura 10	Script de comparación de coberturas	55
Figura 11	Cálculo de área para cada polígono	55
Figura 12	Herramienta Field Calculator	56
Figura 13	Cambios de coberturas 2016_2020.....	57
Figura 14	Depuración de la cobertura 1.1 Zonas urbanizadas	58
Figura 15	Depuración unidad mínima de mapeo.	59
Figura 16	Intersección uso del suelo propuesto - uso del suelo vigente	62
Figura 17	Segmentación uso del suelo por vereda.....	63
Figura 18	Imagen Planet Scope 2016.....	67
Figura 19	Imagen Planet Scope 2020.....	68
Figura 20	Imagen Planet Scope 2025.....	69
Figura 21	Estructuración GDB.....	70
Figura 22	Clasificación de la cobertura del suelo 2016	72
Figura 23	Áreas de cobertura del suelo 2016.....	73

Figura 24	Clasificación de la cobertura del suelo 2020	74
Figura 25	Áreas de cobertura del suelo 2020.....	75
Figura 26	Clasificación de la cobertura del suelo 2025	76
Figura 27	Áreas de cobertura del suelo 2025.....	77
Figura 28	Relación entre pérdidas y ganancias 2016-2020	79
Figura 29	Invasión a la cobertura de bosque periodo 2016-2020.	80
Figura 30	Relación entre pérdidas y ganancias 2020-2025	81
Figura 31	Invasión a la cobertura de bosque periodo 2020-2025	82
Figura 32	Invasión a la cobertura de vegetación herbácea y/o arbustivo periodo 2020-2025	82
Figura 33	Cambio de cobertura 2016-2020	85
Figura 34	Cambio de cobertura 2020-2025	88
Figura 35	Cambio de cobertura próxima y fuera del perímetro urbano periodo 2016 - 2020	90
Figura 36	Cambio de cobertura próxima y fuera del perímetro urbano periodo 2020 - 2025	92
Figura 37	Uso del suelo POT	95
Figura 38	Uso del suelo propuesto - homologado	97
Figura 39	Identificación de disparidades de usos de suelo 2025 y POT vigente	102
Figura 40	Disparidad uso del suelo propuesto 2025 - uso del suelo POT	104
Figura 41	Identificación predial de disparidad uso del suelo propuesto 2025 - uso del suelo POT	106

Resumen

La expansión urbana es un fenómeno que acontece a nivel global, que desencadena problemáticas sociales, ambientales y económicas. Debido a sus implicaciones, se convierte en un eje central de estudio y análisis para el diseño e implementación de herramientas de planificación territorial, encaminadas a mejorar la calidad de vida de la población.

En este documento se aborda el caso del municipio de Soacha, Cundinamarca, donde el crecimiento urbano se ha desarrollado de manera acelerada y desordenada, atribuido a factores como la proximidad a la capital, la presencia de asentamientos informales, la migración motivada por dificultades sociales y económicas, entre otros factores.

Para caracterizar dicho fenómeno, se realizó un análisis multitemporal mediante el procesamiento de imágenes satelitales de los años 2016, 2020 y 2025. Dicho análisis se abordó mediante técnicas de clasificación supervisada, utilizando la metodología Corine Land Cover, apoyado en herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el fin de identificar los cambios en la cobertura del suelo y las zonas con mayor concentración de crecimiento urbano en el periodo de estudio.

Los resultados obtenidos se constituyen como insumo técnico que permite la toma de decisiones de una manera más acertada en materia de planeación territorial, concretamente en el diagnóstico, formulación y actualización del Plan de Ordenamiento Territorial (POT). De esta forma, se aportan elementos geoespaciales para la definición de estrategias y políticas públicas enfocadas hacia un desarrollo urbano más ordenado y sostenible, que fortalezca el bienestar de los habitantes de Soacha y municipios aledaños.

Palabras clave: expansión urbana, análisis multitemporal, Sistemas de Información Geográfica, cobertura del suelo, planificación territorial.

Abstract

Urban expansion is a global phenomenon that generates significant social, environmental, and economic challenges. Due to its implications, it has become a central subject of study and analysis for the design and implementation of territorial planning tools aimed at improving the population's quality of life.

This document examines the case of the municipality of Soacha, Cundinamarca, where urban growth has unfolded rapidly and in a disorganized manner. This process is largely driven by factors such as proximity to the capital city, the presence of informal settlements, migration triggered by social and economic difficulties, among others.

To characterize this phenomenon, a multitemporal analysis was performed by processing satellite images from 2016, 2020, and 2025. This analysis was approached using supervised classification techniques, applying the Corine Land Cover methodology and supported by Geographic Information System (GIS) tools, to identify land cover changes and areas with the highest concentration of urban growth within the study period.

The results obtained serve as a technical input to support more informed decision-making in territorial planning, particularly in the diagnosis, formulation, and updating of the Land Use Plan (POT). In this way, the study provides geospatial elements for the design of strategies and public policies aimed at promoting more orderly and sustainable urban development, strengthening the well-being of the inhabitants of Soacha and its surrounding municipalities.

Keywords: urban expansion, multitemporal analysis, Geographic Information System, land cover, territorial planning.

Introducción

La expansión urbana se ha constituido como uno de los fenómenos más influyentes y de mayor estudio dentro del proceso de planificación territorial, debido a sus impactos sociales, económicos y ambientales que deben ser atendidos por el ente territorial a cargo, y se convierte en uno de los mayores retos para la sostenibilidad de los municipios o ciudades. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, 2024), los países latinoamericanos, y particularmente Colombia, enfrentan un crecimiento urbano acelerado que requiere políticas integrales de vivienda, suelo e infraestructura para garantizar ciudades más inclusivas, sostenibles y resilientes.

Si bien este fenómeno se presenta a nivel global, los municipios cercanos a grandes territorios desarrollados (ciudades principales) adquieren una condición especial, como es el caso de Soacha, Cundinamarca. Al tener una mayor proximidad a la capital del territorio colombiano, adhiere presencia de asentamientos humanos informales, alta migración y limitaciones en la gestión del suelo, propiciando un desarrollo urbano acelerado y, en mayor proporción, desordenado. En este sentido, un análisis reciente de la Universidad del Rosario evidencia que la expansión de la mancha urbana en Colombia continúa extendiéndose hacia las periferias metropolitanas, especialmente en municipios como Soacha, donde el crecimiento urbano ha superado la capacidad institucional de control del uso del suelo y de implementación de los instrumentos de planeación territorial (Universidad del Rosario, 2025).

Es por ello que el presente trabajo de investigación tiene como finalidad detectar la dinámica de expansión urbana en el municipio de Soacha, Cundinamarca para los años 2016, 2020 y 2025, a través de la adquisición, procesamiento e integración de imágenes satelitales e insumos cartográficos y normativos. Específicamente mediante el análisis multitemporal y la definición de coberturas del suelo a través de la clasificación supervisada de imágenes satelitales. Con el objetivo principal de analizar el crecimiento del área urbana y generar insumos técnicos que permitan diagnosticar y formular una adecuada planificación territorial y la toma de decisiones en el marco del instrumento dispuesto para tal fin, El Plan de Ordenamiento Territorial.

La investigación busca dar respuesta a preguntas como: ¿en qué zonas se concentra la expansión acelerada del área urbana del municipio de Soacha en los últimos 9 años? ¿Qué coberturas han sido mayormente desplazadas como consecuencia de la expansión urbana en el

municipio de Soacha? ¿Existe una adecuada aplicación de la norma de planeamiento territorial (POT) en el municipio de Soacha?

Dichas preguntas de investigación se plantean resolver con la consecución de los objetivos planteados: i) Compilar y procesar información cartográfica y satelital proveniente de fuentes oficiales para determinar el crecimiento urbano en la zona de estudio, georreferenciada en el sistema de coordenadas CTM 12. ii) Clasificar las coberturas del suelo de la zona de estudio para los años 2016, 2020 y 2025 mediante el procesamiento digital de imágenes satelitales, aplicando la metodología Corine Land Cover. iii) Analizar los cambios espaciales y temporales de la clasificación de las coberturas definidas y clasificadas de la zona de estudio entre los años 2016 al 2025. iv) Identificar los cambios del uso del suelo obtenido en el procesamiento digital de imágenes para el año 2025 frente a la clasificación del uso del suelo establecida en el POT vigente.

Este trabajo de investigación se fundamenta en la necesidad que adquieren los entes territoriales de contar con herramientas de análisis espacial para el correcto diagnóstico, evaluación y planificación de su territorio, garantizando criterios objetivos y fundamentados para el fortalecimiento y diseño de estrategias y políticas públicas orientadas a un desarrollo urbano más ordenado, sostenible y equitativo para los habitantes del municipio y sus aledaños.

En este sentido, no solo se busca aportar al conocimiento académico y desarrollo profesional, sino también la generación de insumos prácticos de visualización y diagnóstico que sirvan al municipio de Soacha, Cundinamarca para la formulación y actualización de su Plan de Ordenamiento Territorial (POT), así como la definición de estrategias para la gestión del uso del suelo y su expansión urbana de carácter inmediato mientras se logra actualizar la normativa del POT.

1 Planteamiento del problema

A continuación, se expone la problemática de la expansión urbana en el municipio de Soacha Cundinamarca y así mismo se expone la importancia de realizar este estudio en el área establecida.

La mayoría de las principales ciudades de Latinoamérica han experimentado en las últimas décadas transformaciones que modifican la estructura espacial y social, debido al crecimiento de estas ciudades, lo que genera periferias dispersas que en muchos casos se configuran como espacios incompletos con carencia de servicios, equipamientos, infraestructura y transporte (Cortizo et al., 2021) lo anterior debido a que los procesos urbanos de expansión y la creación de nuevos hogares a partir de la población residente y de las familias inmigrantes tienden a establecer su residencia en municipios periféricos a las ciudades (Cruz-Muñoz, 2021). Es así que en las principales ciudades de América Latina se empiezan a generar condiciones de desigualdad donde la heterogeneidad socioeconómica han configurado territorios marcados por una fragmentación espacial, dicho fenómeno se presenta especialmente en las zonas limítrofes intermunicipales donde convergen diferentes usos del suelo, junto con asentamientos informales que se desarrollan debido a las limitaciones de oferta de vivienda y una desigualdad en la distribución del suelo urbano (Aguilar et al., 2022).

En Colombia el fenómeno definido, correspondiente a el crecimiento y la expansión urbana se han manifestado desde mediados del siglo XX, lo que ha requerido la elaboración y adopción de instrumentos de planificación como los planes de ordenamiento territorial, sin embargo, un diagnóstico reciente revela que el incremento en las áreas urbanas en muchas de las principales ciudades no se ha ajustado específicamente a los lineamientos establecidos en dichos instrumentos, es así que pese a la existencia de mecanismos legales para la intervención del suelo urbano, dicho fenómeno también se ha visto impulsado por factores económicos, inmobiliarios y de condiciones territoriales que sobrepasan las fronteras de la planificación formal (Carriazo Osorio y López Plazas, 2024).

Por su parte, Bogotá concentra la mayor parte de población y actividad económica del país, lo que ha impulsado su crecimiento por fuera de los perímetros establecidos para ello, es decir, los límites administrativos del Distrito Capital. Lo anterior, ha generado una expansión continua hacia municipios cercanos al atraer hacia la capital población proveniente de diferentes regiones y/o partes del país en busca de empleo, mejores servicios y oportunidades, lo que refuerza los procesos

de conurbación con municipios vecinos como Soacha, Mosquera o Funza (Herrera y Barbosa, 2025).

Situación a la que se integra el municipio de Soacha del departamento de Cundinamarca que limita con Bogotá D.C, quien ha sido influenciado por las presiones de la capital. En el pasado debido a la situación de industrialización de Bogotá, muchas familias emigraron a las principales ciudades del país con el propósito de encontrar mejores oportunidades, aunque con frecuencia estas no logran asentarse en el perímetro propio de una ciudad capital, provocando el desplazamiento hacia los municipios y zonas periféricas metropolitanas, esto debido principalmente a que genera menores costos en la calidad de vida, acción que también adoptaron las industrias que previamente se encontraban centralizadas en Bogotá (Duque-Duque et al., 2020)

Según cifras presentadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística en su último censo (*DANE - Censo Nacional de Población y Vivienda 2018*, s. f.), se determina que el municipio de Soacha se constituye como el municipio de mayor densidad poblacional del departamento de Cundinamarca, donde el 99,2% de los habitantes se concentra en el área urbana y solo un 0,8% en el área rural; por otra parte, según cifras reportadas por la Secretaría de Educación de Soacha Cundinamarca (Secretaría de Educación Soacha, Cundinamarca, 2022), el departamento de Cundinamarca incrementó su población en un 34% mientras que Soacha presentó un incremento del 73% en un periodo comprendido de 12 años con una población urbana creciente a un 77%, lo anterior teniendo en cuenta el censo poblacional para el año 2005 presentado por el DANE, donde el municipio de Soacha reportó una población de 522.442 habitantes y el censo para 2018 (Censo Nacional de Población y Vivienda, 2018), donde se estimó un total de 660.179 habitantes en el municipio de Soacha (Secretaría de Educación Soacha, Cundinamarca, 2022).

Es así que según estimaciones de la Gobernación de Cundinamarca, Soacha, se configura como una zona que hace parte del horizonte poblacional promedio de crecimiento más alto de América (Secretaría de Educación Soacha, Cundinamarca, 2022) y con la mayor densidad por área, lo anterior teniendo en cuenta la presencia de fenómenos de manera frecuente como la expansión territorial, el crecimiento urbanístico y los procesos migratorios internos y externos (Secretaría de Educación Soacha, Cundinamarca, 2022) permitiendo establecer a Soacha, Cundinamarca como el área de estudio del fenómeno o problemática esbozado en el presente proyecto de investigación.

1.1 Formulación del problema

Teniendo en cuenta los problemas identificados a partir de la problemática central de una expansión urbana descontrolada y a partir de un contexto del territorio delimitado en el municipio de Soacha que comparte límites con la capital colombiana, nos proponemos responder diferentes incógnitas como: ¿en qué zonas se concentra la expansión acelerada del área urbana del municipio de Soacha en los últimos 9 años? ¿Qué coberturas han sido mayormente desplazadas como consecuencia de la expansión urbana en el municipio de Soacha? ¿Existe una adecuada aplicación de la norma de planeamiento territorial (POT) en el municipio de Soacha?

1.2 Antecedentes

A través de las investigaciones centradas en la expansión urbana, los diferentes antecedentes aportan una visión comparativa que ayuda a identificar las metodologías aplicadas, los resultados alcanzados y las lecciones que contribuyen al fortalecimiento de los procesos de planificación territorial en el contexto global y nacional. Igualmente, se evidencia el aporte en la orientación y la toma de decisiones con la utilización de las herramientas de teledetección y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que se han consolidado como instrumentos esenciales para analizar los cambios de uso y cobertura del suelo, así como para interpretar las dinámicas espaciales que caracterizan el crecimiento urbano.

1.2.1 Contexto global

Durante los últimos años se ha incrementado notablemente el interés por estudiar el proceso de expansión urbana como fenómeno complejo, vinculado al crecimiento poblacional, la presión sobre los ecosistemas y la transformación del paisaje. Las diferentes investigaciones han tenido como objetivos principales, el cuantificar y modelar la evolución de las áreas urbanas, además de evaluar sus implicaciones en la sostenibilidad ambiental y en la calidad de vida de la población. Zhang, Fang y Liu (2021), por ejemplo, desarrollaron un meta-análisis global con el propósito de identificar los factores que impulsan el crecimiento urbano y su relación con las políticas de planificación territorial, concluyendo que el desarrollo urbano no controlado genera fragmentación ecológica y pérdida de suelos agrícolas. De manera complementaria, aplicaron un análisis de series temporales de imágenes Landsat entre los años 2000 y 2020 para evaluar los cambios globales de

uso del suelo, encontrando un aumento sostenido de las áreas artificiales, especialmente en regiones con expansión industrial (Liu, Zhang y Fang, 2022).

La incorporación y adopción de tecnologías satelitales en los diferentes estudios, ha permitido mejorar la precisión de los estudios urbanos, Martínez y Gómez (2024) llevaron a cabo una investigación en ciudades del sur de Europa con el objetivo de monitorear la expansión urbana mediante métricas de paisaje y modelos de clasificación supervisada, logrando una alta exactitud en la identificación de superficies construidas. Singh, Patel y Sharma (2023) aplicaron un enfoque de aprendizaje automático para detectar los cambios de cobertura en Rewari, India, empleando índices espectrales e indicadores de fragmentación, con lo cual lograron una precisión del 92 % en la clasificación. Estos avances demuestran la evolución metodológica hacia técnicas más automatizadas y reproducibles que permiten analizar grandes volúmenes de información geoespacial.

En el contexto latinoamericano, esta clase de estudios han tenido el propósito de comprender las transformaciones urbanas procedentes del crecimiento metropolitano y de la falta de planeación efectiva. En Santiago de Chile, desarrollaron un modelo predictivo de expansión urbana utilizando algoritmos de aprendizaje automático y validación cruzada, lo que permitió estimar posibles escenarios futuros de crecimiento (Pérez-Alarcón, Contreras y Vega, 2023). En el mismo sentido, en Ecuador aplicaron índices espectrales para analizar la pérdida de cobertura vegetal en Quito, concluyendo que la urbanización entre 2000 y 2020 redujo en un 30 % las áreas verdes (Vega y Salazar, 2022). Por su parte, en el área metropolitana de Murcia (España) se aplicó la metodología *Corine Land Cover*, utilizando imágenes Landsat y SPOT en cinco periodos temporales para determinar la reorganización del suelo urbano, y destacaron la necesidad de unificar criterios metodológicos en los estudios comparativos (Giménez y García, 2023). En un estudio más recientemente, se implementó un modelo basado en autómatas celulares y datos SAR con el fin de predecir la morfología urbana futura, alcanzando una precisión del 95 % en la simulación espacial de las áreas en expansión (Torres, Vega y Duarte, 2025).

Los resultados de estas investigaciones manifiestan que la expansión urbana tiende a concentrarse en los corredores de movilidad y en las periferias de las ciudades, provocando la pérdida de coberturas naturales y la ocupación de zonas de riesgo. Además, resaltan la importancia de utilizar técnicas multitemporales y del uso combinado de imágenes ópticas y de radar para analizar con mayor detalle la dinámica del territorio. Estos antecedentes internacionales aportan

elementos fundamentales al presente trabajo, especialmente en cuanto al diseño metodológico, la selección de imágenes satelitales y la validación de resultados mediante índices de precisión y métricas espaciales. De esta manera, los estudios globales respaldan la aplicación de un enfoque multitemporal y geoespacial que permite comprender los patrones de crecimiento urbano en municipios como Soacha.

1.2.2 Contexto nacional

En Colombia, el proceso de expansión urbana ha sido objeto de múltiples investigaciones, motivadas por la rápida transformación de los espacios periurbanos y por los retos que enfrenta la planificación territorial. En la actualidad, aproximadamente el 75 % de la población colombiana reside en zonas urbanas, fenómeno que ha generado una presión permanente sobre los suelos rurales, incrementado a la vez, la demanda de servicios básicos e infraestructura (Ramírez y Rojas, 2022). Los estudios más relevantes de los últimos años han tenido el objetivo de analizar la magnitud de la expansión urbana, identificar los patrones de crecimiento y proponer metodologías de análisis espacial para la gestión sostenible del territorio. Moreno y Londoño (2023) enfatizaron que la expansión no planificada y la débil articulación regional han favorecido un crecimiento disperso, lo que ha dificultado la implementación de políticas integrales de ordenamiento territorial.

Desde el punto de vista metodológico, los estudios nacionales han incorporado y adoptado tecnologías de observación terrestre y herramientas SIG para el análisis de la transformación del suelo. Es así como, en el Valle de Aburrá, se aplicaron imágenes Sentinel-2 y técnicas de clasificación orientada a objetos para detectar cambios de cobertura, alcanzando un índice Kappa superior al 0,9, lo que evidencia la fiabilidad del método. (Giraldo, Muñoz y López, 2024) Por otro lado, para analizar la expansión urbana de Bucaramanga se emplearon imágenes SAR y algoritmos de aprendizaje automático, demostrando que los modelos predictivos pueden anticipar los sectores más propensos al crecimiento urbano incluso en regiones con nubosidad persistente. En el ámbito institucional, el *Planning Gaps Project* (2022) tuvo como objetivo identificar la brecha entre la planeación oficial y la expansión real en cinco áreas metropolitanas del país, encontrando que entre 2010 y 2020 la superficie urbana aumentó en promedio un 35 % en zonas no contempladas por los Planes de Ordenamiento Territorial. (Franco y Torres, 2023)

De igual forma, el Instituto de Estudios Urbanos de la Universidad Nacional de Colombia realizó un análisis sobre la ocupación del suelo en la región metropolitana de Bogotá entre 2000 y

2022, donde se evidenció una expansión continua hacia municipios periféricos como Soacha, Mosquera y Chía; a través de técnicas de clasificación supervisada y verificación en campo, se determinó que Soacha ha perdido más del 50 % de su suelo agrícola debido a la presión demográfica y a la falta de control sobre los usos del suelo. (Instituto de Estudios Urbanos, 2024) En el mismo sentido, se desarrolló un estudio específico sobre Soacha mediante análisis multitemporal, identificando un incremento del 58 % en el área urbana del municipio durante las dos últimas décadas. (Suárez y Bernal, 2023) Estos resultados son muy importantes para la presente investigación, ya que confirman las tendencias de crecimiento acelerado y desorganizado que caracterizan al municipio, así como la necesidad de utilizar herramientas analíticas que permitan gestionar su territorio de manera más eficiente.

Los antecedentes nacionales, por tanto, evidencian la aplicabilidad del enfoque SIG y de la teledetección en contextos locales y regionales, y demuestran que los análisis multitemporales permiten cuantificar los cambios de uso del suelo con precisión y objetividad. En conjunto, los resultados de estos estudios ofrecen un marco comparativo que respalda la metodología empleada en este trabajo de grado, basada en la interpretación de imágenes satelitales, la clasificación supervisada y la validación de resultados mediante métricas de precisión como el coeficiente Kappa (K). Asimismo, fortalecen la justificación de la investigación al mostrar que Soacha constituye un caso representativo de las dinámicas urbanas que afectan a las principales áreas metropolitanas de Colombia.

En síntesis, tanto a nivel global como nacional, la expansión urbana se reconoce como un proceso dinámico y multiescalar, influenciado por factores económicos, demográficos, ambientales que se asocian a la inadecuada planificación de los territorios. La experiencia de otras ciudades del mundo aporta referentes metodológicos que enriquecen el análisis aplicado en Soacha, mientras que los estudios nacionales contextualizan la problemática dentro del marco territorial colombiano. Las experiencias revisadas confirman que la combinación de herramientas SIG, teledetección y análisis multitemporal es una estrategia eficaz para evaluar la evolución del suelo urbano y generar insumos técnicos que orienten la toma de decisiones en la planificación territorial. De este modo, los antecedentes consultados sustentan conceptualmente la metodología, los procedimientos y la interpretación de resultados que se desarrollan en este trabajo, contribuyendo al entendimiento integral de la expansión urbana en el municipio de Soacha.

2 Justificación

El fenómeno de la expansión urbana representa uno de los principales desafíos de la planificación territorial contemporánea, ya que transforma simultáneamente las dimensiones sociales, económicas y ambientales de las ciudades. Su aceleración, impulsada por el crecimiento demográfico y la concentración de actividades en torno a los centros metropolitanos, ha reconfigurado los paisajes urbanos y la manera en que las sociedades ocupan el territorio. Diversos estudios recientes coinciden en que, cuando la urbanización no se acompaña de mecanismos de control y planificación adecuados, se generan procesos de fragmentación espacial, deterioro ambiental y desigualdad socioeconómica (Méndez y Londoño, 2021; Cortés et al., 2023).

El municipio de Soacha, Cundinamarca, constituye un caso paradigmático dentro de esta dinámica; su cercanía con Bogotá ha impulsado un crecimiento continuo del tejido urbano, marcado por la expansión de asentamientos informales, la presión migratoria y la conversión de áreas rurales en zonas residenciales o industriales. Investigaciones recientes realizadas en la Sabana de Bogotá evidencian que la urbanización sin planificación ha provocado una pérdida sustancial de coberturas vegetales y agrícolas, afectando los procesos ecológicos que sustentan el equilibrio territorial (Moreno y Rojas, 2023; Rodríguez y Franco, 2022). Estos cambios revelan un patrón de crecimiento disperso, poco eficiente y con una capacidad institucional limitada para responder a las transformaciones del suelo urbano.

Ante este contexto, el uso de tecnologías geoespaciales se consolida como un medio esencial para comprender y cuantificar los procesos de transformación del territorio. La integración de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y análisis multitemporal de imágenes satelitales ofrece la posibilidad de evaluar de forma precisa la evolución de las coberturas, los patrones de expansión y sus implicaciones sobre el entorno (García y Díaz, 2020). Esta aproximación técnica genera información objetiva y replicable, necesaria para la formulación de estrategias territoriales basadas en evidencia científica y orientadas a la sostenibilidad.

En este sentido, la presente investigación analiza los cambios territoriales ocurridos en Soacha durante los años 2016, 2020 y 2025, con el propósito de generar insumos técnicos y cartográficos que fortalezcan la gestión del suelo y orienten los procesos de planificación local. La selección de este periodo se fundamenta en la disponibilidad de imágenes satelitales con resolución

y cobertura adecuadas, las cuales se encuentran de forma continua a partir del año 2016, lo que garantiza la coherencia metodológica y la calidad de los resultados obtenidos.

De este modo, los hallazgos derivados del análisis buscan contribuir a la comprensión de los procesos de urbanización en contextos metropolitanos y servir como base para la formulación de políticas públicas encaminadas hacia un modelo de crecimiento ordenado, equitativo y ambientalmente sostenible. En concordancia con los debates contemporáneos sobre sostenibilidad urbana en América Latina, este estudio evidencia que la integración de enfoques espaciales y tecnologías geoespaciales puede potenciar la capacidad institucional para responder de manera más eficaz a los desafíos derivados de la expansión urbana (Pérez y Torres, 2021; Delgado, 2024).

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Analizar el crecimiento del área urbana en el municipio de Soacha, Cundinamarca entre los años 2016 al 2025, mediante un estudio multitemporal de cambios en la cobertura y uso del suelo, como insumo técnico para la planificación territorial.

3.2 Objetivos específicos

- Analizar, depurar y procesar información cartográfica base, temática y satelital de la zona de estudio, georreferenciada en el sistema de coordenadas CTM 12.
- Clasificar las coberturas del suelo de la zona de estudio para los años 2016, 2020 y 2025 mediante el procesamiento digital de imágenes satelitales, aplicando la metodología Corine Land Cover.
- Analizar los cambios espaciales y temporales de la clasificación de las coberturas definidas y clasificadas de la zona de estudio entre los años 2016, 2020 y 2025.
- Identificar los cambios del uso del suelo obtenido en el procesamiento digital de imágenes para el año 2025 frente a la clasificación del uso del suelo establecida en el POT vigente.

4 Marco teórico

Dentro del presente Capítulo se presentan los conceptos básicos que se van a abordar a lo largo del trabajo.

4.1 Expansión urbana

La expansión urbana es un proceso de crecimiento físico de las ciudades, generalmente hacia áreas periurbanas, impulsado por el aumento de la población y el desarrollo económico. Este fenómeno puede tener impactos ambientales significativos, como la reducción de áreas agrícolas y ecosistemas naturales, así como el aumento de la contaminación del suelo y del agua (Cortés, 2021). En el caso de Soacha, su cercanía a Bogotá ha generado una expansión urbana acelerada, caracterizada por un crecimiento desordenado consecuencia del crecimiento poblacional espontáneo y la consecuente expansión física del territorio urbano sobre lo rural (Soacha, 2021).

4.2 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen herramientas informáticas que permiten transformar datos geográficos en información espacial útil para la comprensión, modelación y gestión del territorio. A través de modelos digitales, se integran, almacenan y representan características del mundo real en bases de datos georreferenciadas que pueden visualizarse y analizarse mediante mapas, facilitando la toma de decisiones en procesos de planificación, ordenamiento y gestión ambiental (UNGRD, 2023, p. 78).

En este contexto, la implementación de herramientas SIG se presenta como un recurso esencial para el estudio y el diseño de estrategias orientadas a reducir los efectos del crecimiento urbano desorganizado, sin dejar de lado su amplia aplicabilidad en otras ramas del conocimiento, donde también han demostrado una notable relevancia para la toma de decisiones.

4.3 Teledetección

La teledetección se define como la ciencia y técnica de obtener información acerca de objetos o áreas desde una distancia, típicamente mediante sensores instalados en satélites o aeronaves, los cuales detectan y registran la energía reflejada o emitida por el objeto observado, permitiendo su clasificación y análisis sin contacto directo (NASA, 2023). Esta tecnología permite detectar cambios en el uso del suelo sin necesidad de mediciones directas en campo (Sánchez et

al., 2021). Para Soacha, el uso de imágenes satelitales de alta resolución facilitará el análisis de la urbanización en el periodo 2016-2025. (Lugo, 2020).

4.4 Satélite Planet Scope

Según la documentación oficial de Planet, Planet Scope es una constelación de aproximadamente 130 satélites operada por Planet. Estos satélites, denominados "Doves", tienen la capacidad de capturar imágenes de toda la superficie terrestre cada día, con una resolución espacial de aproximadamente 3 metros por píxel. La constelación está diseñada para proporcionar imágenes diarias de alta resolución, lo que permite un monitoreo constante y detallado de la Tierra (Planet, 2025).

Se destaca el uso de las imágenes satelitales descargadas a partir de los servicios de Planet de los años 2016, 2020 y 2025 que servirán como insumos iniciales para determinar los cambios de las coberturas de la metodología Corine Land Cover.

4.5 Procesamiento digital de imágenes

El procesamiento digital de imágenes es una disciplina que utiliza algoritmos computacionales para manipular y analizar imágenes digitales. Su objetivo es mejorar la calidad de las imágenes, extraer información significativa y automatizar tareas basadas en imágenes. Este campo es esencial en aplicaciones como la visión por computadora, la teledetección y la medicina (Geek for Geeks, 2022).

Con las imágenes satelitales descargadas de Planet, si bien están completas, son requeridos ciertos pasos posteriores para obtener mejor resultados y eliminar variables que no permitan.

4.6 Mosaico de imágenes/ráster

Un mosaico ráster en ArcGIS es una estructura de datos avanzada que permite gestionar, visualizar y procesar múltiples datasets ráster (como imágenes satelitales o modelos de elevación) de forma integrada. Esta herramienta facilita el acceso eficiente a grandes volúmenes de datos, permitiendo su visualización como una sola imagen continua. Además, admite operaciones dinámicas como la aplicación de funciones ráster, recortes, filtros y procesamiento bajo demanda. (Esri, 2021.).

Los servicios de Planet descargan varias imágenes de distintas regiones de la zona de estudio, para óptimas condiciones de trabajo se juntan todas las imágenes en una sola salida ráster, lo que permite hacer un análisis en la salida grafica generada.

4.7 Corte de imagen o máscara

El corte de imagen o máscara es una técnica fundamental en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la teledetección. A partir de este geoprocesamiento es posible extraer las celdas de un ráster que corresponden a las áreas definidas por una máscara (Esri,2022).

Este proceso permite enfocar el estudio en zonas determinadas, eliminando información irrelevante y optimizando el procesamiento de datos. Para una mejor apreciación de la zona de estudio en las imágenes se realizaron geoprocesamiento que nos permitían obtener la visualización más centrada en nuestra zona de estudio favoreciendo resultados precisos.

4.8 Análisis multitemporal

El análisis multitemporal es una técnica utilizada en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la teledetección para estudiar y monitorear cambios en la superficie terrestre a lo largo del tiempo. Consiste en la comparación de imágenes de satélite o datos geospaciales adquiridos en diferentes momentos, permitiendo identificar y cuantificar transformaciones en el uso del suelo, la vegetación, la urbanización, entre otros aspectos. Esta metodología es fundamental para la planificación territorial, la gestión ambiental y el monitoreo de recursos naturales. (Franz, 2022). El análisis multitemporal facilita el análisis de una variable con respecto al tiempo, con lo que se realiza un seguimiento de las variaciones a la que se expone el objeto de estudio.

4.9 Clasificación supervisada

La clasificación supervisada es un método de análisis de imágenes satelitales ampliamente utilizado en estudios de cobertura y uso del suelo, en el cual se emplean muestras de referencia conocidas para entrenar un algoritmo capaz de categorizar automáticamente los diferentes tipos de cobertura terrestre, cabe resaltar que la precisión del método depende en gran medida de la calidad y representatividad de las muestras de entrenamiento, así como de la resolución espectral y espacial de la imagen utilizada. Esta técnica se ha consolidado como una herramienta eficaz para el

monitoreo ambiental, y especialmente útil en entornos urbanos debido a su capacidad para discriminar entre superficies artificiales, vegetación y cuerpos de agua.

Además, cuando se integra con herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y análisis multitemporal, permite no solo la clasificación actual del territorio, sino también el seguimiento de patrones de cambio a lo largo del tiempo (Ramírez et al., 2023). En este sentido, se destaca la utilidad de la clasificación supervisada para evaluar procesos de transformación territorial en contextos de rápida urbanización, señalando que la identificación precisa de coberturas contribuye significativamente a la planificación territorial y la gestión sostenible del suelo.

4.10 Matriz de confusión

Una de las herramientas usada en la teledetección, es la clasificación supervisada y de esta se obtienen valores que posteriormente van a ser comparados con en una matriz de confusión, que usualmente son usadas como métricas para los productos luego de herramientas como la clasificación supervisada. Una matriz de confusión (o matriz de error) es un método de visualización para los resultados del algoritmo clasificador. Más específicamente, es una tabla que desglosa el número de instancias reales de una clase específica frente al número de instancias previstas para esa clase (Murel y Kavlakoglu, ,2024). Realizar esta tabla de confusión permite evaluar el desempeño de modelos de clasificación, así como resumir los resultados obtenidos para futuras comparaciones.

4.11 Índice de Kappa

El índice Kappa es una medida estadística utilizada para evaluar la concordancia entre observadores o instrumentos de medición, considerando la posibilidad de acuerdo por azar. Este coeficiente, propuesto por Jacob Cohen en 1960, se calcula a partir de la proporción de acuerdos observados y la proporción de acuerdos esperados por azar, y su valor oscila entre -1 y 1, donde 1 indica un acuerdo perfecto, 0 un acuerdo equivalente al azar y valores negativos un acuerdo menor al esperado por azar. El índice estadístico Kappa de Cohen es típicamente usado para evaluar dos variables que tienen 3 o más categorías (Li et al., 2023).

4.12 Metodología Corine Land Cover

La metodología CORINE es una metodología francesa desarrollada con fines medioambientales en Europa en base condiciones geológicas, climáticas y socioeconómicas (Fagua et al., 2023). Esta metodología permite la identificación de distintos tipos de uso del suelo, facilitando la evaluación de cambios en la cobertura territorial. El uso de CORINE Land Cover en el análisis de expansión urbana en Soacha garantizará una clasificación estandarizada de los cambios en el territorio, permitiendo su comparación con estudios similares.

4.13 Cobertura de suelos

La cobertura del suelo se refiere a la ocupación física y biológica de la superficie terrestre, e incluye tanto elementos naturales como cuerpos de agua, bosques y áreas agrícolas, como estructuras creadas por el ser humano, tales como zonas urbanas e industriales. Las coberturas del suelo son un insumo clave para el entendimiento de los procesos y dinámicas territoriales-ambientales de una determinada región (Portela et al., 2020).

Esta característica es fundamental para el análisis y monitoreo ambiental, ya que permite identificar y evaluar los cambios en el paisaje y su impacto en los ecosistemas. En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) juegan un papel crucial al facilitar la recolección, análisis y visualización espacial de los datos relacionados con la cobertura del suelo, apoyando así la planificación territorial y la gestión sostenible de los recursos naturales.

4.14 Uso del suelo

El término de “Uso de la tierra” es utilizado para describir el uso humano de la tierra. Representa las actividades económicas y culturales (por ejemplo, usos agrícolas, residenciales, industriales, mineros y recreativos) que se practican en un lugar determinado. Las tierras públicas y privadas frecuentemente representan usos muy diferentes (EPA, 2025). La cartografía y el seguimiento mundiales de la extensión del uso de la tierra dominado por el hombre a través de satélites proporcionan una base empírica para evaluar las presiones en el uso de la tierra (Hansen et al., 2022).

4.15 Ordenamiento territorial

De conformidad con la ley 1454 de 2011, se define: “el ordenamiento territorial es un instrumento de planificación y de gestión de las entidades territoriales y un proceso de construcción colectiva de país, que se da de manera progresiva, gradual y flexible, con responsabilidad fiscal, tendiente a lograr una adecuada organización político administrativa del estado en el territorio, para facilitar el desarrollo institucional, el fortalecimiento de la identidad cultural y el desarrollo territorial, entendido este como desarrollo económicamente competitivo, socialmente justo, ambientalmente y fiscalmente sostenible, regionalmente armónico, culturalmente pertinente, atendiendo a la diversidad cultural y físico-geográfica de Colombia.

5 Metodología

Para ejecutar el proyecto propuesto se plantea la metodología descrita en este capítulo, donde se presentan las acciones a realizar para la obtención de resultados efectivos y verídicos.

5.1 Enfoque metodológico

De acuerdo con los tipos de investigación definidos y relacionados con el proceso de recolección de información con el fin de obtener respuestas sobre preguntas o problemáticas planteadas, los cuales pueden ser investigación básica o aplicada, sustantiva o tecnológica (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018), se logra concretar que el presente proyecto es del tipo de investigación aplicada al hacer aprovechamiento de la investigación tecnológica, con la aplicación de métodos, herramientas y conceptos logrados por la investigación básica (Castro Maldonado et al., 2023) con el uso de los Sistemas de Información Geográfica.

El diseño de la investigación que se realiza en el presente proyecto es de carácter no experimental, al definirse ésta como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables, al tratarse de estudios en los que no se varían de forma intencional los datos independientes para ver su efecto sobre los otros (Hernández y Mendoza, 2018), es así, que el presente proyecto de investigación se propone recolectar información, observar fenómenos o situaciones ya existentes y medir dichas variables tal cual como se presentan en la realidad del territorio.

Según lo definido por Hernandez y Mendoza, 2018 el diseño no experimental se logra clasificar dentro de la investigación por su dimensión temporal o número de momentos o puntos en el tiempo en los que se recolectan los datos, así son: transeccionales y longitudinales; por tanto, para el desarrollo del presente proyecto de investigación donde se busca analizar diferentes variables en el transcurso del tiempo mediante el uso de imágenes satelitales y un estudio multitemporal, se logra definir como una investigación longitudinal.

Por otra parte, se establece una ruta cuantitativa dentro del enfoque metodológico para el desarrollo del presente proyecto investigativo, teniendo en cuenta que dicho enfoque establece un conjunto de procesos organizados de manera secuencial (Hernandez y Mendoza, 2018), tal cual como se presentará más adelante; de igual forma, al formularse un tema de investigación enfocado a los fenómenos y dinámicas del desarrollo urbano en un territorio específico, para un periodo de tiempo determinado, es necesario que la recolección de dicha información sea confiable, válida y objetiva, lo cual se logra garantizar al aplicar una recolección de datos desde la ruta cuantitativa, usando fuentes de información de carácter local (alcaldía), regional (departamento) y entidades oficiales (USGS, European Space Agency, Copernicus, entre otros), finalmente dichos datos deben

seguir un proceso para analizarlos cuantitativamente para lo que se hará uso de las herramientas de análisis espacial disponibles en ArcGisPro, Qgis, ENVI, entre otras.

5.2 Tipo de estudio

Una vez definida la ruta que se adoptará en el presente proyecto investigativo, correspondiente a una ruta cuantitativa, se establece como nivel investigativo el descriptivo, teniendo en cuenta que se recolectarán datos e información sobre el fenómeno del crecimiento urbano desordenado o no planificado en el territorio definido (Soacha, Cundinamarca), convirtiéndose este en el problema a investigar, con el fin de especificar las propiedades y características que lo definen. (Hernández y Mendoza, 2018).

De acuerdo a su definición y características, las investigaciones descriptivas sirven para mostrar las dimensiones de un fenómeno, suceso o situación, donde el investigador deberá definir, que se medirá (Hernandez y Mendoza, 2018), es así que, para el desarrollo del presente proyecto de investigación, se recolecto y se midieron las variables: cobertura del suelo y expansión urbana, con el propósito de describir y analizar los efectos derivados de la falta de planificación urbana en el municipio de Soacha.

Después de llevar a cabo la recolección de las variables mencionadas (cobertura del suelo y expansión urbana) y la medición para los años 2016, 2020 y 2025, se estableció la relación de ellas transcurridos los años lo que permite dar un enfoque correlacional dentro de la ruta cuantitativa, mediante el análisis y la asociación de las mismas, teniendo en cuenta como ha sido su comportamiento a lo largo del periodo de tiempo definido para el presente proyecto de investigación, puesto que se hará uso de un análisis multitemporal, la cuantificación de coberturas y una evaluación de la expansión urbana. Lo anterior permitirá definir si existe correlación entre uno o más variables y responder a algunas preguntas como: ¿el área urbana del municipio de Soacha en los últimos 9 años se ha expandido más hacia la capital del país? ¿Qué coberturas han sido mayormente desplazadas como consecuencia de la expansión urbana en el municipio de Soacha? ¿Existen otras coberturas de uso del suelo que muestran un incremento significativo dentro de los últimos 9 años en el municipio de Soacha? ¿Existe una adecuada aplicación de la norma de planeamiento territorial (POT) en el municipio de Soacha?

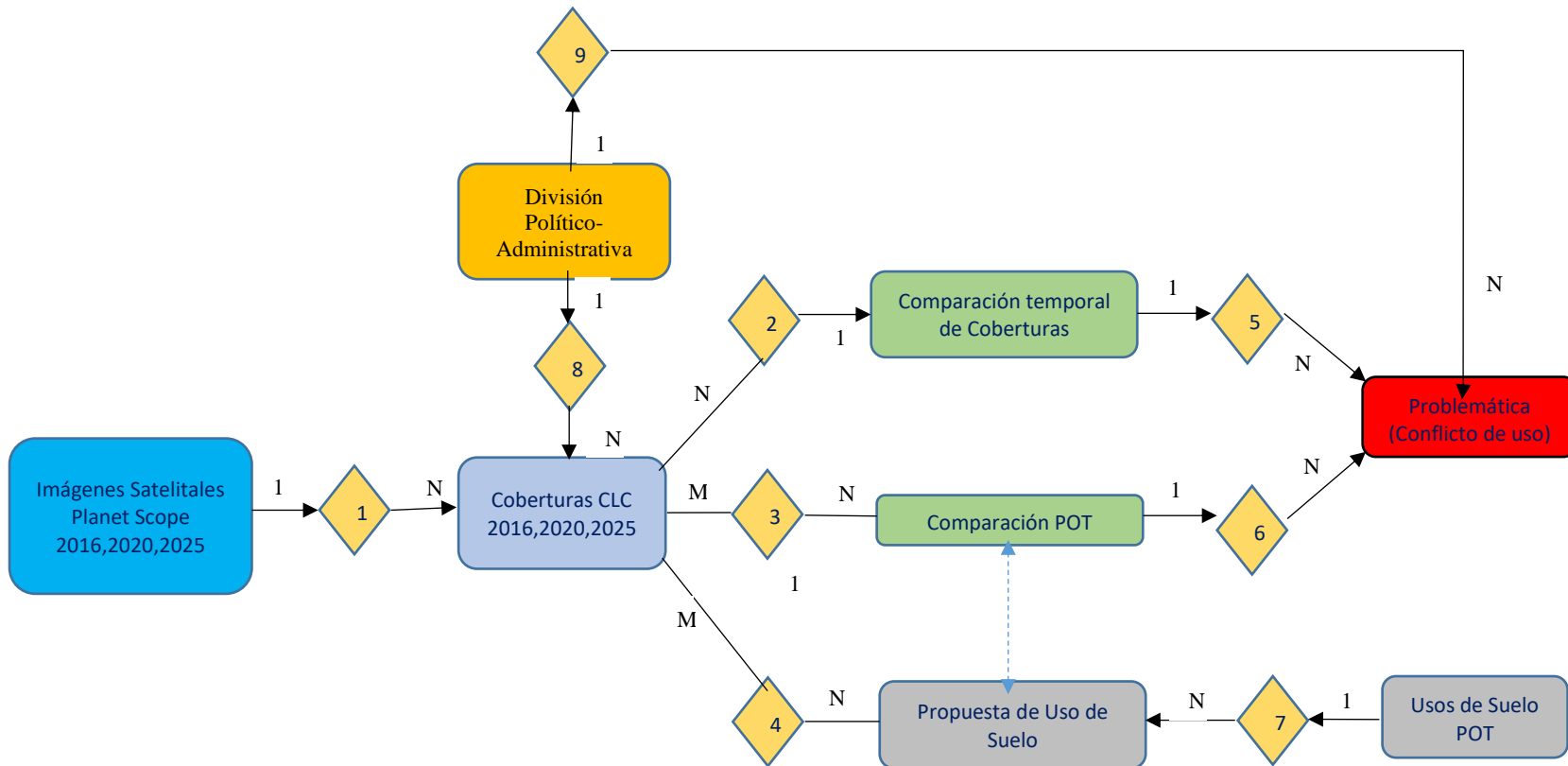
5.3 Procedimiento

El desarrollo del presente trabajo de investigación se plantea de manera integral y secuencial, mediante la definición de fases metodológicas coherentes con el objetivo general y los objetivos específicos planteados. Dichas fases están orientadas al alcance de los resultados establecidos y se fundamenta en el uso de técnicas de teledetección y herramientas de análisis espacial, garantizando de esta forma un control adecuado de las actividades y consecución lógica y organizada de los objetivos.

Descripción de entidades de análisis:

1. **Imágenes Satelitales:** Fueron los insumos principales que dieron origen al dato para la realización del análisis multitemporal entre los años 2016,2020,2025 (Ver Tabla 2.)
2. **Coberturas Corine Land Cover:** Coberturas rasterizadas y vectorizadas derivadas del procesamiento digital y clasificación supervisada de acuerdo con la escala de trabajo 1:25.000, fueron las bases de todo el análisis
3. **División Político-administrativa:** Es la unidad espacial de análisis, la cual permite espacializar los resultados.
4. **Propuesta de uso del suelo y Usos de suelo POT:** se consideró como el puente entra la clasificación Corine Land Cover (CLC) y las categorías adoptadas en el POT; se homologaron los usos del suelo. Es el componente normativo sobre el cual se contrasta lo detectado
5. **Comparación POT:** Permitió determinar los cambios entre los usos normativos establecidos en el POT y la homologación de los usos representados en la propuesta de uso de suelo.
6. **Comparación temporal de coberturas de suelo:** Entidad de dinámica temporal que permitió el registro de los cambios entre las coberturas de los años referidos y permitió detectar expansión urbana o la pérdida de coberturas.
7. **Problemática:** Resultado final del análisis valido para la toma de decisiones, permitió determinar las situaciones críticas detectadas con relación a la expansión urbana no permitida, pérdida agrícola, ocupación en suelos de protección.

MODELO CONCEPTUAL Y MODELO ENTIDAD - RELACION



Descripción de relaciones:

1. Clasificación supervisada: de las imágenes Planet Scope se genera las coberturas de suelo de acuerdo con la Leyenda Corine Land Cover adaptada para Colombia para los años 2016,2020,2025

2-3-4. Comparación de coberturas de suelo: la Información vectorizada de las coberturas de suelo se comparan entre los periodos 2016-2020 y 2020-2025, además de la comparación entre los usos de suelo del POT (acuerdo 46 de 2000) y la propuesta de usos de suelo con base en las coberturas de suelo del año 2025.

5-6. Los cambios de coberturas de suelo y de los usos de suelo: las comparaciones se analizaron bajo una matriz de transición e identificación de áreas de cambios entre los años referidos y sobre la cobertura de suelo de 2025 y la información vigente del POT con el fin de identificar los posibles conflictos de uso o sus problemáticas

Homologación: La información de la Propuesta de usos de suelo corresponde a la Homologación de las coberturas de uso del año 2025 en relación con los usos de suelo vigentes del POT. Se define como se traduce el mundo observado (CLC) al lenguaje normativo del POT.

Localización: La información de las coberturas de suelo, los cambios de cobertura y uso y la problemática generadas se localizan o espacializan de acuerdo con la división política administrativa vigente del POT, de acuerdo con la escala de trabajo 1:25.000.

MODELO ENTIDAD RELACION

Descripción

Genera: Una imagen genera muchas coberturas, cada cobertura está asociada a una única imagen como fuente (1: N)

Evidencia Cambio o permite análisis temporal: Muchas coberturas de diferentes fechas se usan para hacer un análisis de cambios en el tiempo, una cobertura forma parte de una comparación temporal y una comparación temporal requiere varias coberturas. (N:1)

Se contrasta: Una cobertura puede participar en varias comparaciones POT; un POT puede compararse con varias coberturas (M.N)

Deriva propuesta o insumo para propuesta: Una propuesta de uso puede apoyarse en varias coberturas; una misma cobertura puede servir para varias propuestas. (M: N)

Identifica conflictos: Una comparación temporal puede identificar varias problemáticas.
(1:N)

Evidencia conflictos: Una comparación con el POT permite detectar varias problemáticas normativas (1: N)

Se ajusta a: Una o varias propuestas de usos deben aliñarse con un uso de suelo definido en el POT. Esta relación asegura que la propuesta respete la normativa vigente. (N:1).

Ubica: las coberturas se enmarcan en una división político-administrativa o dependen de ella (1: N)

Localiza: los conflictos se localizan en una división político-administrativa o dependen de ella (1: N)

5.3.1 Fase 1: Analizar, depurar y procesar información cartográfica base, a escala de trabajo 1:25.000, temática y satelital de la zona de estudio, georreferenciada en el sistema de coordenadas CTM 12.

Para el desarrollo de esta fase se realizó la recolección de información de fuentes secundarias, con la identificación cartográfica y normativa disponible para el área de estudio definida, para lo cual se accedió a fuentes oficiales de información (Alcaldía municipal de Soacha, Gestor catastral de Soacha, IDEAM, PlanetScope Web, IGAC, entre otros) logrando establecer las siguientes etapas:

5.3.1.1 Definición del área de estudio

El municipio de Soacha se ubica en el departamento de Cundinamarca, al sur de la sabana de Bogotá. Limita al norte con el distrito capital, al oriente con los municipios de Pasca y Bogotá, al occidente con Sibaté y Granada, y al sur con San Antonio del Tequendama, se encuentra a una altura aproximada de 2.600 m.s.n.m con una extensión aproximada de 2.661,89 hectáreas en su área urbana y de 15.655,16 hectáreas en su área rural, perímetros definidos en el Acuerdo Municipal No. 46 de 2000 “Por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Soacha”. Su perímetro urbano está dividido en seis comunas denominadas (Gómez, 2019):

Barrio compartir y aledaños.

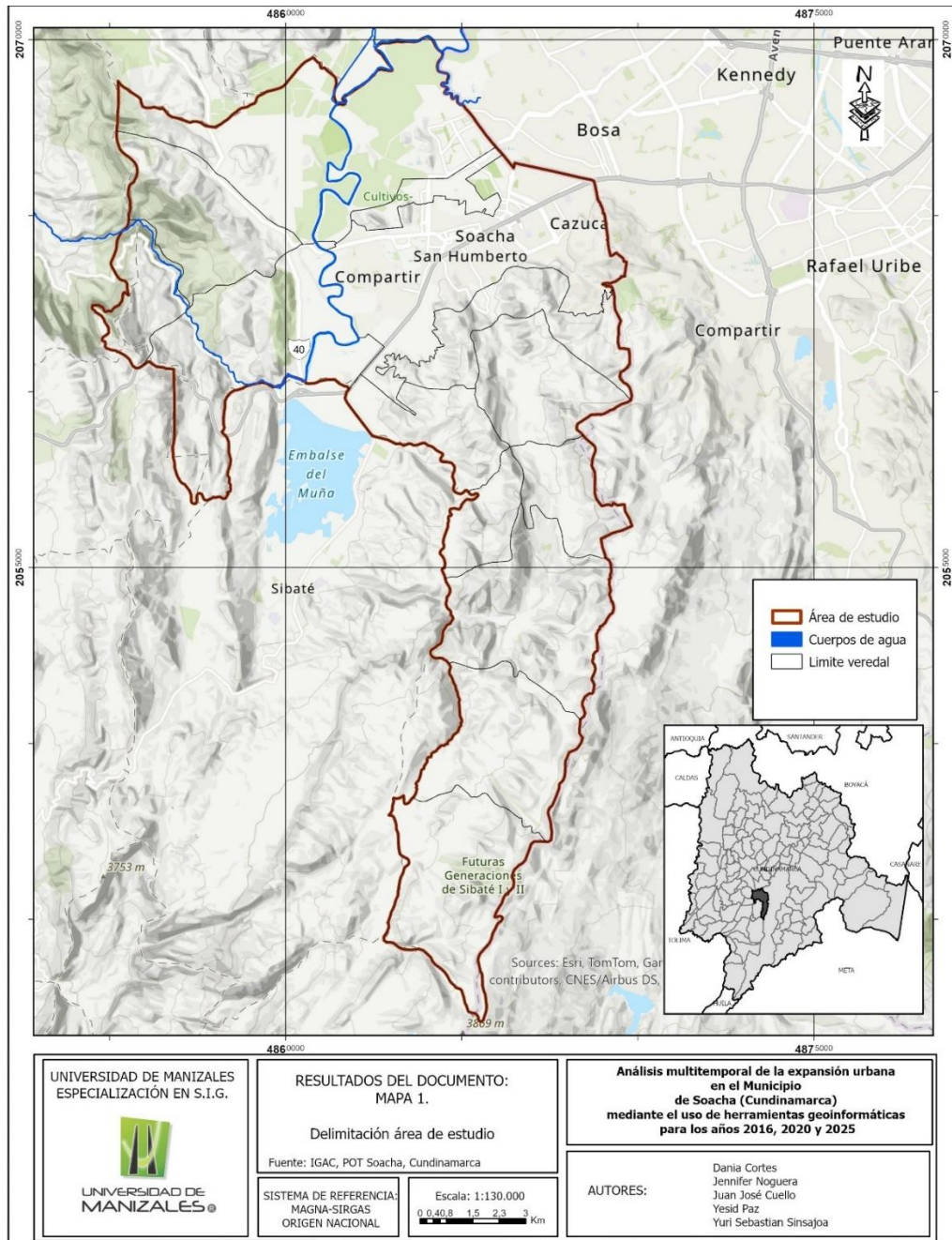
Sector característico parque principal.

Sector de ciudad verde y León XIII.

Sector San Mateo.

Sector Cazucá.

Sector barrio San Humberto.

Figura 1*Mapa del área de estudio*

¹ Mapa del área de estudio se encuentra en anexos “Multitemporal_Soacha_Cortes_2025_Anexo1”

El municipio de Soacha se definió como el área de estudio del presente trabajo de investigación, debido a que se constituye como un escenario clave para analizar la dinámica de expansión urbana en Colombia. El crecimiento urbano acelerado e intenso del municipio de Soacha, en muchos casos desordena y no planificado se atribuye principalmente su proximidad a la ciudad capital y a un alto porcentaje de migración proveniente de varias regiones del país debido a la mayor oportunidad laboral, es así como estas condiciones convierten a Soacha en un territorio estratégico y representativo de los desafíos que enfrentan los municipios aledaño a grandes ciudades de Colombia, especialmente en temas relacionados con el crecimiento urbano y la planificación territorial.

5.3.1.2 Consulta y descarga de información secundaria

Se realizó la consulta y recolección de información de tipo documental, cartográfica y raster de fuentes oficiales y consulta pública dispuesta en medios digitales como portales web y repositorio de datos de entidades como la Alcaldía Municipal de Soacha, El Gestor Catastral del municipio de Soacha y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, con el fin de obtener las capas geográficas prediales vigentes para dicho municipio, la cartografía relacionada con el plan básico de ordenamiento territorial, la cartografía básica a la escala disponible, las imágenes satelitales para los años 2016, 2020 y 2025 y la delimitación y aprobación por parte de la Secretaría de planeación de los planes parciales, donde se logra realizar la descarga de archivos geográficos, documentos e imágenes de la siguiente manera:

Tabla 1

Descripción información compilada



Insumo	Tipo	Fuente	Especificaciones
Acuerdo 0046 de 2000 - POT	Documento pdf		NA
Decreto 255 de 2008 - Plan parcial Las Vegas	Documento pdf	Radicado 20255000272972 ID 132281 - Secretaría de planeación Soacha	NA



Decreto 384 de 2010 – Plan parcial Las Huertas	Documento pdf		NA
Planos parcial Huertas	Plan Las Huertas		NA
Decreto de 2015 – Modificación plan parcial Las Vegas	Documento pdf		NA
Planos Decreto de 2015	Planos pdf		NA
Cobertura de la tierra	Geográfico - Shapefile	IDEAM	Escala 1:100.000
Perímetro Urbano	Geográfico -Shapefile		Escala 1:25.000
Zona de expansión	Geográfico -Shapefile	Secretaría de Planeación	Escala 1:25.000
Veredas	Geográfico -Shapefile		Escala 1:25.000
Tratamientos	Geográfico -Shapefile		Escala 1:25.000
Usos del suelo	Geográfico -Shapefile		Escala 1:25.000
Cartografía base	Geográfico -Shapefile	IGAC - ColombiaOT	Escala 1:25.000

Base Predial	Geográfico -Shapefile	Gestor Catastral Soacha	Escala 1:10.000 rural Escala 1:500 urbana
Imágenes satelitales	Raster - tif	PlanetScope	Ver Tabla 2.

Para la consulta y adquisición de imágenes capturadas por sensores remotos se tuvo en cuenta que estas se encontraran disponibles de manera gratuita y que cumplieran con los criterios de búsqueda: cobertura de zona de estudio, baja nubosidad, fecha de captura, resolución espectral y espacial, y correcciones radiométricas y atmosféricas incluidas, es así que se utilizaron las imágenes capturadas por el sensor PlanetScope dispuestas a través de su portal web PlanetScope Scene de la siguiente manera:

Tabla 2
Características técnicas de las imágenes satelitales utilizadas

Especificaciones		Imagen
Resolución espacial	3 m	
Resolución espectral	4 bandas (RGBNir)	
Resolución temporal	2016	
Cantidad de escenas	8	
Resolución espacial	3 m	
Resolución espectral	4 bandas (RGBNir)	

Resolución temporal	2020	
Cantidad de escenas	3	
Resolución espacial	3 m	
Resolución espectral	4 bandas (RGBNir)	
Resolución temporal	2025	
Cantidad de escenas	3	

5.3.1.3 Preprocesamiento de información

Con los insumos obtenidos en la actividad anterior, se procedió a realizar el procesamiento de estos de acuerdo con su formato y utilidad para el proyecto, donde se desarrolló el siguiente flujo:

1. **Georreferenciación de planos en formato pdf:** para el caso de la información geográfica de los planos parciales del municipio de Soacha aportados por la Secretaría de Planeación fue necesario georreferenciarlos en el software GIS (ArcMap) a través de la escala presentada (intervalo de coordenadas cada 200m), realizando una grilla con puntos de control y ajuste de cuadrante por detalle.
2. **Re-proyección de insumos:** con el fin de manejar un mismo sistema de referencia para el desarrollo del proyecto se estableció adoptar el sistema de coordenadas CTM12/MAGNA SIRGAS-Origen Nacional, con EPSG: 9377, por tanto, la cartografía

proveniente del plan básico de ordenamiento territorial, los planos de los planes parciales aprobados, las imágenes satelitales y la cartografía básica fueron Re proyectados.

3. **Validación y digitalización de información gráfica:** para el caso de la información temática digital del Plan Básico de Ordenamiento Territorial, específicamente lo referente a la clasificación y usos del suelo se encontró que está presentaba errores topológicos y de espacialización al no tener asignado un sistema de referencia espacial, de esta forma se realizaron procedimientos técnicos a través del software ArcMap con el fin de garantizar la consistencia posicional, lógica, temática y topológica de la información.

Figura 2

Digitalización clasificación del suelo POT

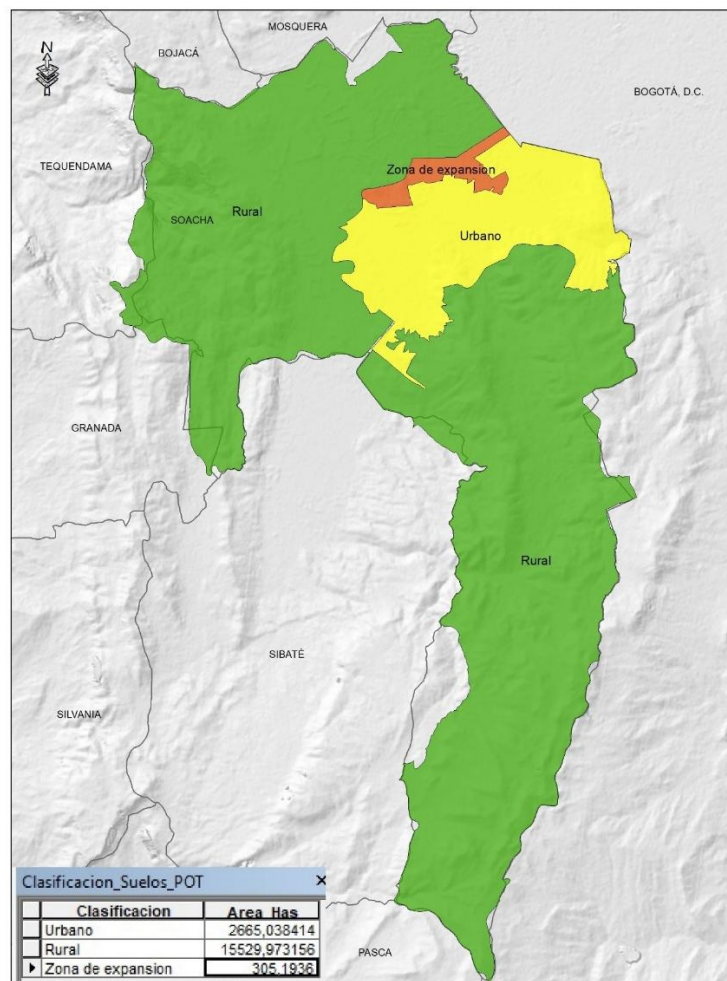
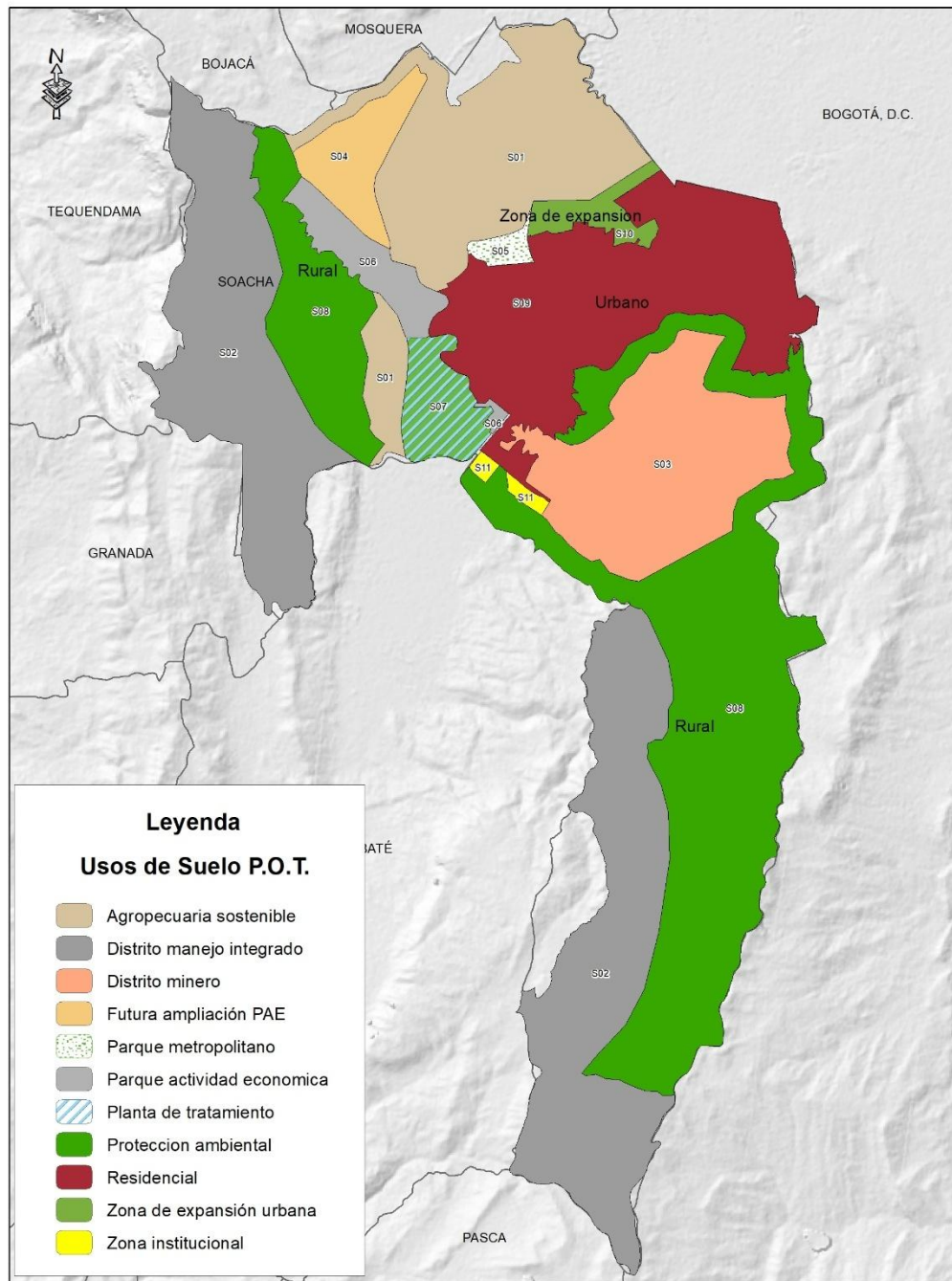
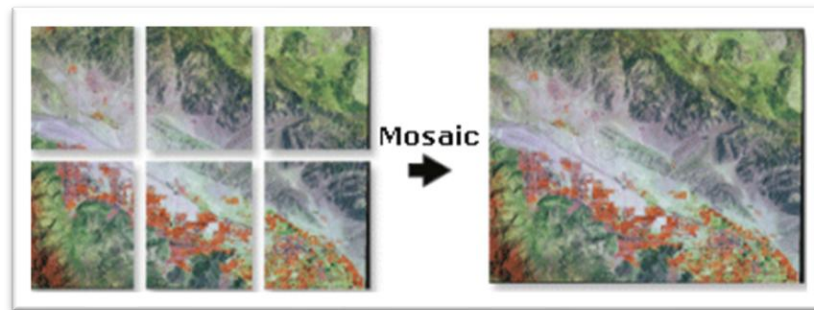


Figura 3*Digitalización uso del suelo POT*

- Mosaico de imágenes:** En esta etapa se realizó la unión de las escenas obtenidas para cada año establecido, utilizando la herramienta *Mosaic to New Raster*, la cual se encuentra en Geoprocessing en Arcgis Pro, generando un solo raster para cada año.

Figura 4

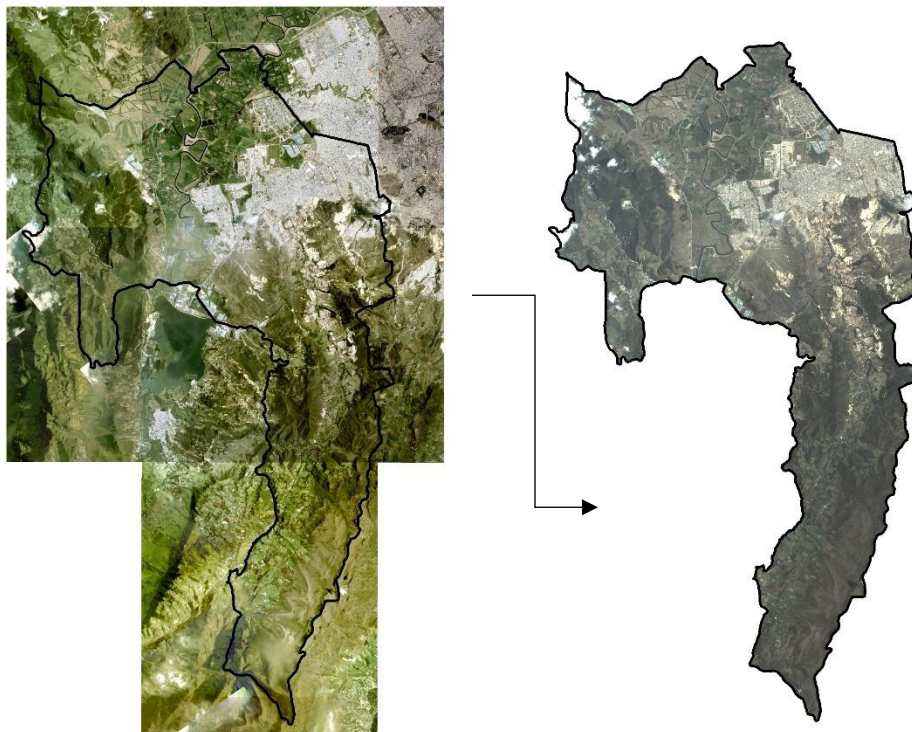
Generación de mosaicos. Fuente: Esri



5. **Corte de imágenes o máscara:** En este proceso se utiliza la capa obtenida en el PBOT del Municipio de Soacha, donde se encuentra el perímetro municipal, con dicho insumo se realiza el recorte de las imágenes raster para los años 2016, 2020 y 2025 utilizando la herramienta **Extract by Mask**, en este sentido se obtiene la zona de estudio para cada año.

Figura 5

Corte de imágenes



5.3.1.4 Estructuración de geodatabase e insumos

Estructuración de una geodatabase: para una mejor organización de la información se elaboró una geodatabase, en la cual se incorporaron los insumos recolectados como las imágenes satelitales, cartografía de límite municipal, ríos, vías, entre otros, la clasificación de coberturas para cada año establecido y la cartografía resultante generada.

5.3.2 Fase 2: Clasificar las coberturas del suelo de la zona de estudio para los años 2016, 2020 y 2025 mediante el procesamiento digital de imágenes satelitales, aplicando la metodología Corine Land Cover.

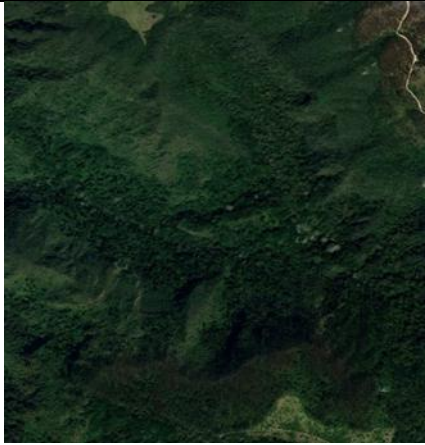

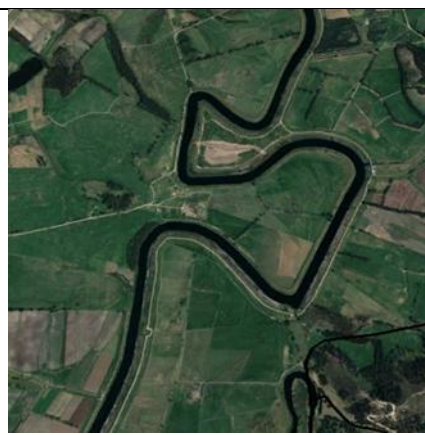
Una vez adquirida la información secundaria necesaria para el desarrollo del presente proyecto de investigación la cual fue clasificada y procesada se establecen las siguientes etapas para el alcance de la fase 2:

5.3.2.1 Definición de coberturas

Para categorizar los tipos de cobertura de la zona de estudio se aplicó la metodología Corine Land Cover para escala 1:100.000, empleando las imágenes satelitales PlanetScope correspondientes para los años 2016, 2020 y 2025 donde se realiza el diagnóstico y selección de las coberturas presentes dentro de la zona de interés definida, agrupando las de mayor interés y que permitan describir de forma contundente el fenómeno o problemática planteada (expansión urbana no planificada). Estas imágenes, cuentan con una resolución espacial de 3 metros y fueron obtenidas como productos ortorrectificados en reflectancia de superficie. En cuanto a las categorías de análisis, se adoptaron 6 clases de la nomenclatura jerárquica de la metodología Corine Land Cover, las cuales fueron identificadas a partir de la interpretación espectral de las imágenes satelitales de PlanetScope, así:

Tabla 3*Descripción coberturas del suelo utilizadas*

Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, Escala 1:100.000		
Cobertura	Visualización	Descripción
Zonas Urbanizadas		Las zonas urbanizadas incluyen los territorios cubiertos por infraestructura urbana y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociados con ellas, que configuran un tejido urbano.
Zonas de extracción minera		Son áreas dedicadas a la extracción de materiales minerales a cielo abierto
Áreas agrícolas heterogéneas		Son unidades que reúnen dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de

Bosques		<p>tenencia de la tierra.</p> <p>Comprende las áreas naturales seminaturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas exóticas. Los árboles son plantas leñosas perennes con un solo tronco principal, que tiene una copa más o menos definida. (FAO, 2001).</p>
Área con vegetación herbácea y/o arbustiva		<p>Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica.</p>
Aguas continentales		<p>Son cuerpos de aguas permanentes, intermitentes y estacionales que comprenden lagos, lagunas, ciénagas, depósitos y estanques naturales o artificiales de agua dulce (no salina), embalses y cuerpos de agua en movimiento, como los ríos y canales.</p>

5.3.2.2 Clasificación supervisada

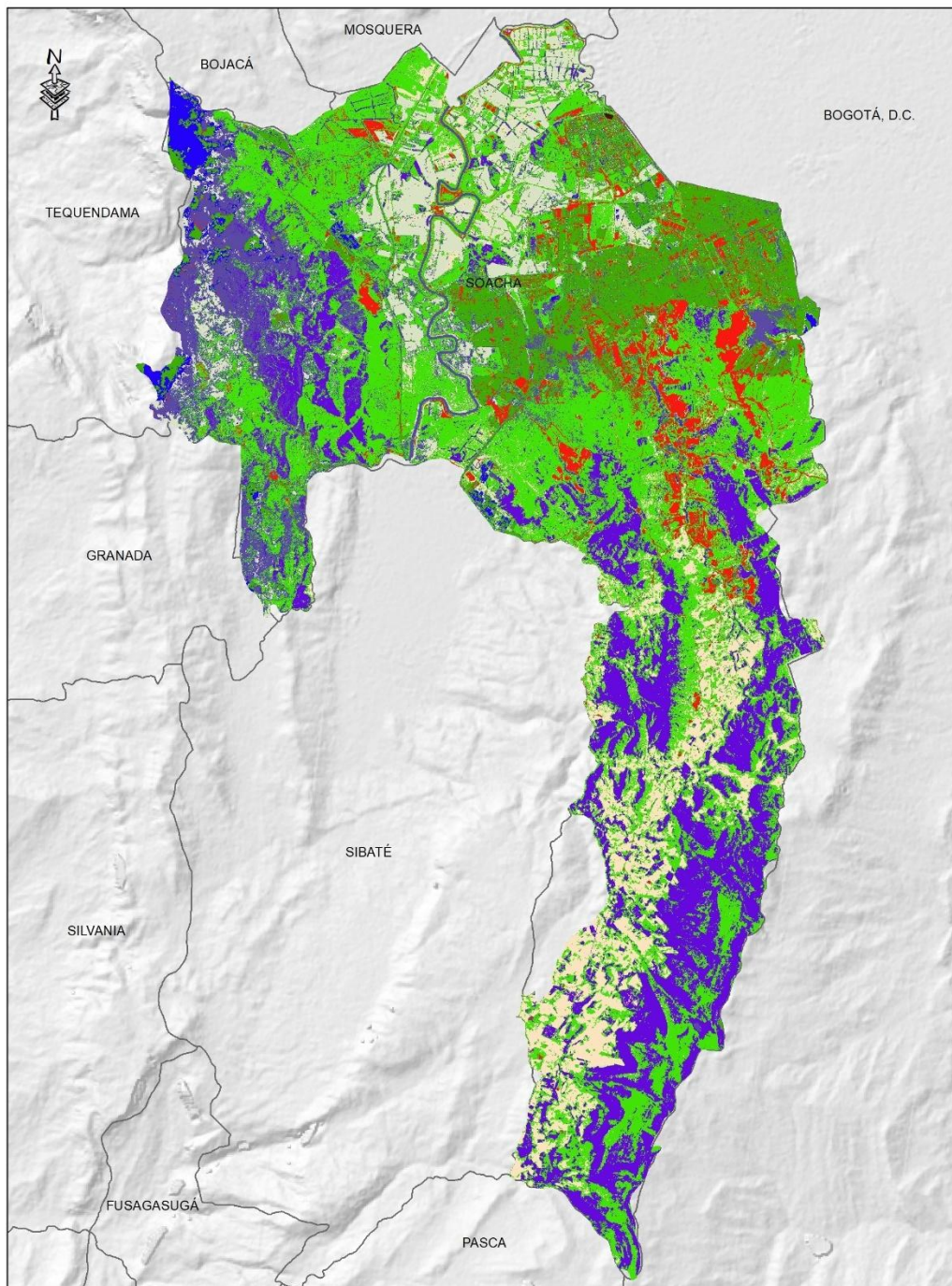
El proceso de clasificación supervisada requirió la generación de muestras de entrenamiento. Para ello, se construyó un archivo vectorial en formato shapefile de puntos, en el

cual se ubicaron puntos de muestreo directamente sobre las imágenes de PlanetScope dentro de ArcGIS Pro, de acuerdo con las coberturas definidas en la tabla anteriormente presentada.

Durante este proceso, y con la edición activa, se realizó la digitalización de los puntos muestra, apoyándose en el reconocimiento indirecto del área con base en la observación e interpretación visual de las imágenes satelitales. La distribución de las muestras se realizó de manera estratificada y homogénea en todo el municipio, con el fin de garantizar la representatividad para cada clase. En promedio, se establecieron 150 puntos por clase y se incorporó la información correspondiente para cada clase en su respectiva tabla de atributos.

Posteriormente, se generaron las firmas espectrales mediante la herramienta *Create Signatures* de ArcGIS Pro, las cuales constituyeron el insumo principal para la clasificación supervisada. Esta se llevó a cabo mediante el algoritmo de Máxima Verosimilitud (Maximum Likelihood Classification), aplicado de forma independiente para cada uno de los años analizados. Para ello se utilizaron las bandas multiespectrales de PlanetScope, con el fin de obtener mapas de cobertura específicos para cada periodo.

Figura 6
Ejemplo clasificación supervisada zona de estudio

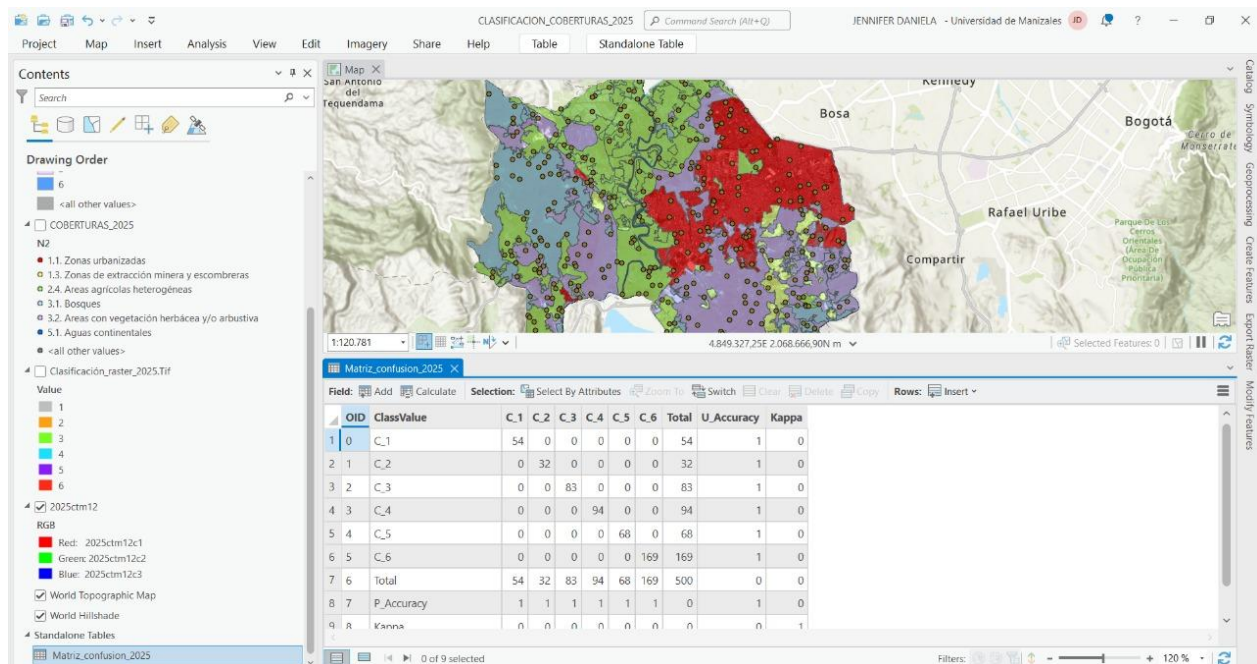


5.3.2.3 Evaluación y aseguramiento de la calidad

Con la finalidad de validar que la clasificación supervisada esté relacionada al nivel digital determinado para cada cobertura se implementó la matriz de confusión como un mecanismo de verificación, en este sentido se logró verificar los errores, coincidencias y precisión en la clasificación de cada cobertura. Para esto, se crearon puntos de validación mediante la herramienta “*create accuracy Assessment points*” y seguido se crea la matriz de confusión a través de la opción de “*compute confusion matrix*” dispuesta en la caja de geoprocamiento.

Figura 7

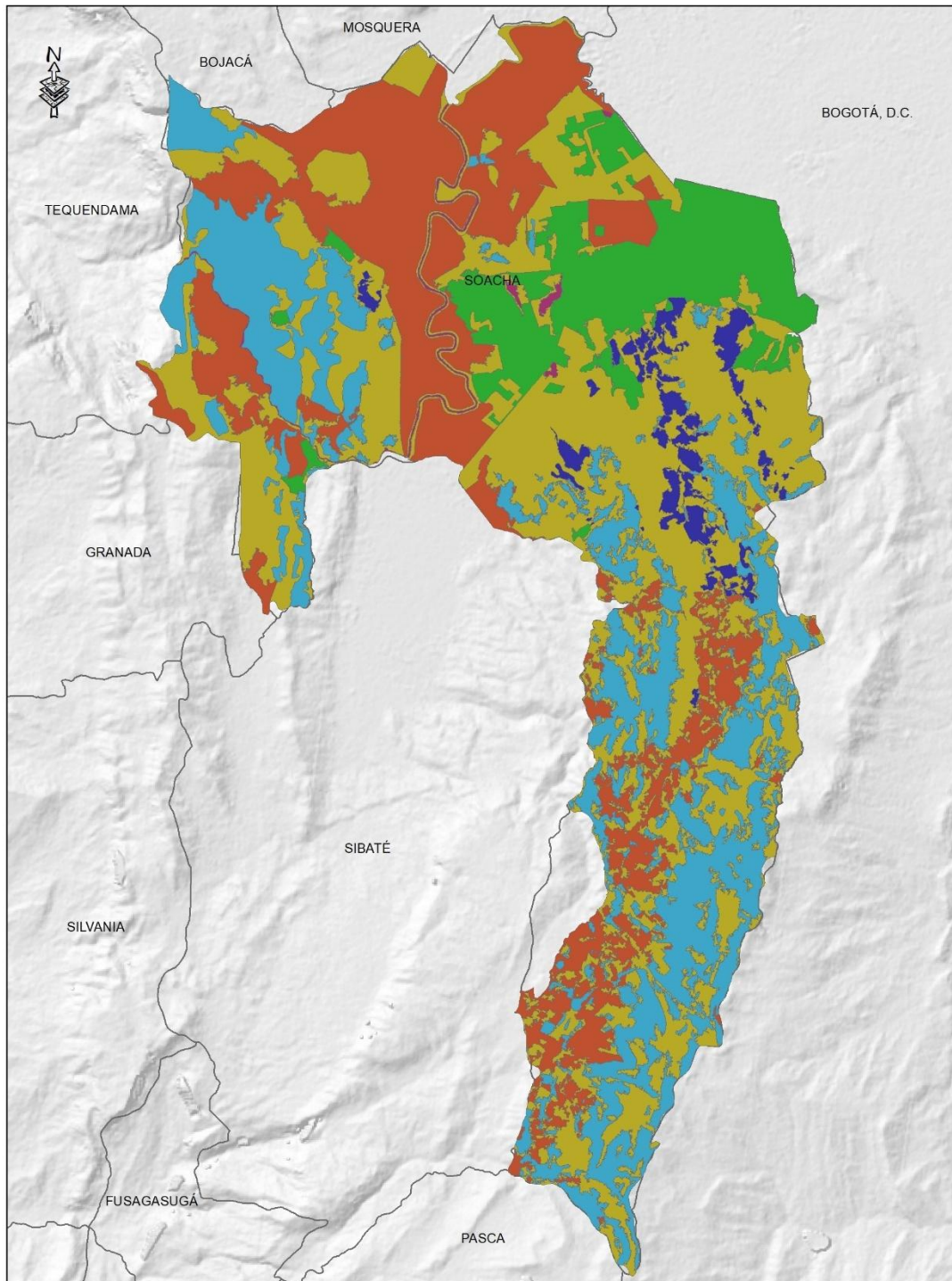
Generación Matriz de confusión



5.3.2.4 Raster a vector

Posteriormente, para un manejo adecuado de la información obtenida en la anterior actividad se convierte el raster clasificado a un archivo shapefile mediante la herramienta de “*raster to polygon*”, de este modo se obtiene la capa vectorial donde cada nivel digital se convierte en un polígono, con el fin de reducir la cantidad de polígonos generados para cada cobertura se utiliza la herramienta “*dissolve*”, creando de esta forma un solo polígono por tipo de cobertura. La presente etapa se realiza para cada año de estudio.

Figura 8
Archivo vectorial de la clasificación supervisada



5.3.2.5 Homogenización de información y digitalización

Finalmente, se realiza la depuración, homogenización y digitalización del resultado obtenido con el fin de manipular información precisa y de fácil manejo, desarrollando las siguientes actividades:

- Unidad mínima de mapeo: se realiza la selección por atributos identificando polígonos con áreas menores a 4 hectáreas para ser integradas con los polígonos de mayor área, teniendo como base una escala de mapeo de 1:50.000.
- Digitalización: se realiza inspección visual de los resultados obtenidos con el fin de detectar polígonos heterogéneos que puedan ser corregidos, de esta forma se realiza de forma manual la digitalización de dichos polígonos a través de herramientas como *merge* y *split*, logrando una visualización homogénea de la información.
- Integración de coberturas – Dissolve: Finalmente, se realizó la agrupación de polígonos pertenecientes a una misma clase de cobertura mediante la herramienta *Dissolve*. Este procedimiento permitió integrar entidades adyacentes con atributos comunes, optimizando la organización de la información espacial y facilitando su posterior manejo y análisis.

5.3.3 Fase 3: Analizar los cambios espaciales y temporales de la clasificación de las coberturas definidas y clasificadas de la zona de estudio entre los años 2016 al 2025.

Mediante el uso del método de matriz de tabulación cruzada o de transición se logra obtener la identificación de los cambios de coberturas presentes para los años 2016, 2020 y 2025, donde se procederá a establecer y/o cuantificar las áreas de cobertura, generar estadísticas, e identificar área de pérdidas y ganancias de dichas coberturas definidas en el presente proyecto de investigación a través de las siguientes etapas:

5.3.3.1 Asignación numérica a cada variable

Se asignó un valor numérico a cada variable o nivel de cobertura de suelo inicialmente de los años 2016 a 2020 y posteriormente de los años 2020 a 2025, que fue base principal para obtener el área en hectáreas de las zonas en las cuales se presentó el cambio de coberturas de suelo, procedimiento que se realizó con el uso de Herramientas de Geoprocésamiento del software Arcgis.

Tabla 4*Asignación numérica a variables*

COBERTURA DE SUELO	AÑO 2016	AÑO 2020
1.1. Zonas urbanizadas	10	1
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	20	2
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	30	3
3.1. Bosques	40	4
3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	50	5
5.1. Aguas continentales	60	6

COBERTURA DE SUELO	AÑO 2020	AÑO 2025
1.1. Zonas urbanizadas	10	1
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	20	2
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	30	3
3.1. Bosques	40	4
3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	50	5
5.1. Aguas continentales	60	6

5.3.3.2 Generación matriz de transición

Una vez definidos los valores numéricos a cada una de las variables (coberturas) se realizó la matriz de transición, la cual permite intersecar los valores entre los niveles de cobertura para los años establecidos, con el fin de obtener las coincidencias que se presentan para los años 2016, 2020 y 2025.

Tabla 5*Matriz de transición*

Código o nivel de cobertura	valor	año 2020						
		1.1.	1.3.	2.4.	3.1.	3.2.	5.1	
año 2016	1.1.	10	11	12	13	14	15	16
	1.3.	20	21	22	23	24	25	26
	2.4.	30	31	32	33	34	35	36
	3.1.	40	41	42	43	44	45	46
	3.2.	50	51	52	53	54	55	56
	5.1.	60	61	62	63	64	65	66

Código o nivel de cobertura	valor	año 2025						
		1.1.	1.3.	2.4.	3.1.	3.2.	5.1	
o 25	1.1.	10	11	12	13	14	15	16

1.3.	20	21	22	23	24	25	26
2.4.	30	31	32	33	34	35	36
3.1.	40	41	42	43	44	45	46
3.2.	50	51	52	53	54	55	56
5.1.	60	61	62	63	64	65	66

Una vez finalizada la preparación de la información resultante de la clasificación supervisada, se procedió a la estimación de los cambios en la cobertura del suelo. Para ello, en cada capa vectorial correspondiente a los años de estudio se crearon dos campos de tipo numérico: el primero destinado al cálculo del área en hectáreas, y el segundo para asignar un código o valor representativo a cada clase de cobertura. Con esta información normalizada, se llevó a cabo la intersección entre las capas de diferentes periodos, lo que permitió identificar las áreas de permanencia y cambio, lo que permite cuantificar y analizar los cambios de cobertura para los años establecidos.

Figura 9

Creación de campos para estimación de cambios

	Id_gc	Nivel 2	Area Has	Cob 1
	1	1.1. Zonas urbanizadas	2048,492355	10
	2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	522,639573	20
	3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	4629,490474	30
	4	3.1. Bosques	4132,547191	40
	5	3.2. Areas con vegetación herbácea y_o arbustiva	6991,787724	50
	6	5.1. Aguas continentales	109,242493	60

The image displays two screenshots of a software interface showing data tables for land cover analysis. The top screenshot shows 'Class2020_M' with columns for 'Id gc', 'Nivel 2', 'Area Has', 'Cob 2', and 'Cob 3'. The bottom screenshot shows 'Class2025_M' with columns for 'Id gc', 'Nivel 2', 'Area Has', and 'Cob 4'. Both tables list six categories of land cover with their respective area and coverage values.

Id gc	Nivel 2	Area Has	Cob 2	Cob 3
1	1.1.Zonas urbanizadas	2354,341808	1	10
2	1.3.Zonas de extracción minera y escombreras	388,005194	2	20
3	2.4.Area agrícolas heterogéneas	4832,812846	3	30
4	3.1.Bosques	2983,542127	4	40
5	3.2.Areas con vegetación herbácea y_o arbustiva	7780,08499	5	50
6	5.1. Aguas continentales	95,378276	6	60

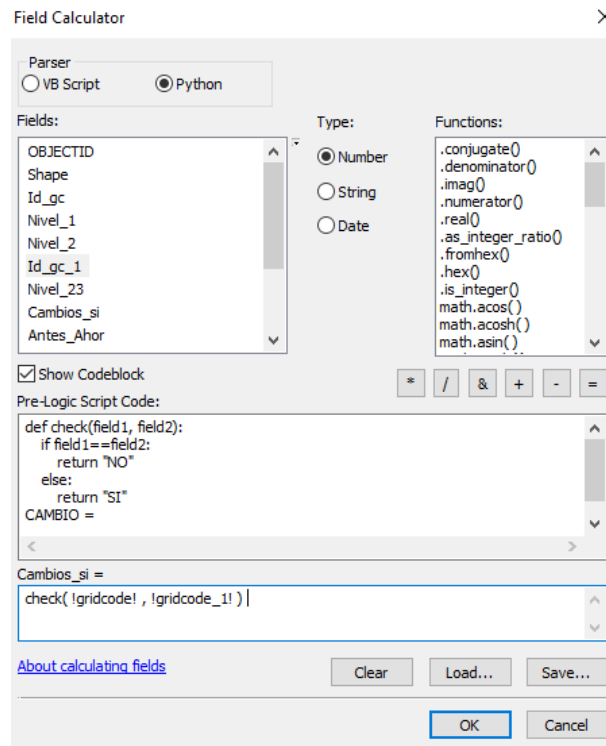
Id gc	Nivel 2	Area Has	Cob 4
1	1.1.Zonas urbanizadas	2493,025037	1
2	1.3.Zonas de extracción minera y escombreras	358,045625	2
3	2.4.Area agrícolas heterogéneas	5506,943301	3
4	3.1. Bosques	2626,334954	4
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	7335,725238	5
6	5.1. Aguas continentales	114,125796	6

5.3.3.3 Determinación de cambios de cobertura

Para la visualización y análisis de los cambios en las coberturas de suelo, se utilizaron las capas correspondientes a los años de estudio, generadas en la etapa anterior. Sobre estas, se efectuó la intersección de los valores para los años 2016 y 2020, obteniéndose nuevas tablas de atributos en las que se crearon tres campos adicionales: “Cambio_si” y “Antes_Ahora” (de tipo texto), y “Area_Ha” (de tipo numérico).

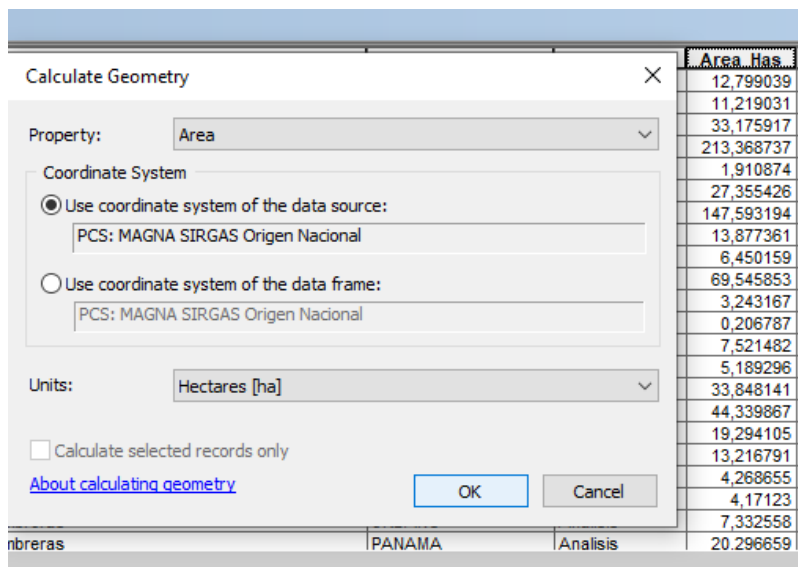
En el campo “Cambio_si”, se implementó un script en Python para comparar los valores de las coberturas entre los dos años analizados, asignando la condición de “Sí” o “No” según la existencia de cambios.

Figura 10
Script de comparación de coberturas



Para una mejor interpretación de los resultados, en el campo “Antes_Ahora” se concatenaron los nombres de las coberturas respectivas, de manera que se pudiera discriminar de forma explícita la transición ocurrida entre una cobertura y otra.

Figura 11
Cálculo de área para cada polígono



Finalmente, en el campo “Area_Has” se recalcularon los valores correspondientes al área en hectáreas de cada polígono, lo que permitió cuantificar las áreas afectadas por los cambios detectados.

5.3.3.3 Homogenización de información

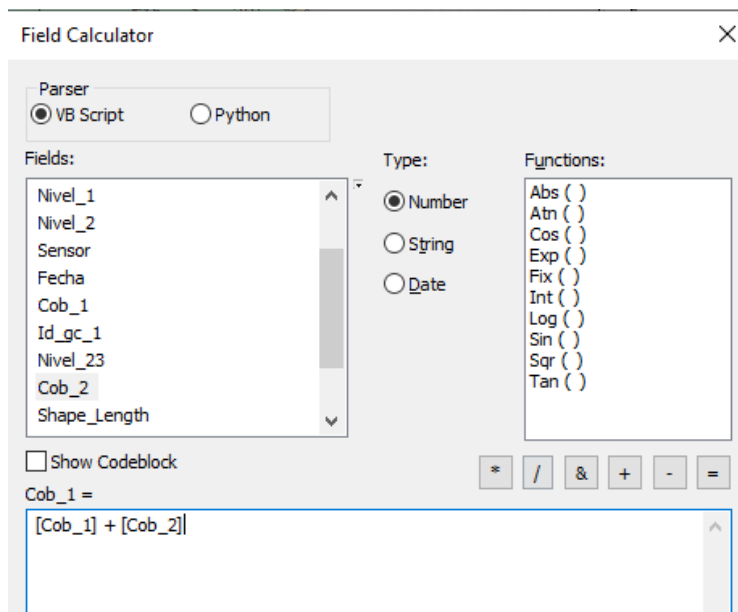
Una vez calculada el área, se revisó si hay polígonos menores a 4 Has según el área mínima cartografiable adoptada para el trabajo, que limiten el análisis de la información y puedan generar ruidos al análisis, sin embargo, para el presente estudio no se encontraron polígonos con áreas menores a la establecida para el proceso de depuración y homogeneización, obteniendo resultados óptimos para el desarrollo de la interpretación y análisis.

5.3.3.4 Generación de cambios

Para la determinación y obtención de valores de cambios entre las capas de cobertura clasificadas previamente se generó un nuevo campo de “cambios” con el fin de consignar dentro de una variable dichos resultados, para esto, mediante el uso de la herramienta *field calculator* se suman los valores consignados de las coberturas para el año 2016 (Cob_1) y del año 2020 (Con_2), determinando el estado inicial y final de cada cobertura.

Figura 12

Herramienta Field Calculator



La información generada en el campo “Cambios” con la opción suma que indica la unión de dichos valores de las capas de las coberturas del año 2016 (Cob_1) y del año 2020 (Cob_2), determinó el estado inicial y estado final de dicha cobertura; las filas en blanco que indica la imagen 9, muestra los cambios entre una cobertura y otra y las filas marcadas indican su coincidencia, es decir donde no se presentó cambios. El campo Area_has, indica el área en hectáreas generada para cada uno de los valores. Esta información generada se ingresa a la matriz de transición.

Figura 13

Cambios de coberturas 2016_2020

Nivel 2	Nivel 2	Cambios	Area Has
1.1. Zonas urbanizadas	1.1. Zonas urbanizadas	11	1997,349978
1.1. Zonas urbanizadas	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	12	11,098331
1.1. Zonas urbanizadas	2.4. Area agrícolas heterogéneas	13	13,971972
1.1. Zonas urbanizadas	3.1. Bosques	14	0,658054
1.1. Zonas urbanizadas	3.2. Areas con vegetación herbácea y_o arbustiva	15	25,049444
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1.1. Zonas urbanizadas	21	10,944949
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	22	309,134853
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	2.4. Area agrícolas heterogéneas	23	13,8905
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	3.2. Areas con vegetación herbácea y_o arbustiva	25	188,667687
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	1.1. Zonas urbanizadas	31	72,080666
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	32	1,242323
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4. Area agrícolas heterogéneas	33	3890,068654
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	3.1. Bosques	34	275,723811
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	3.2. Areas con vegetación herbácea y_o arbustiva	35	389,508473
3.1. Bosques	1.1. Zonas urbanizadas	41	0,398564
3.1. Bosques	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	42	0,778074
3.1. Bosques	2.4. Area agrícolas heterogéneas	43	125,397267
3.1. Bosques	3.1. Bosques	44	1813,652869
3.1. Bosques	3.2. Areas con vegetación herbácea y_o arbustiva	45	2191,223002
3.2. Areas con vegetación herbácea y_o arbustiva	1.1. Zonas urbanizadas	51	273,236561
3.2. Areas con vegetación herbácea y_o arbustiva	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	52	65,751616
3.2. Areas con vegetación herbácea y_o arbustiva	2.4. Area agrícolas heterogéneas	53	788,358622
3.2. Areas con vegetación herbácea y_o arbustiva	3.1. Bosques	54	892,788467
3.2. Areas con vegetación herbácea y_o arbustiva	3.2. Areas con vegetación herbácea y_o arbustiva	55	4965,854039
3.2. Areas con vegetación herbácea y_o arbustiva	5.1. Aguas continentales	56	4,171267
5.1. Aguas continentales	3.2. Areas con vegetación herbácea y_o arbustiva	65	18,047762
5.1. Aguas continentales	5.1. Aguas continentales	66	91,194335

5.3.3.5 Determinación de cambios próximos al perímetro urbano de Soacha

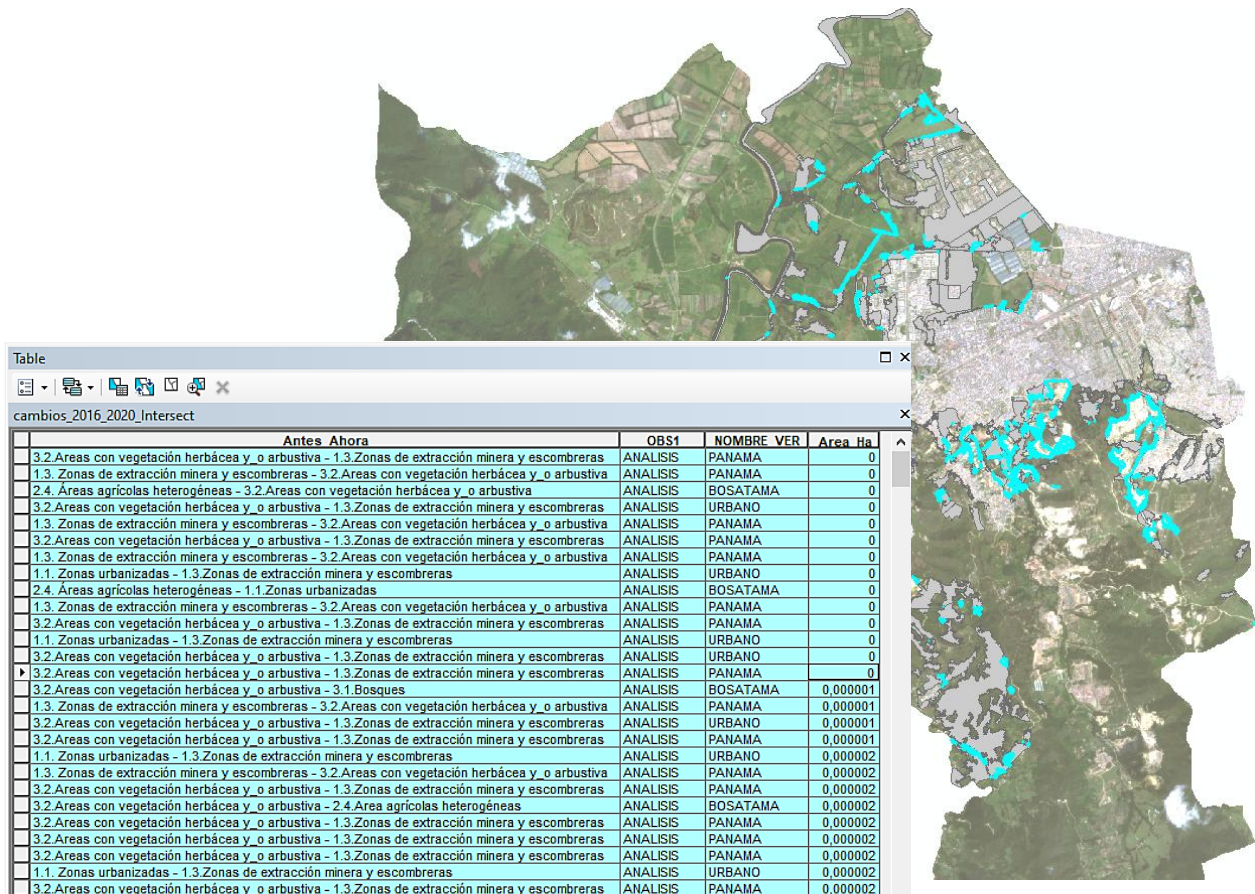
Con la información generada en el proceso anterior, que permitió identificar las áreas con y sin cambios en las coberturas de suelo durante los años de estudio, se procedió a la selección de polígonos ubicados sobre las proximidades al perímetro urbano y sobre el límite del río Bogotá.

Durante este procedimiento se identificaron variaciones en la cobertura 1.1. Zonas urbanizadas, las cuales no podían ser reemplazadas de manera directa por otras categorías de

clasificación. Para su depuración se creó un campo denominado “Eliminar”, que permitió excluir estos polígonos del análisis, y otro campo denominado “Análisis”, destinado a la comparación de las coberturas válidas.

Figura 14

Depuración de la cobertura 1.1 Zonas urbanizadas



Para garantizar la consistencia temática de la información se aplicaron procesos técnicos de depuración y generalización. En este sentido, se adoptó una unidad mínima de mapeo de 4 ha, aplicando la herramienta *Eliminate* para integrar polígonos menores a dicho umbral; se eliminaron polígonos dispersos con áreas inferiores a 50 m² y, finalmente, se unieron polígonos por variable con el fin de consolidar la cartografía.

Figura 15*Depuración unidad mínima de mapeo.*

Cambios si	Antes Ahora	OBS1	NOMBRE VER	Area has
SI	1.1. Zonas urbanizadas-3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva	ELIMINAR	ZONA DE EXPANSION	0.592724
SI	1.1. Zonas urbanizadas-3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva	ELIMINAR	URBANO	17.710841
SI	1.1. Zonas urbanizadas-3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva	ELIMINAR	PANAMA	1.408113
SI	1.1. Zonas urbanizadas-3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva	ELIMINAR	LA CHACUA	1.128531
SI	1.1. Zonas urbanizadas-3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva	ELIMINAR	BOSATAMA	2.001112
SI	1.1. Zonas urbanizadas-2.4.Área agrícolas heterogéneas	ELIMINAR	ZONA DE EXPANSION	0.091484
SI	1.1. Zonas urbanizadas-2.4.Área agrícolas heterogéneas	ELIMINAR	URBANO	2.591007
SI	1.1. Zonas urbanizadas-2.4.Área agrícolas heterogéneas	ELIMINAR	LA CHACUA	0.16208
SI	1.1. Zonas urbanizadas-2.4.Área agrícolas heterogéneas	ELIMINAR	BOSATAMA	0.078247
SI	1.1. Zonas urbanizadas-2.4.Área agrícolas heterogéneas	ELIMINAR	ALTO DE LA CRUZ	0.491204
SI	1.1. Zonas urbanizadas-1.3.Zonas de extracción minera y escombreras	ELIMINAR	URBANO	10.178994
SI	1.1. Zonas urbanizadas-1.3.Zonas de extracción minera y escombreras	ELIMINAR	PANAMA	0.919337
SI	3.1. Bosques-3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva	ANALISIS	ZONA DE EXPANSION	12.799039
SI	3.1. Bosques-3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva	ANALISIS	URBANO	11.219031
SI	3.1. Bosques-3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva	ANALISIS	PANAMA	33.175917
SI	3.1. Bosques-3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva	ANALISIS	LA CHACUA	213.368737
SI	3.1. Bosques-2.4.Área agrícolas heterogéneas	ANALISIS	LA CHACUA	1.910874
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-3.1.Bosques	ANALISIS	LA CHACUA	7.521482
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-1.1.Zonas urbanizadas	ANALISIS	ZONA DE EXPANSION	27.355425
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-1.1.Zonas urbanizadas	ANALISIS	URBANO	147.593194
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-1.1.Zonas urbanizadas	ANALISIS	PANAMA	13.877361
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-1.1.Zonas urbanizadas	ANALISIS	LA CHACUA	6.450159
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-1.1.Zonas urbanizadas	ANALISIS	BOSATAMA	69.545853
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-1.1.Zonas urbanizadas	ANALISIS	ALTO DE LA CRUZ	3.243167
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-1.1.Zonas urbanizadas	ANALISIS	ALTO DE LA CRUZ	0.206787
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-2.4.Área agrícolas heterogéneas	ANALISIS	ZONA DE EXPANSION	5.189295
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-2.4.Área agrícolas heterogéneas	ANALISIS	URBANO	33.848141
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-2.4.Área agrícolas heterogéneas	ANALISIS	LA CHACUA	44.339867
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-2.4.Área agrícolas heterogéneas	ANALISIS	BOSATAMA	19.294105
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-2.4.Área agrícolas heterogéneas	ANALISIS	ALTO DE LA CRUZ	13.216791
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-2.4.Área agrícolas heterogéneas	ANALISIS	ALTO DE LA CRUZ	4.268655
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-5.1. Aguas continentales	ANALISIS	URBANO	4.17123
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-1.3.Zonas de extracción minera y escombreras	ANALISIS	URBANO	7.332558
SI	3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva-1.3.Zonas de extracción minera y escombreras	ANALISIS	PANAMA	20.296659
SI	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras-3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva	ANALISIS	URBANO	4.488851
SI	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras-3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva	ANALISIS	PANAMA	56.924332
SI	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras-3.2.Áreas con vegetación herbácea y_o arbustiva	ANALISIS	LA CHACUA	12.715222
SI	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras-1.1.Zonas urbanizadas	ANALISIS	URBANO	3.005728
SI	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras-1.1.Zonas urbanizadas	ANALISIS	PANAMA	7.084143
SI	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras-1.1.Zonas urbanizadas	ANALISIS	LA CHACUA	0.855078

Posteriormente, se realizó la intersección entre la capa de cambios y la cartografía de veredas vigente del Plan de Ordenamiento Territorial (POT), lo que permitió relacionar los resultados con la clasificación oficial del suelo definida en dicho instrumento. Para la cuantificación de las transformaciones se generó el campo “Area_has”, en el cual se calcularon las hectáreas correspondientes a cada polígono identificado con cambios.

Este procedimiento se aplicó tanto al periodo 2016–2020 como al periodo 2020–2025, con el fin de determinar en qué intervalo se presentaron mayores transformaciones y cuáles coberturas fueron predominantes en el proceso de cambio.

5.3.4 Fase 4: Identificar los cambios del uso del suelo obtenido en el procesamiento digital de imágenes para el año 2025 frente a la clasificación del uso del suelo establecida en el POT vigente.

Para la identificación, cuantificación y análisis de los cambios de uso del suelo presentes en el municipio de Soacha, Cundinamarca, se hizo necesario recopilar información oficial y vigente en cuanto a la normativa del Plan básico de Ordenamiento Territorial (Acuerdo 0046 de 2000) y los resultados de la clasificación supervisada obtenida para el año 2025, estableciendo las siguientes etapas:

5.3.4.1 Homologación de coberturas

Se realizó la comparación y contraste de la información de las fuentes con el fin de homologar las coberturas de suelo clasificadas para el año 2025 en relación con los usos de suelo vigentes del POT. Esta homologación se integró en la tabla de datos de cobertura de suelo de 2025, en el campo denominado “Usosuelo_propuesto”, de la siguiente manera:

Tabla 6
Criterios de homologación para uso del suelo propuesto

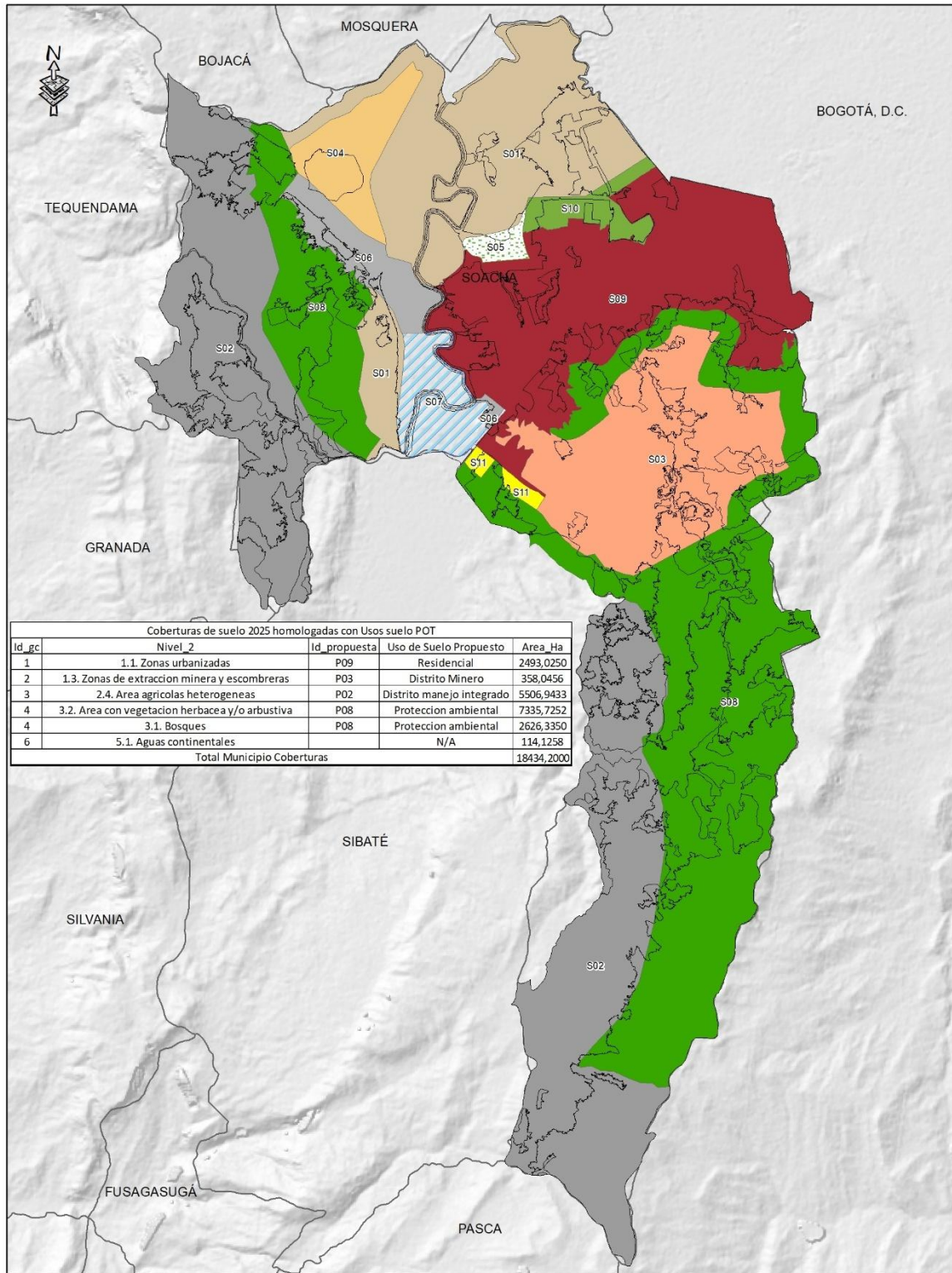
Cobertura de la tierra (Corine Land Cover) (IDEAM, 2010)	Uso del suelo	Criterio
1.1 Zonas urbanizadas	Residencial	Zonas con infraestructura cubierta o construcciones destinadas a servir de lugar de habitación a los residentes de una población que configuran un tejido urbano.
1.3 Zonas de extracción minera y escombrera	Distrito minero	Zona que hace referencia a las minas de materia prima, arcilla o agregados áridos, utilizados en la producción de materiales para la industria de la construcción, siendo áreas dedicadas a la extracción de materiales minerales a cielo abierto.

2.4 Áreas agrícolas heterogéneas	Distrito manejo integrado	Son las destinadas al uso agrícola, ganadero y de preservación según vocación del suelo, se puede determinar que reúnen dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales.
3.1 Bosques	Protección ambiental	Son aquellas que por razones de conservación o protección del medio, interés general o seguridad, deben tener una cobertura o cubierta arbustiva protectora, de acuerdo a sus características propias. Se identifican las áreas naturales o seminaturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos.
3.2 Áreas con vegetación herbácea	Protección ambiental	
5.1 Aguas continentales	N/A	N/A

5.3.4.2 Superposición espacial

Una vez se definió la homologación de las coberturas del suelo para un cubrimiento total del municipio, se utilizó la herramienta de geoprocésamiento, para intersectar los polígonos definidos u obtenidos para el año 2025 y los definidos en el POT, con el fin de analizar los cambios, concordancias o disparidades de estos, que puedan generar o no problemáticas asociadas al cumplimiento u omisión de la normatividad vigente, específicamente en la expansión urbana del Municipio de Soacha, Cundinamarca.

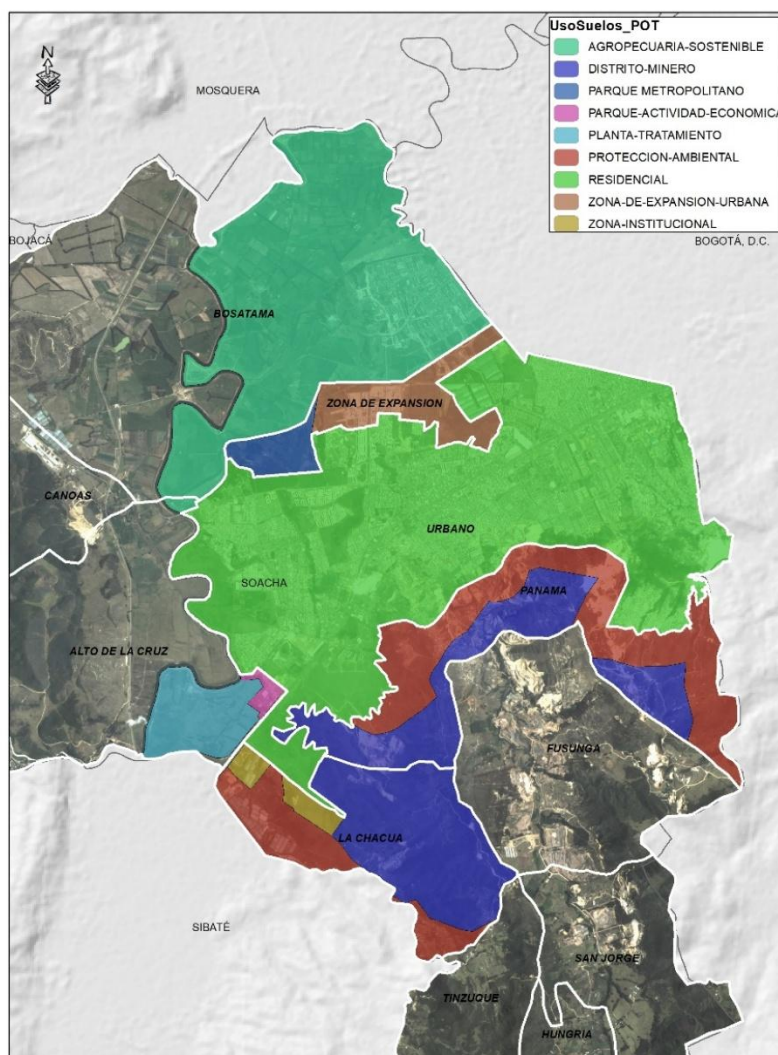
Figura 16
Intersección uso del suelo propuesto - uso del suelo vigente



5.3.4.3 Delimitación área de análisis

Con el fin de profundizar el análisis, los resultados se enfocaron en la zona urbana y de expansión que es objeto de estudio en el presente trabajo de investigación, lo cual permite comprender la dinámica del fenómeno observado a una escala más detallada. De esta manera, se intersecta el resultado obtenido de la etapa anterior con la capa geográfica veredal colindante al perímetro urbano, lo que permitió identificar de forma más específica y detallada los conflictos de uso que presentan mayor incidencia en la planificación urbana.

Figura 17
Segmentación uso del suelo por vereda



5.3.4.3 Generación de indicadores y mapas temáticos

Una vez identificadas y priorizadas las zonas de interés, se procede a la elaboración de indicadores cuantitativos y cualitativos que permitan medir y espacializar los conflictos detectados. Donde se obtienen porcentajes de coincidencia y discordancia entre los usos normativos y los observados u obtenidos, áreas totales en conflicto, presencia de problemáticas distribuidas por veredas próximas al perímetro urbano, entre otros. Estos resultados se acompañan de productos cartográficos que ilustran de manera clara la ubicación y extensión de los conflictos, facilitando su interpretación y comunicación a los tomadores de decisiones.

6 Resultados

6.1 Compilar y procesar información cartográfica y satelital proveniente de fuentes oficiales para determinar el crecimiento urbano en la zona de estudio, georreferenciada en el sistema de coordenadas CTM 12.

En esta Fase se realizó la consulta, recolección y preparación de la información normativa, documental, geográfica y cartográfica base necesaria para el desarrollo y/o consecución de las

demás fases planteadas, convirtiéndose en el insumo fundamental para el análisis multitemporal, estos datos fueron obtenidos de fuentes oficiales garantizando su confiabilidad y pertinencia dentro del presente trabajo de investigación, donde se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 7

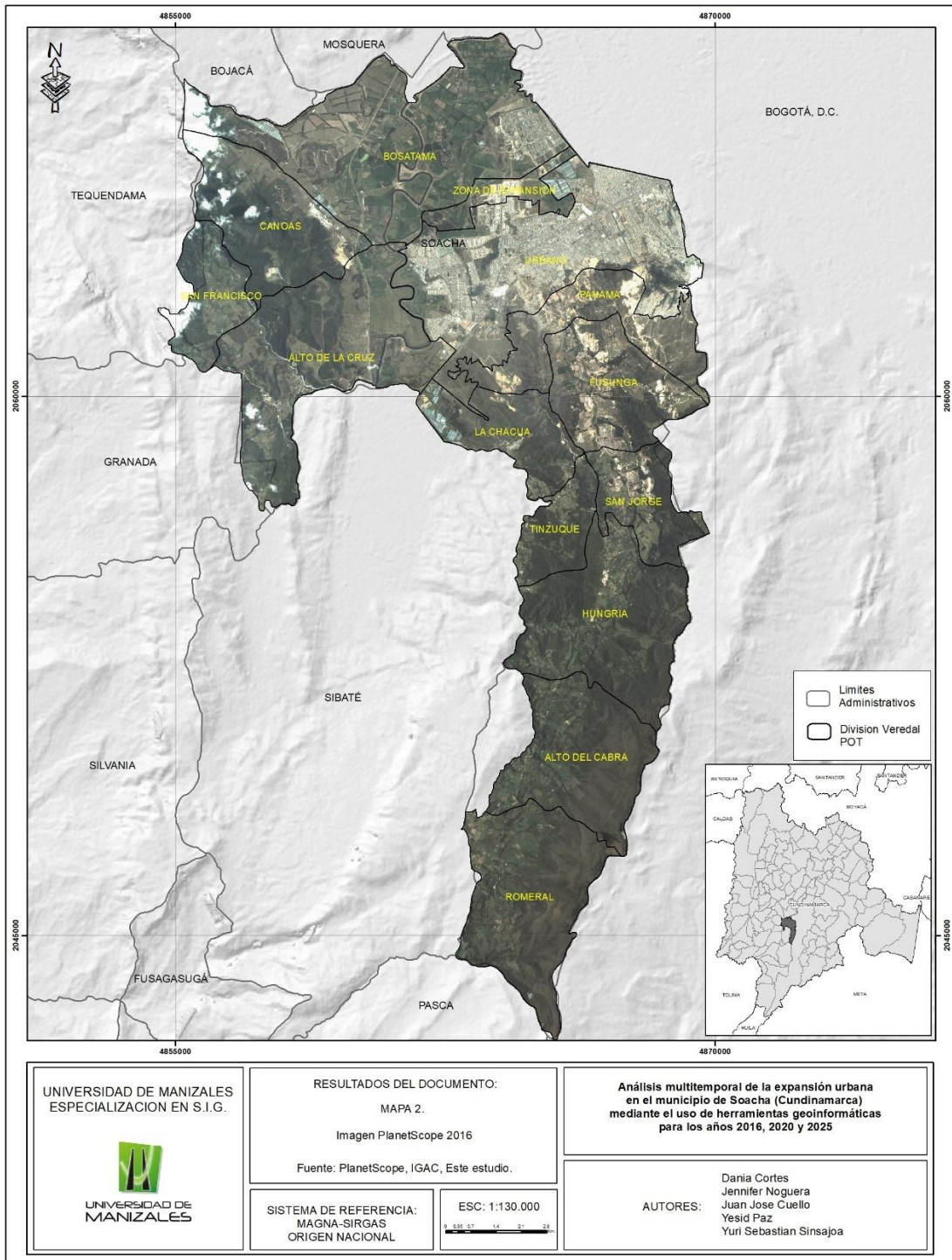
Fuentes de información oficial recopilada y procesada

Tipo de insumo	Fuente	Formato original	Procesamiento realizado	Observaciones
Acuerdo 0046 de 2000	Secretaría de planeación Soacha	PDF	N/A	Corresponde al POT vigente
Decreto 255 de 2008	Secretaría de Planeación	PDF	N/A	Corresponde al Plan parcial Las Vegas
Decreto 384 de 2010	Secretaría de Planeación	PDF	N/A	Corresponde al Plan parcial Las Huertas
Decreto 321 de 2015	Secretaría de Planeación	PDF	N/A	Corresponde al modificatorio del Plan parcial Las Vegas
Planos parciales	planes Secretaría de Planeación	PDF	Georreferenciación	Define el polígono de desarrollo dentro del plan parcial
Cobertura de la tierra	IDEAM	Shapefile	Reproyección a CTM12	Define la cobertura del suelo
Planos POT	Secretaría de Planeación	Shapefile	Validación geométrica, georreferenciación y vectorización	Define el uso de suelo normativo
Perímetro urbano, Zona de expansión, Veredas	Secretaría de Planeación	Shapefile	Reproyección a CTM12	Limites urbanos, de expansión y veredales

Cartografía base	IGAC	Shapefile	N/A	Información base de referencia espacial
Base predial	Gestor Catastral Soacha	Shapefile	N/A	Delimitación catastral de los predios de Soacha
Imágenes satelitales	Planet Scope	TIFF	Reproyección, mosaico y corte del área de estudio	Resolución 3m para los años 2016, 2020 y 2025

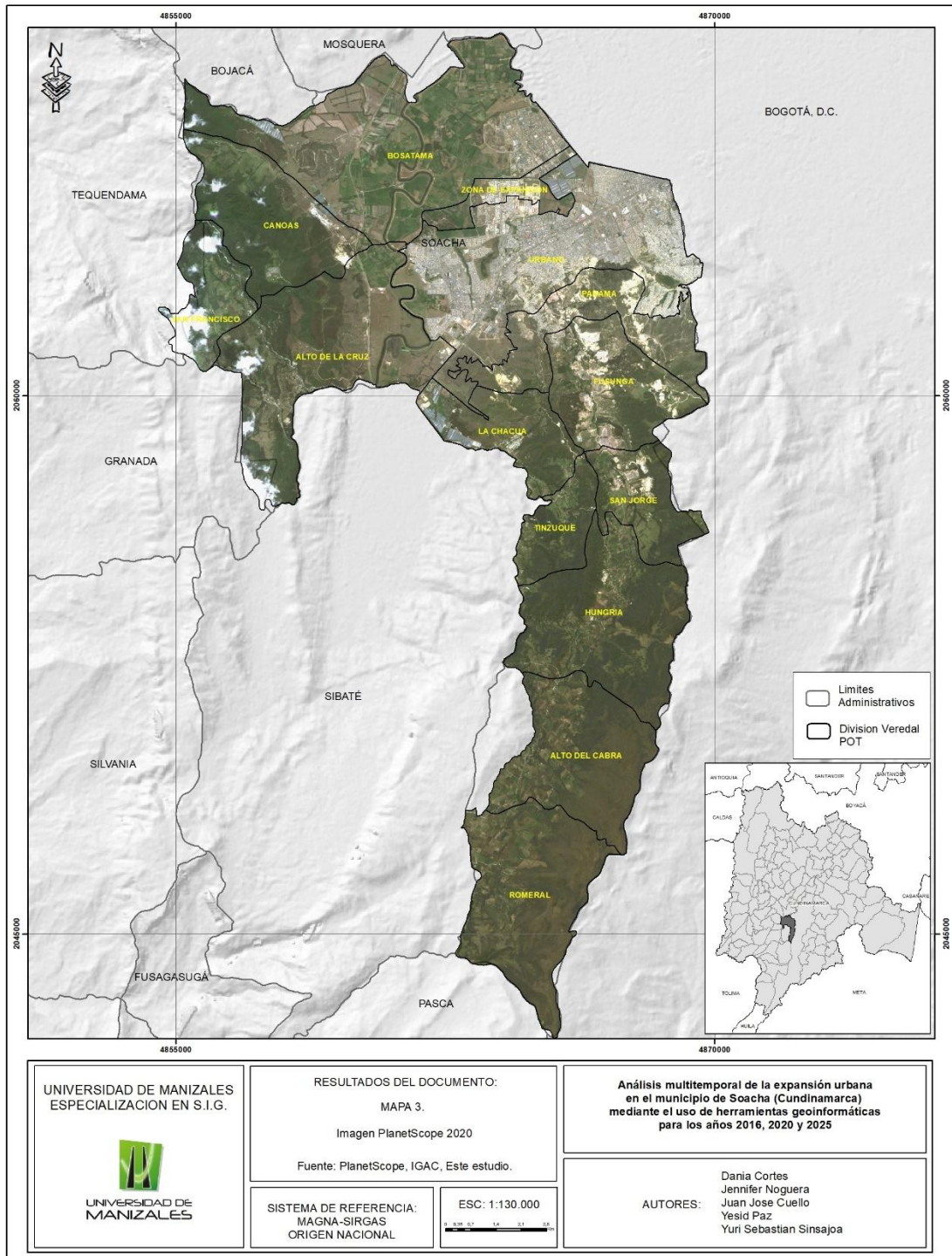
Con el procesamiento realizado para cada uno de los insumos a los que se tuvo acceso y la homogenización de información, se logra obtener una integración de las capas vectoriales y raster a fin de realizar un correcto análisis y visualización al convertirse en la referencia espacial del presente trabajo de investigación, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 18
Imagen Planet Scope 2016



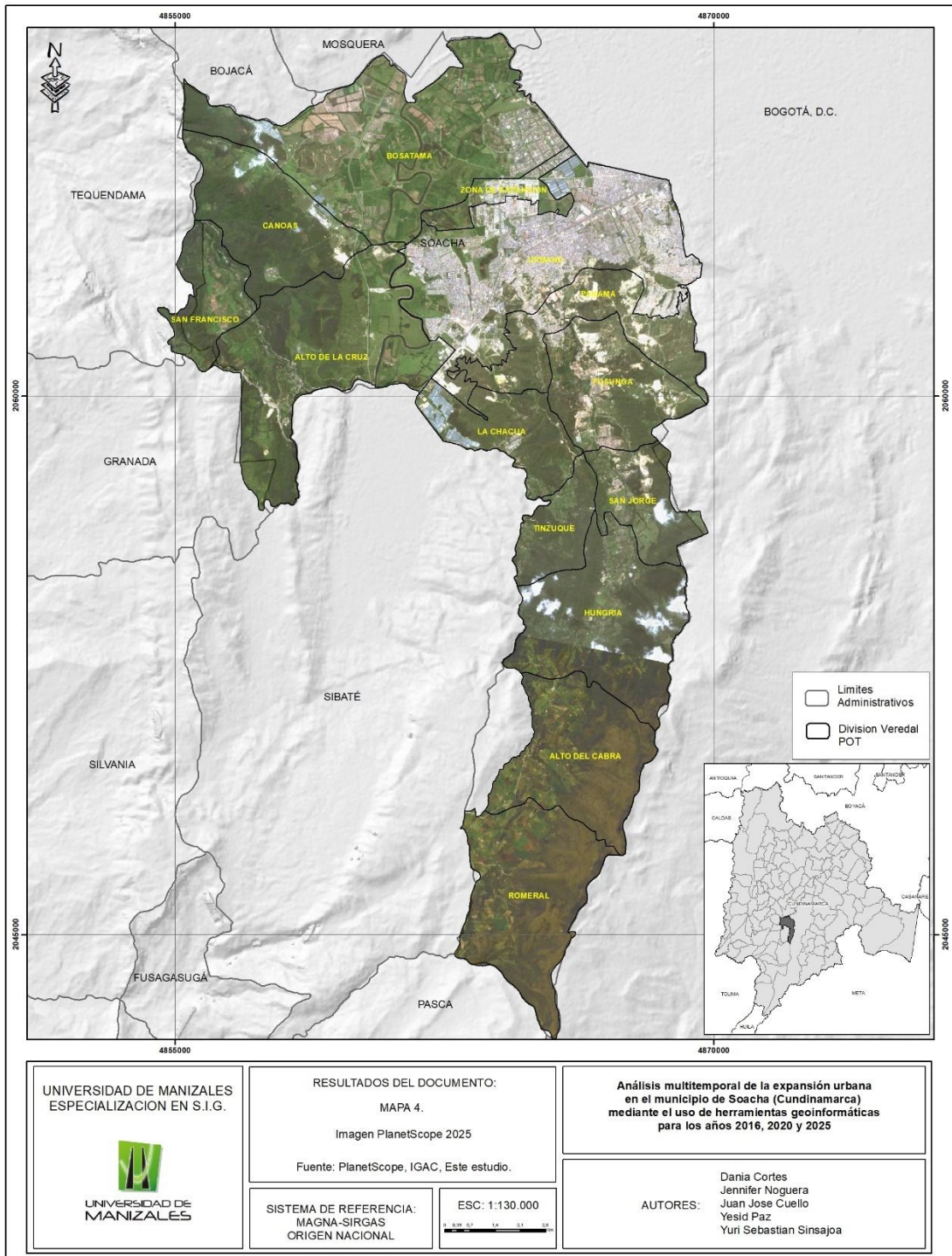
² Imagen Planet Scope 2016 se encuentra en anexos “Multitemporal_Soacha_Cortes_2025_Anexo2”

Figura 19
Imagen Planet Scope 2020



³ Imagen Planet Scope 2020 se encuentra en anexos “Multitemporal_Soacha_Cortes_2025_Anexo3”

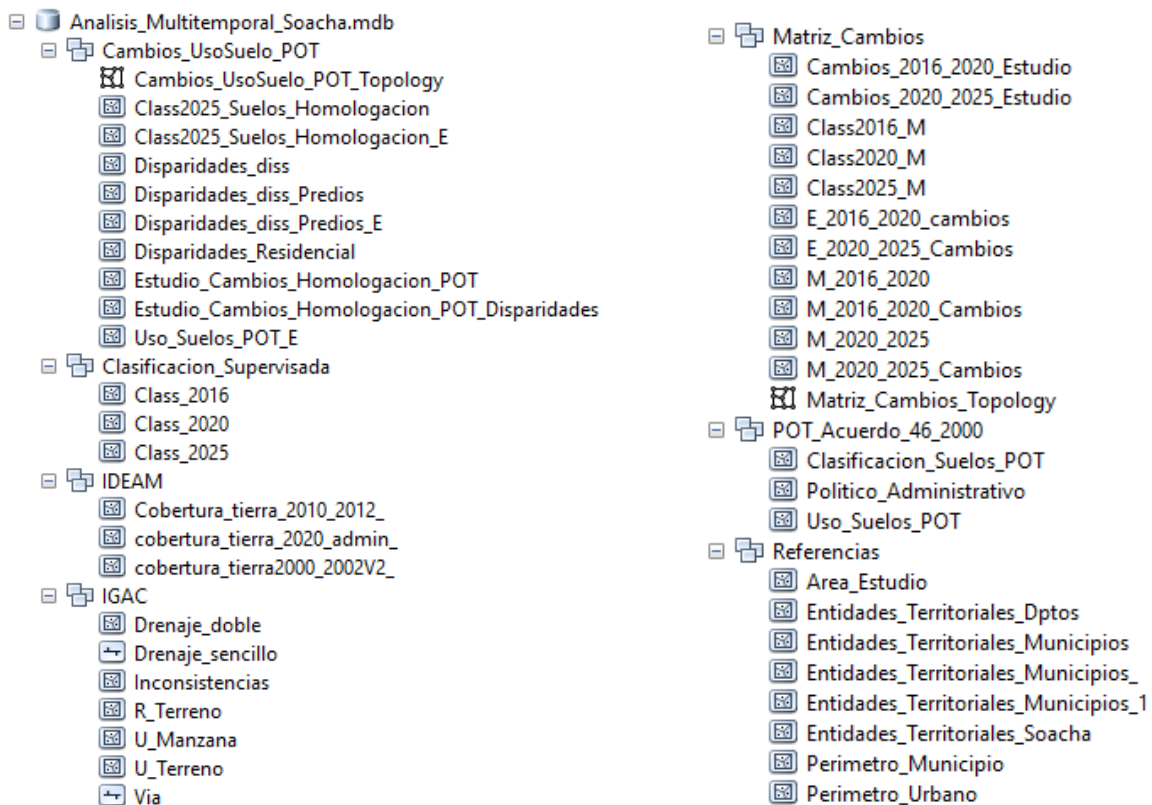
Figura 20
Imagen Planet Scope 2025



⁴ Imagen Planet Scope 2025 se encuentra en anexos “Multitemporal_Soacha_Cortes_2025_Anexo4”

De esta manera se logra consolidar una base de datos única con la información espacial y normativa necesaria para el estudio, la cual se estructura dentro de una Geodatabase. Lo que permitió organizar y disponer de forma sistemática la información y/o insumos recolectados, procesados y depurados, garantizando coherencia, accesibilidad y solidez en el manejo de la información, así:

Figura 21
Estructuración GDB



6.2 Clasificar las coberturas del suelo de la zona de estudio para los años 2016, 2020 y 2025 mediante el procesamiento digital de imágenes satelitales, aplicando la metodología Corine Land Cover.

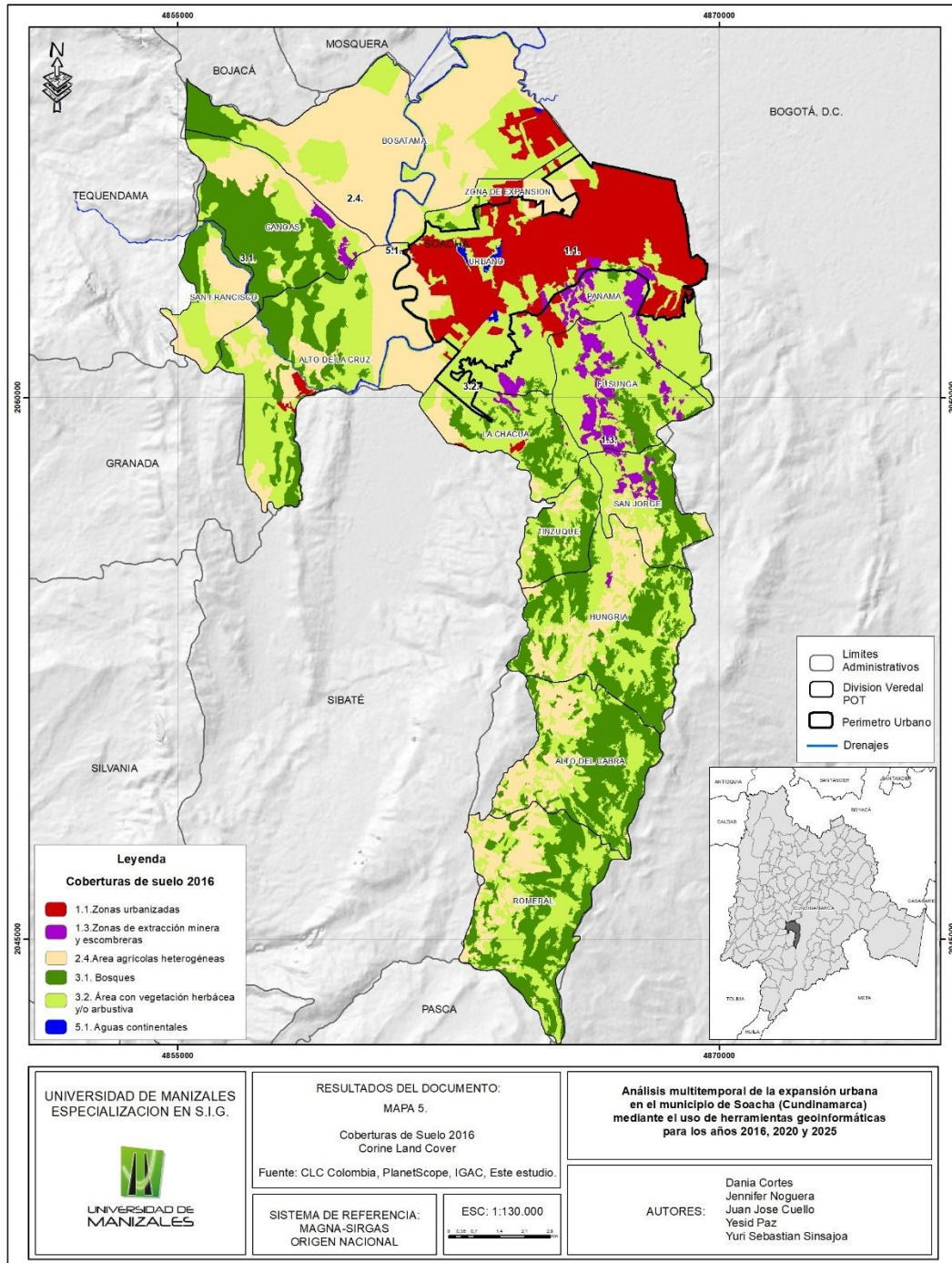
El municipio de Soacha, gracias a su ubicación estratégica en la región central del país, presenta una amplia diversidad de coberturas de suelo; dentro de estas se destacan áreas con arbustos, herbazales, bosques primarios y secundarios, cuerpos hídricos, pastizales destinados a la ganadería, así como zonas agrícolas con cultivos de papa, zanahoria, lechuga, cebolla, hortalizas y otros productos de importancia local.

En este contexto, la dinámica económica del municipio se sustenta principalmente en la producción agrícola y ganadera, complementada por la explotación de recursos naturales, actividades que han configurado históricamente su base productiva. Sin embargo, Soacha se reconoce actualmente como uno de los municipios con mayor crecimiento poblacional en Colombia, condición que impulsa la expansión de la zona urbana y el fortalecimiento del comercio como principal actividad económica. Esta transformación territorial refleja la presión de la urbanización sobre las coberturas naturales y agrícolas, generando cambios significativos en la estructura del paisaje y en la planificación del territorio.

6.2.1 Clasificación de la cobertura del suelo 2016

Figura 22

Clasificación de la cobertura del suelo 2016

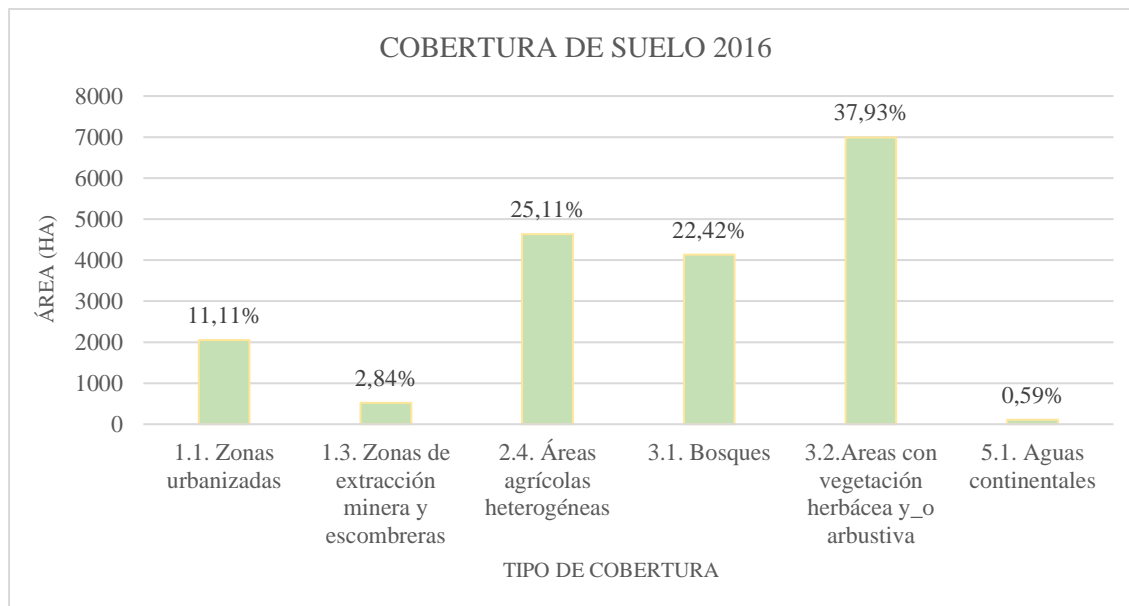


⁵ Clasificación de la cobertura del suelo 2016 se encuentra en anexos “Multitemporal_Soacha_Cortes_2025_Anexo5”

En la clasificación supervisada para el año 2016 se evidencia que la cobertura predominante son las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, ocupando aproximadamente el 37,93% del municipio, dicha cobertura se distribuye a lo largo del territorio, pero se presenta en mayor magnitud en la zona sur, aledaña al casco urbano; en segunda instancia se destacan las áreas agrícolas heterogéneas, abarcando el 25,11% del municipio, resaltando la mayor ocupación en la zona limitante con el río Bogotá.

En cuanto a los bosques corresponden al 22,42%, distribuyéndose hacia el sur y occidente, con respecto a las zonas urbanizadas poseen el 11,11% y se localiza en el centro occidental, finalmente las coberturas con menor extensión corresponden a las zonas de extracción minera y escombreras con el 2,84% desarrollándose en la zona sur del casco urbano y las aguas continentales abarcan el 0,59% del municipio.

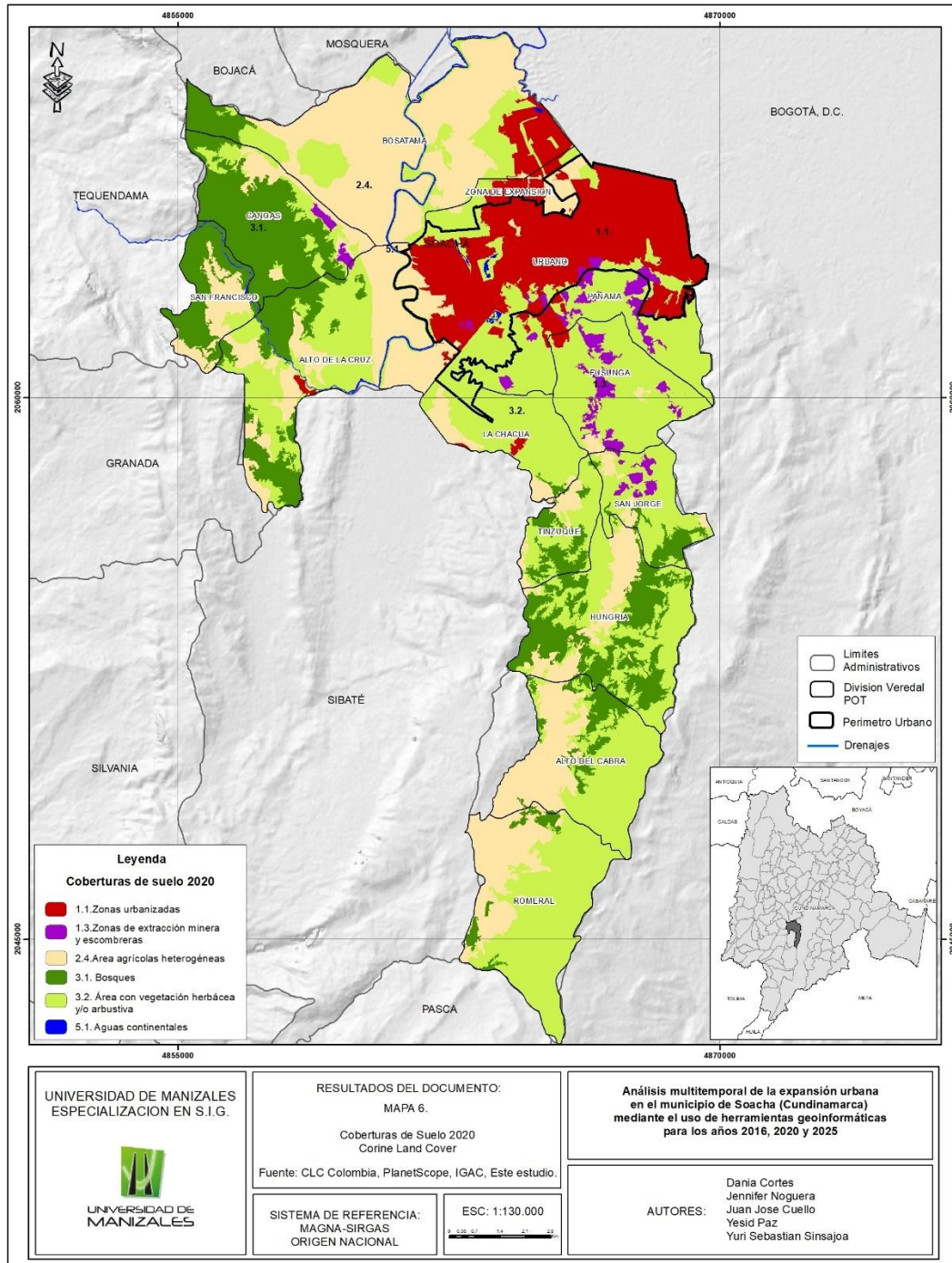
Figura 23
Áreas de cobertura del suelo 2016



6.2.2 Clasificación de la cobertura del suelo 2020

Figura 24

Clasificación de la cobertura del suelo 2020



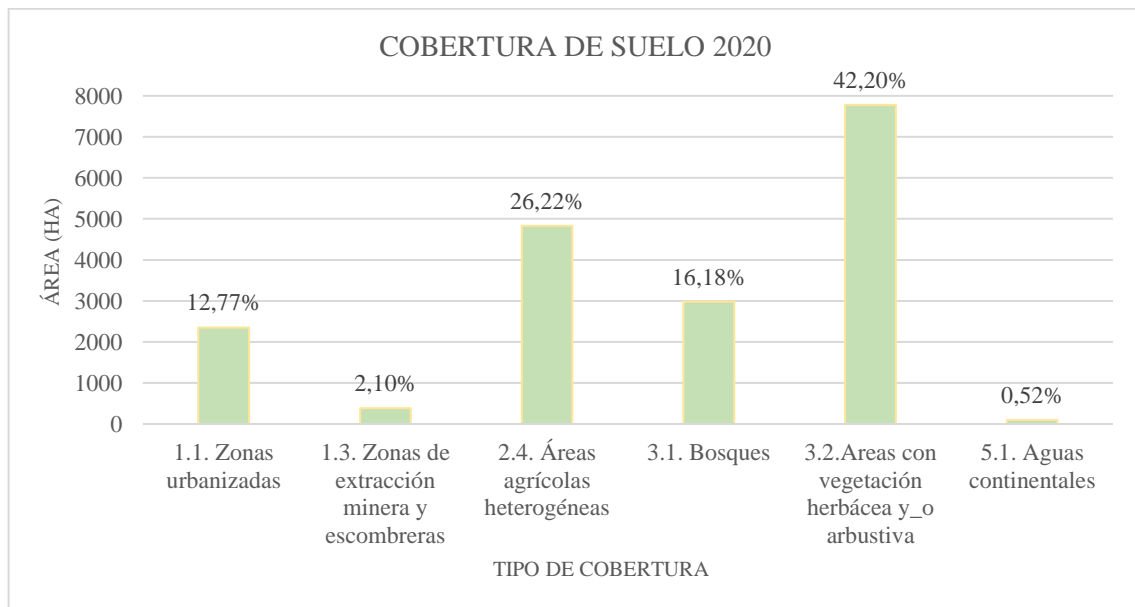
6

⁶ Clasificación de la cobertura del suelo 2020 se encuentra en anexos “Multitemporal_Soacha_Cortes_2025_Anexo6”

En la clasificación de cobertura identificada para el 2020, las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva continúan siendo predominantes abarcando el 42,20% del municipio equivaliendo aproximadamente a 7.780,08 hectáreas, las áreas agrícolas heterogéneas ocupan una extensión del 26,22% (4.832,81 ha) y en relación con la cobertura de bosques constituyen el 16,19% del territorio (2983,54 ha), persistiendo como tercera cobertura con mayor superficie.

En cuanto a las zonas urbanizadas, sigue siendo la cuarta cobertura presente en el municipio con un área de 2.354,34 hectáreas cubriendo el 12,77% del área de estudio; por su parte, las zonas de extracción minera y escombreras alcanzan el 2,10% (388 ha) y las aguas continentales representan el 0,52% del territorio correspondiente a 95,37 hectáreas, donde se destaca el río Bogotá y algunos humedales ubicados cerca de la zona urbana del municipio.

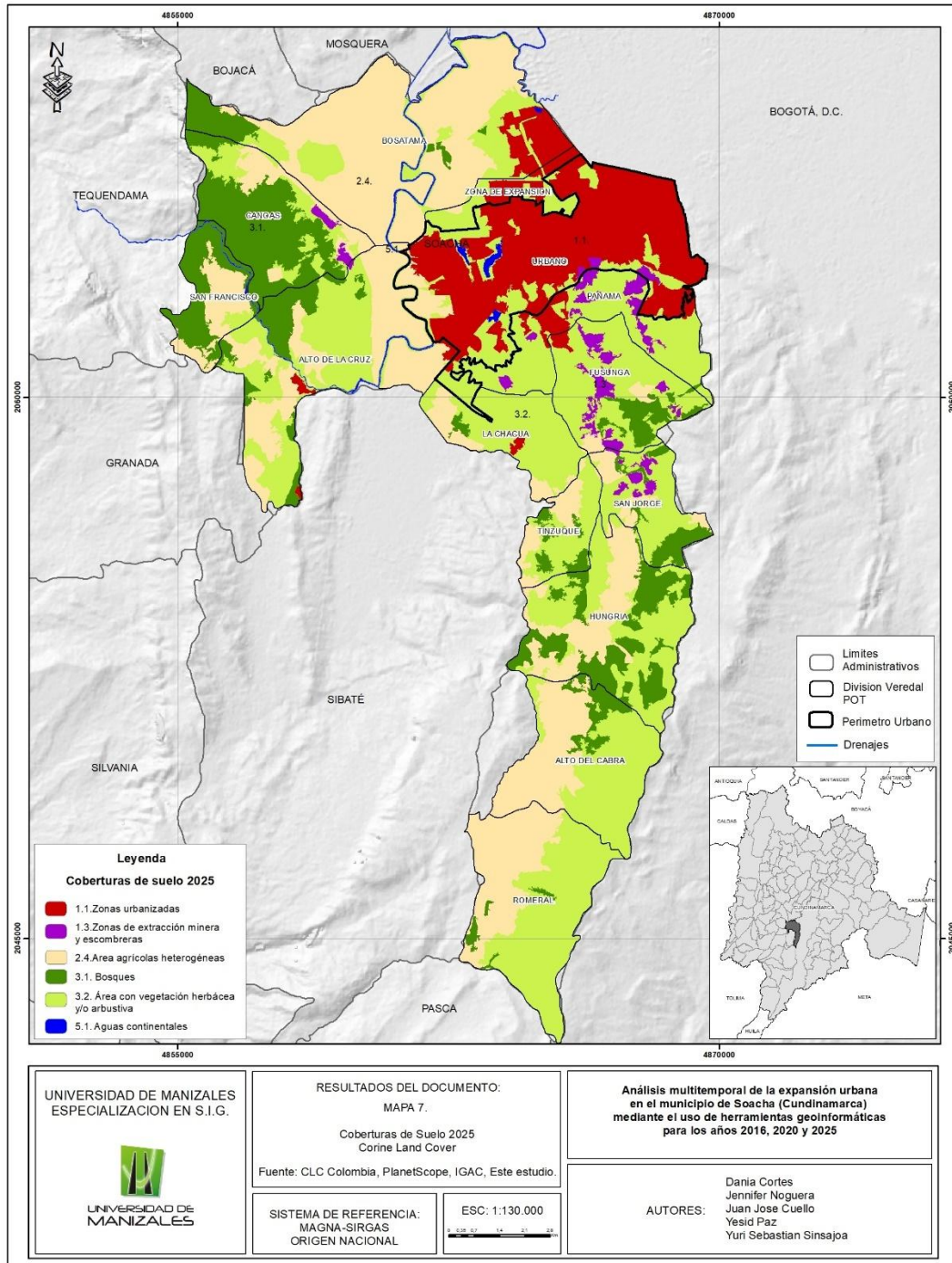
Figura 25
Áreas de cobertura del suelo 2020



6.2.3 Clasificación de cobertura del suelo 2025

Figura 26

Clasificación de la cobertura del suelo 2025



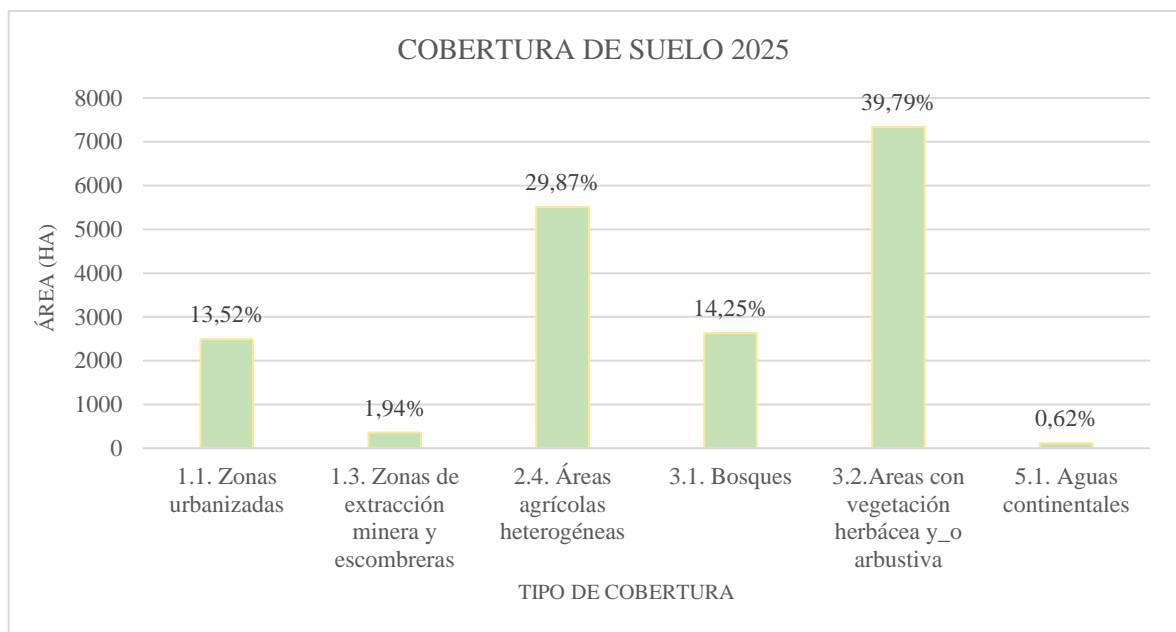
⁷ Clasificación de la cobertura del suelo 2025 se encuentra en anexos “Multitemporal_Soacha_Cortes_2025_Anexo7”

Por último, para el año 2025 se evidencia nuevamente el predominio de las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, que alcanzan el 39,79% del municipio, aunque con una leve reducción porcentual en comparación al 2020, continuando con las áreas agrícolas heterogéneas presentan un crecimiento significativo, ocupando el 29,87%, consolidándose como la segunda cobertura más representativa y reforzando la importancia de la producción agrícola en la economía local, con respecto a los bosques corresponden al 14,25% del territorio.

Las zonas urbanizadas abarcan el 13,52%, con un incremento en densidad hacia las algunas zonas del norte y sur de dicha cobertura, reflejando el crecimiento poblacional y la expansión urbana. En cuanto a las zonas de extracción minera y escombreras, estas representan el 1,94%, evidenciando una reducción en extensión, mientras que las aguas continentales alcanzan el 0,61%, mostrando una leve recuperación en su superficie.

Figura 27

Áreas de cobertura del suelo 2025



Las coberturas de suelo presentes en el municipio de Soacha tienen una relevancia significativa en la dinámica territorial, ya que desempeñan funciones ecológicas, sociales y económicas fundamentales. Las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva cumplen un papel esencial en la protección de los suelos frente a procesos erosivos, además de contribuir a la regulación del ciclo hídrico. De manera complementaria, los bosques se constituyen como espacios

estratégicos para la conservación de la biodiversidad, el mantenimiento de servicios ecosistémicos y la estabilidad de los paisajes.

Por su parte, los cuerpos hídricos no solo aportan a la regulación ambiental, sino que también soportan actividades sociales y productivas ligadas al abastecimiento y uso del recurso agua; en cuanto a las zonas agrícolas, estas representan un componente clave en el sostenimiento de la economía local, mientras que las áreas destinadas a la explotación minera, aunque generan impactos ambientales, continúan siendo una fuente importante de empleo e ingresos. Finalmente, las zonas urbanas concentran la mayor parte de la población y constituyen el núcleo donde se desarrollan las principales actividades de comercio, servicios y expansión territorial.

6.3 Analizar los cambios espaciales y temporales de la clasificación de las coberturas definidas y clasificadas de la zona de estudio para los años 2016, 2020 y 2025.

A partir de los valores asignados a cada cobertura de suelo y del cruce respectivo, se determinó nuevos valores para las áreas donde se produjo cambios de cobertura de un periodo comprendido entre el año 2016 y 2020 y durante el periodo 2020 y 2025. Siguiendo la metodología propuesta por Pontius, se calcularon las áreas de pérdida y de ganancia neta para cada clase de cobertura, lo que permitió cuantificar la magnitud de las transformaciones en cada temporalidad.

Con el fin de identificar y cuantificar las dinámicas de cambio en las coberturas de suelo, se construyó la matriz de transición con el fin de identificar las transformaciones ocurridas entre las diferentes clases de cobertura, evidenciando tanto las pérdidas como las ganancias internas de cada categoría.

6.3.1 Periodo 2016 – 2020

Tabla 8

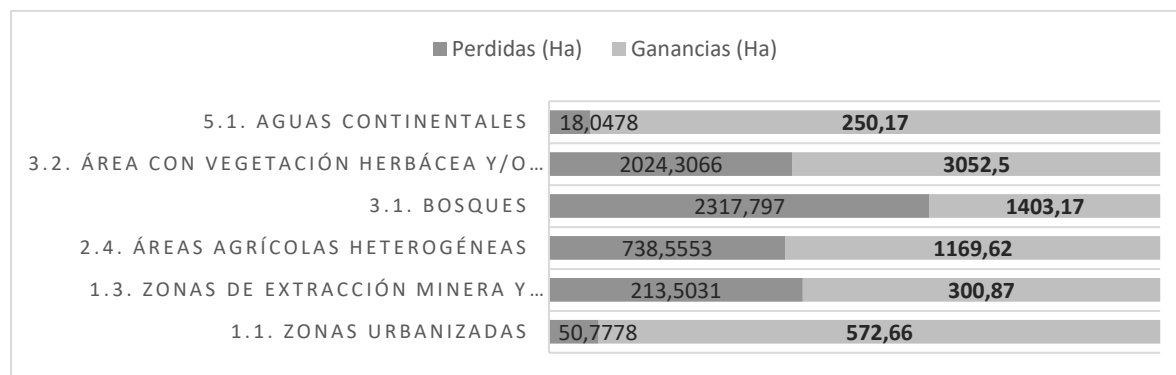
Matriz de transición periodo 2016 – 2020

Código o nivel de cobertura	año 2020 (Cob_2)							Total 2020	Pérdida (Ha)	
	valor	1.1.	1.3.	2.4.	3.1.	3.2.	5.1			
		1	2	3	4	5	6			
año 2016 (Cob_1)	1.1.	10	11	12	13	14	15	16	2048,128	50,778
			1997,350	11,098	13,972	0,658	25,049	0		
	1.3.	20	21	22	23	24	25	26	522,638	213,503
			10,945	309,135	13,891	0	188,668	0		
	2.4.	30	31	32	33	34	35	36	4628,624	738,555
			72,081	1,242	3890,069	275,724	389,509	0		
	3.1.	40	41	42	43	44	45	46	4131,450	2317,797
		0,399	0,778	125,397	1813,653	2191,223	0			
3.2.	50	51	52	53	54	55	56	6990,161	2024,307	
		273,237	65,752	788,359	892,788	4965,854	4,171			
5.1.	60	61	62	63	64	65	66	109,242	18,048	
		0	0	0	0	18,048	91,194			
Total 2016		2570,011	610,005	5059,687	3216,823	8018,350	341,366			
Ganancia (Ha)		572,66	300,87	1169,62	1403,17	3052,50	250,17			

La relación entre pérdidas y ganancias debe comprenderse en términos de variaciones internas de cobertura. Por ejemplo, en el caso de la clase Bosques (3.1) en la tabla anterior, el valor de ganancia neta (1.403,17 ha) hace referencia a la incorporación de áreas boscosas en sectores donde en 2016 no existía dicha cobertura, y no a la ganancia total de bosque registrada entre los años 2016 y 2020.

Figura 28

Relación entre pérdidas y ganancias 2016-2020



Las coberturas de suelo que generaron la mayor pérdida de bosque entre los años 2016 y 2020 corresponden principalmente a áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, que ocuparon 914,63 ha y representaron el 95 % de la pérdida total. En menor proporción, las áreas agrícolas heterogéneas contribuyeron con el 5 % restante.

Figura 29

Invasión a la cobertura de bosque periodo 2016-2020.



A partir de la matriz de transición se determinó que, entre 2016 y 2020, las coberturas que registraron el mayor incremento correspondieron a las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, las zonas urbanizadas y las áreas agrícolas heterogéneas. En contraste, la cobertura con mayor reducción fue la de bosque.

Tabla 9

Ganancias totales de cada cobertura entre 2016 y 2020

Ganancias totales (Ha)	
3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	1028,1934
1.1. Zonas urbanizadas	521,8822
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	431,0647
5.1. Aguas continentales	232,1222
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	87,3669

Tabla 10

Pérdidas totales obtenidas por cada cobertura entre 2016 y 2020

Pérdidas totales (Ha)	
3.1. Bosques	914,627

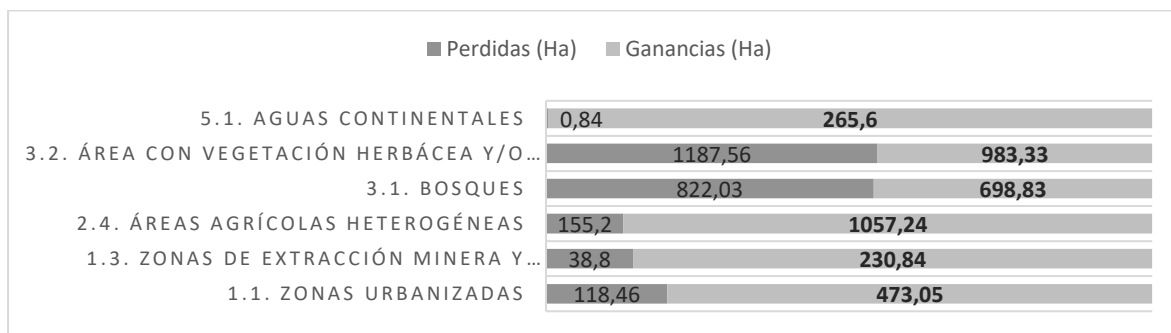
6.3.2 Periodo 2020 – 2025

Tabla 11
Matriz de transición periodo 2020 – 2025

Código o nivel de cobertura	año 2025 (Cob_4)							Total 2020	Pérdida	
	valor	1.1.	1.3.	2.4.	3.1.	3.2.	5.1			
		1	2	3	4	5	6			
año 2020 (Cob_3)	1.1.	10	11	12	13	14	15	16	2354,011	118,46
			2235,547	0,130	3,457	0	114,878	0		
	1.3.	20	21	22	23	24	25	26	388,005	38,80
			33,758	349,209	0,107	2,023	2,908	0		
	2.4.	30	31	32	33	34	35	36	4831,687	155,20
			75,498	1,622	4676,489	2,383	75,695	0		
	3.1.	40	41	42	43	44	45	46	2982,823	822,03
			4,408	0	268,616	2160,791	549,008	0		
	3.2.	50	51	52	53	54	55	56	7778,350	1187,56
			143,391	7,0844	557,058	460,421	6590,794	19,602		
5.1.	60	61	62	63	64	65	66	95,366	0,84	
		0	0	0	0	0,8423	94,523			
Total 2020			2708,6006	580,046	5733,726	2859,619	7574,126	360,125		
Ganancia			473,05	230,84	1057,24	698,83	983,33	265,60		

La relación entre pérdidas y ganancias debe comprenderse en términos de variaciones internas de cobertura. Por ejemplo, en el caso de la clase Bosques (3.1) en la tabla anterior, el valor de ganancia neta (698,83 ha) hace referencia a la incorporación de áreas boscosas en sectores donde en 2020 no existía dicha cobertura, y no a la ganancia total de bosque registrada entre los años 2020 y 2025.

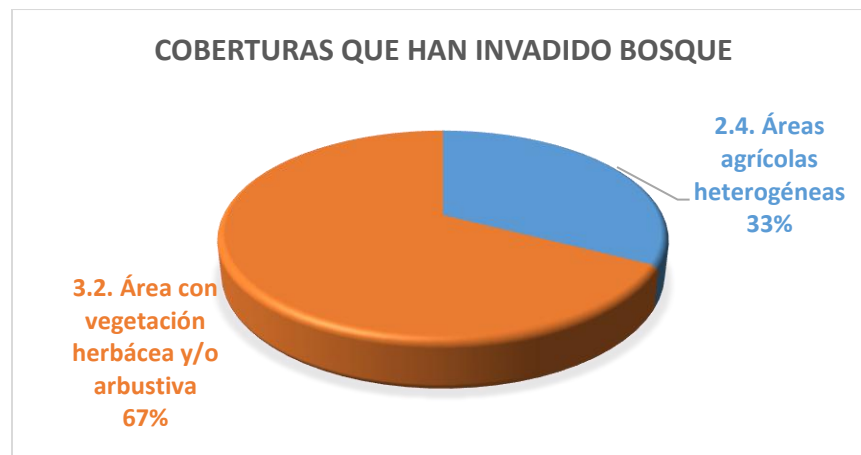
Figura 30
Relación entre pérdidas y ganancias 2020-2025



Las coberturas de suelo que ocasionaron la mayor pérdida de áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva y de bosques, con extensiones de 199,87 ha y 119,37 ha respectivamente, para el periodo 2020–2025, se distribuyen de la siguiente manera:

Figura 31

Invasión a la cobertura de bosque periodo 2020-2025



En el caso de la cobertura Bosque, la mayor transformación provino de las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, que representaron el 67 % de la pérdida, seguidas por las áreas agrícolas heterogéneas, con el 33 %.

Figura 32

Invasión a la cobertura de vegetación herbácea y/o arbustivo periodo 2020-2025



Respecto a la pérdida de áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, esta se debió principalmente a la expansión de las áreas agrícolas heterogéneas (48 %), seguida por la ocupación de bosques (40 %) y de zonas urbanizadas (12 %).

A partir de la matriz de transición se determinó que las coberturas que registraron mayor aumento durante el periodo analizado corresponden a las áreas agrícolas heterogéneas, las zonas urbanizadas y las aguas continentales. En contraste, las coberturas que presentaron la mayor reducción fueron las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva y los bosques.

Tabla 12

Ganancias totales obtenidas por cada cobertura periodo 2020 - 2025

Ganancias totales en Ha	
2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	902,04
1.1. Zonas urbanizadas	354,59
5.1. Aguas continentales	264,76
1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	192,04

Tabla 13

Pérdidas totales obtenidas por cada cobertura periodo 2020 - 2025

Pérdidas totales en Ha	
3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	204,23
3.1. Bosques	123,2

6.3.3 Cambios de cobertura del suelo periodo 2016 – 2020

A continuación, se presenta detalladamente la variación que tubo cada cobertura de suelo respecto a las demás para el periodo correspondiente.

Tabla 14

Variación en el área de coberturas entre el año 2016 y 2020

Id_gc	Nivel_2_2016	Id_gc_1	Nivel_2_2020	Cambios_si	Area_Ha
4	3.1. Bosques	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	0,399
4	3.1. Bosques	5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	SI	2191,223
4	3.1. Bosques	3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	SI	125,397
4	3.1. Bosques	2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	SI	0,778
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	273,237
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	4	3.1. Bosques	SI	892,789
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	SI	788,359
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	6	5.1. Aguas continentales	SI	4,171
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	SI	65,752
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	10,945
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	SI	188,668

2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	SI	13,891
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	72,081
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	4	3.1. Bosques	SI	275,724
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	SI	389,509
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	SI	1,242
6	5.1. Aguas continentales	5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	SI	18,048
1	1.1. Zonas urbanizadas	4	3.1. Bosques	SI	0,658
1	1.1. Zonas urbanizadas	5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	SI	25,049
1	1.1. Zonas urbanizadas	3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	SI	13,972
1	1.1. Zonas urbanizadas	2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	SI	11,098
4	3.1. Bosques	4	3.1. Bosques	NO	1813,653
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	NO	4965,854
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	NO	309,135
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	NO	3890,069
6	5.1. Aguas continentales	6	5.1. Aguas continentales	NO	91,194
1	1.1. Zonas urbanizadas	1	1.1. Zonas urbanizadas	NO	1997,350
Total intersección					18430,242

Entre 2016 y 2020, los principales cambios de cobertura se dieron en la transición de bosques hacia áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (2.191,22 ha), lo que puede sugerir un proceso de degradación forestal. También la expansión de las zonas urbanizadas y de las áreas agrícolas heterogéneas ocupó superficies que antes correspondían a vegetación y bosque, indicando un aumento en la presencia antrópica sobre los ecosistemas naturales.

Tabla 15

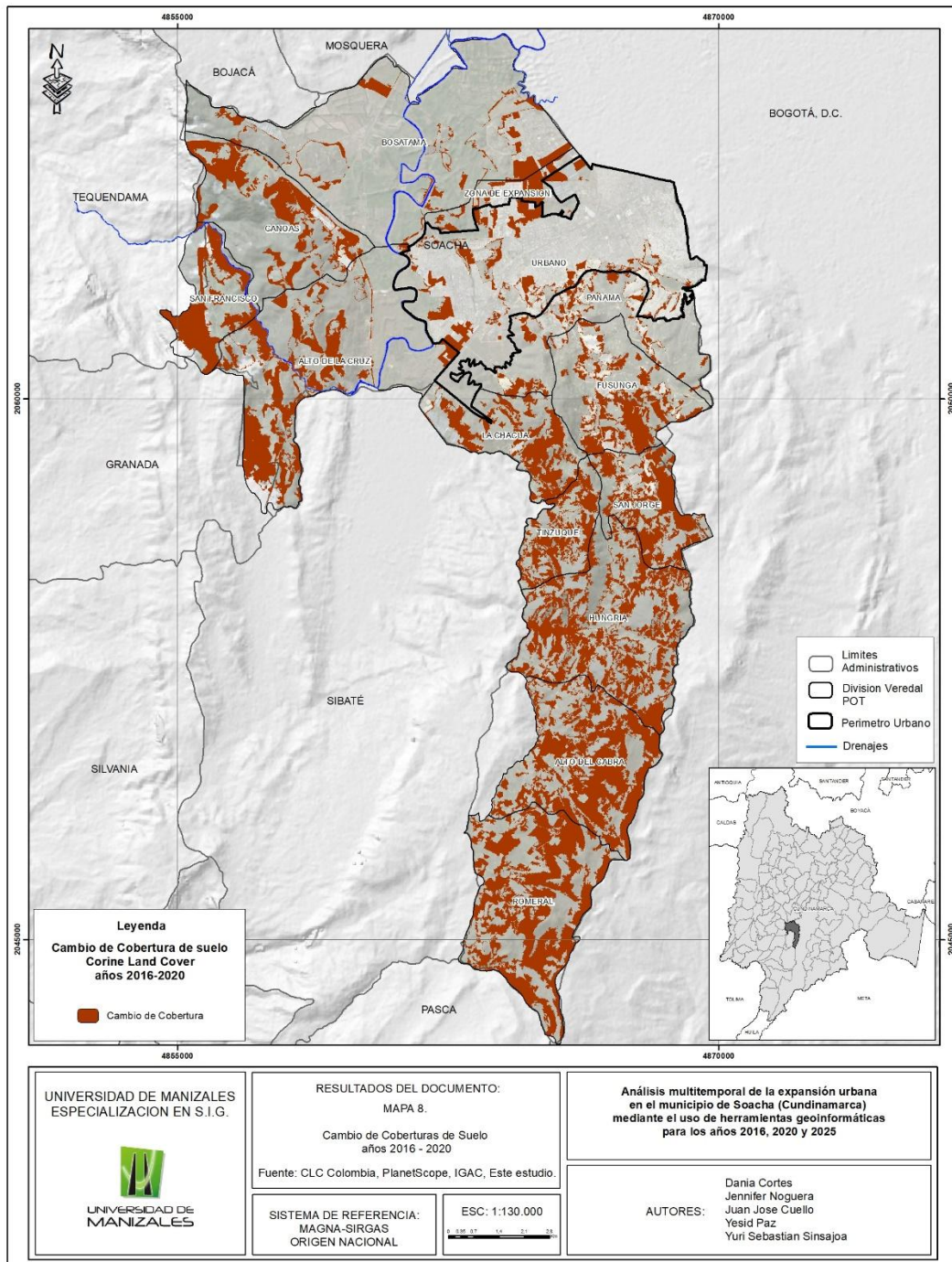
Variación total en el área de las coberturas periodo 2016-2020

Variación 2016-2020	Área (Ha)
Total cambios SI	5362,98
Total cambios NO	13067,25
Total área Municipio	18430,23

Entre los años 2016 y 2020, el análisis de cambios de cobertura evidenció que aproximadamente 5.362,98 ha del territorio municipal presentaron transformaciones en su uso y cobertura, mientras que cerca de 13.067,25 ha se mantuvieron estables, sin registrar modificaciones, como se mostró en la tabla anterior.

La comparación de cambios de coberturas de suelo se representa en el siguiente mapa:

Figura 33
Cambio de cobertura 2016-2020



⁸ Cambio de cobertura 2016-2020 se encuentra en anexos “Multitemporal_Soacha_Cortes_2025_Anexo8”

6.3.4 Cambios de cobertura del suelo periodo 2020 – 2025

A continuación, se presenta detalladamente la variación que tubo cada cobertura de suelo respecto a las demás para el periodo correspondiente.

Tabla 16

Variación en el área de coberturas entre el año 2020 y 2025

Id_gc	Nivel_2_ANTES	Id_gc_1	Nivel_2-AHORA	Cambios_si	Area_Has
1	1.1. Zonas urbanizadas	2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	SI	0,1296
1	1.1. Zonas urbanizadas	4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	SI	114,878
1	1.1. Zonas urbanizadas	3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	SI	3,457
4	3.1. Bosques	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	4,408
4	3.1. Bosques	3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	SI	268,616
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	143,391
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	6	5.1. Aguas continentales	SI	19,602
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	SI	7,084
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	SI	6590,794
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	4	3.1. Bosques	SI	460,421
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	SI	557,058
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	75,498
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	SI	1,622
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	SI	75,695
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	4	3.1. Bosques	SI	2,383
6	5.1. Aguas continentales	4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	SI	0,842
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	33,758
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	SI	2,908
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	4	3.1. Bosques	SI	2,023
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	SI	0,107
1	1.1. Zonas urbanizadas	1	1.1. Zonas urbanizadas	NO	2235,547
4	3.1. Bosques	4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	NO	549,008
4	3.1. Bosques	4	3.1. Bosques	NO	2160,791
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	NO	4676,489
6	5.1. Aguas continentales	6	5.1. Aguas continentales	NO	94,523
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	NO	349,209
Total intersección					18430,2421

El periodo 2020–2025, evidencia una intensificación en la dinámica de cambios, con un total de 8.364,67 ha transformadas, frente a 5.362,98 ha en el primer periodo. En este intervalo, la cobertura que experimentó mayor reemplazo fueron nuevamente las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva (6.590,79 ha), las cuales se transformaron hacia distintos usos, principalmente

agrícolas (557,06 ha), bosques (460,42 ha) y zonas urbanizadas (143,39 ha). Los bosques continuaron presentando pérdidas relevantes, con 268,62 ha convertidas en áreas agrícolas y 4,41 ha transformadas en zonas urbanas, lo que reafirma tendencia antrópica sobre dichas coberturas.

Tabla 17

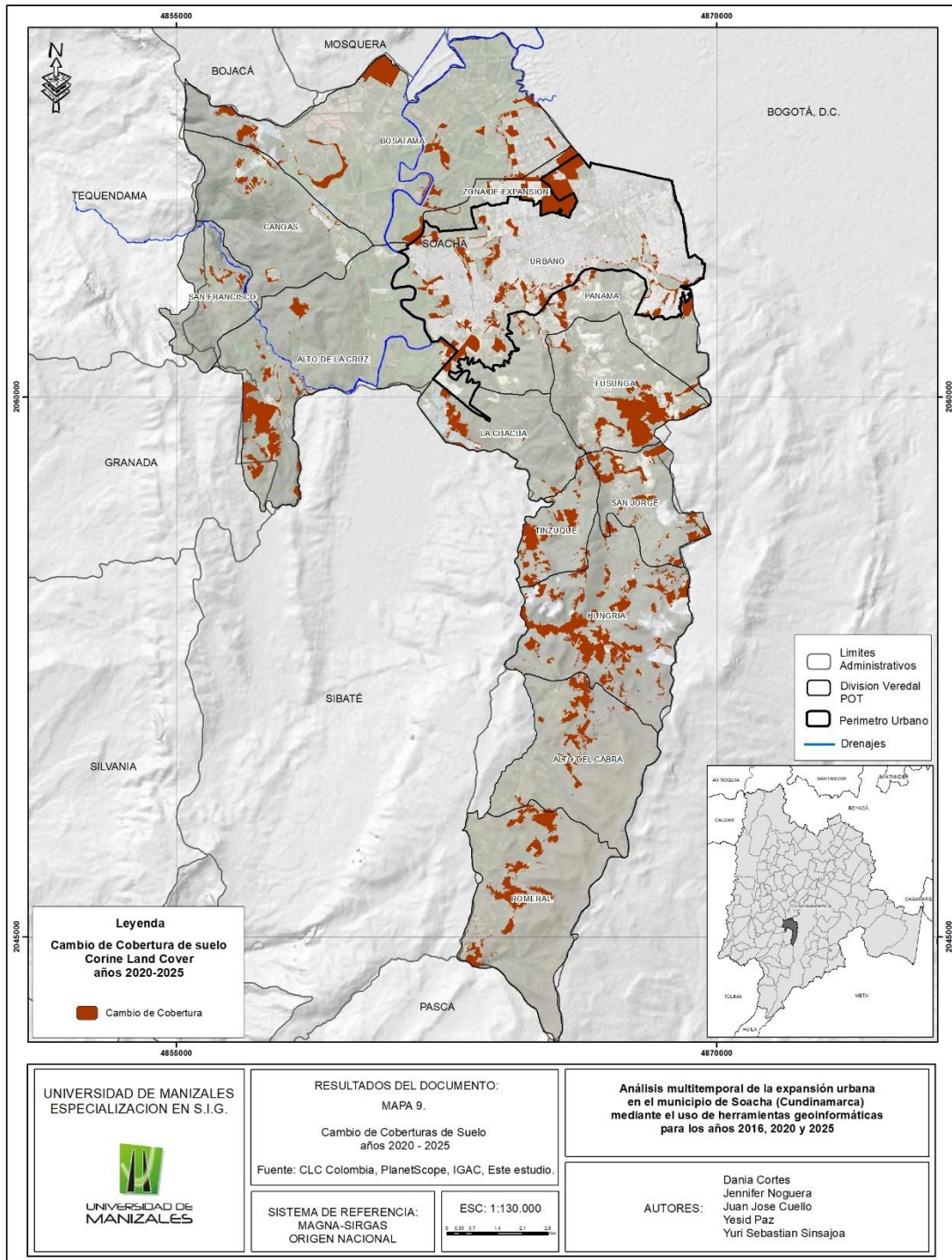
Variación total en el área de las coberturas periodo 2020-2025

Variación 2020-2025	Área (ha)
Total cambios SI	8364,67
Total cambios NO	10065,56
Total área Municipio	18430,23

Entre los años 2020 y 2025, el análisis de cambios de cobertura evidenció que aproximadamente 8364,67 ha del territorio municipal presentaron transformaciones en su cobertura, mientras que cerca de 10065,56 ha se mantuvieron estables, sin registrar modificaciones, como se mostró en la tabla anterior.

La comparación de cambios de coberturas de suelo se representa en el siguiente mapa:

Figura 34
Cambio de cobertura 2020-2025



⁹ Cambio de cobertura 2020-2025 se encuentra en anexos “Multitemporal_Soacha_Cortes_2025_Anexo9”

6.3.5 Determinación de cambios próximos al perímetro urbano de Soacha

Con el fin de identificar las transformaciones más cercanas al borde urbano de Soacha, se analizaron los cambios de cobertura en las veredas colindantes al perímetro urbano y en la Zona de Expansión definida por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT). Las siguientes tablas presentan el detalle de las coberturas que fueron sustituidas por uso urbano en el periodo correspondiente.

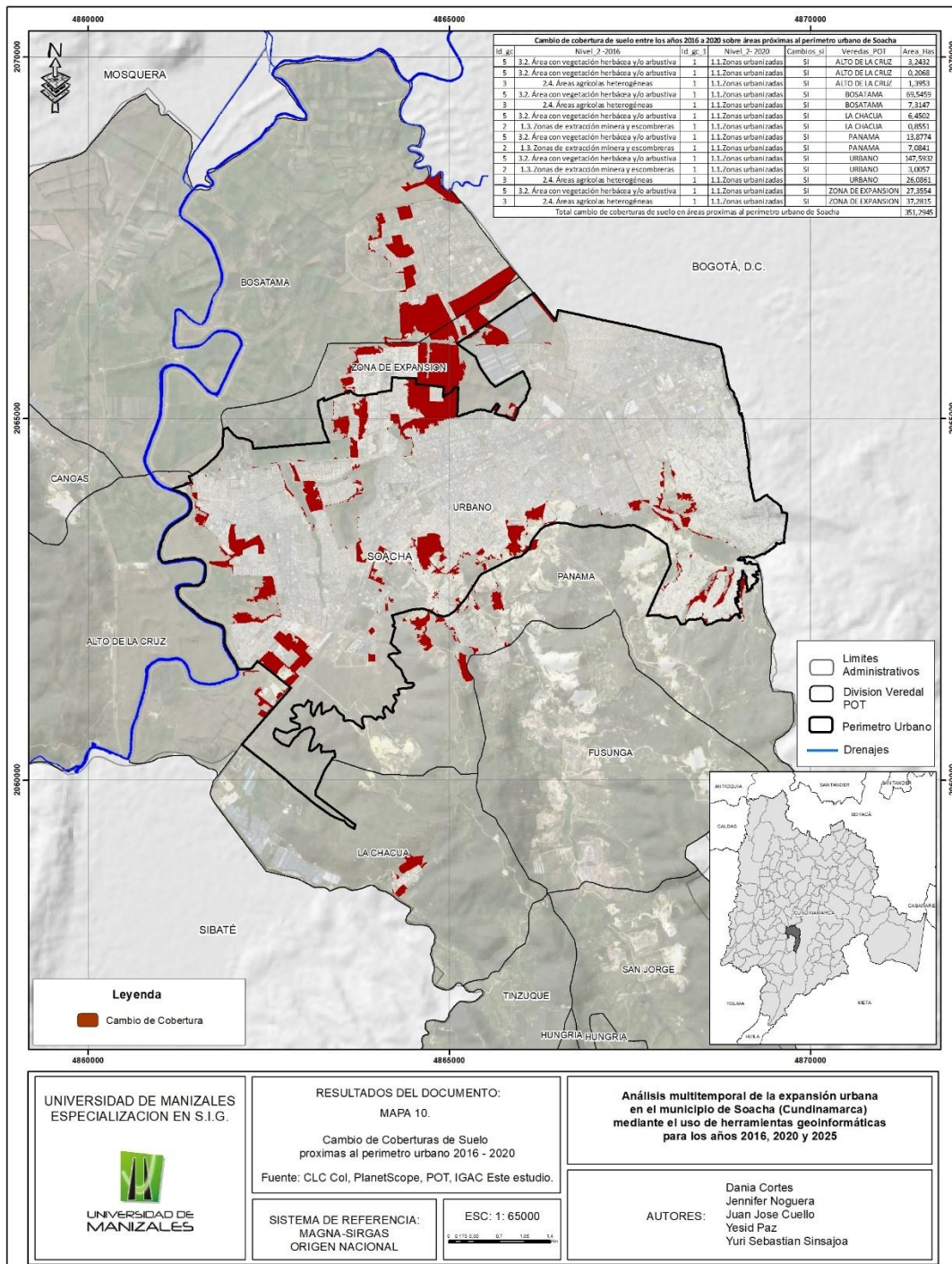
6.3.5.1 Periodo 2016 – 2020

Tabla 18

Cambio de cobertura de suelo sobre áreas próximas al perímetro urbano periodo 2016 a 2020

Id_gc	Nivel_2 -2016	Id_gc 1	Nivel_2-2020	Cambios_si	Veredas_POT	Area_Ha
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	ALTO DE LA CRUZ	3,243
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	ALTO DE LA CRUZ	0,207
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	ALTO DE LA CRUZ	1,395
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	BOSATAMA	69,546
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	BOSATAMA	7,315
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	LA CHACUA	6,450
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	LA CHACUA	0,855
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	PANAMA	13,877
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	PANAMA	7,084
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	URBANO	147,593
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	URBANO	3,006
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	URBANO	26,086
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	ZONA DE EXPANSION	27,355
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	ZONA DE EXPANSION	37,282

Figura 35
Cambio de cobertura próxima y fuera del perímetro urbano periodo 2016 – 2020



¹⁰ Cambio de cobertura próxima y fuera del perímetro urbano periodo 2016 – 2020 se encuentra en anexos “Multitemporal_Soacha_Cortes_2025_Anexo10”

Durante este intervalo se observa que la urbanización avanzó principalmente sobre áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva y sobre suelos agrícolas heterogéneos en veredas como Urbano (147,59 ha), Bosatama (69,55 ha) y la Zona de Expansión (27,35 ha). También se registraron transiciones desde zonas de extracción minera hacia urbanización, especialmente en Panamá (7,08 ha).

En el caso particular de la Zona de Expansión, la transformación hacia uso urbano corresponde a un proceso coherente con la planificación municipal, dado que este sector está habilitado para urbanizarse según el POT. En contraste, en las demás veredas los cambios reflejan presión sobre coberturas rurales que no tienen la misma destinación planificada.

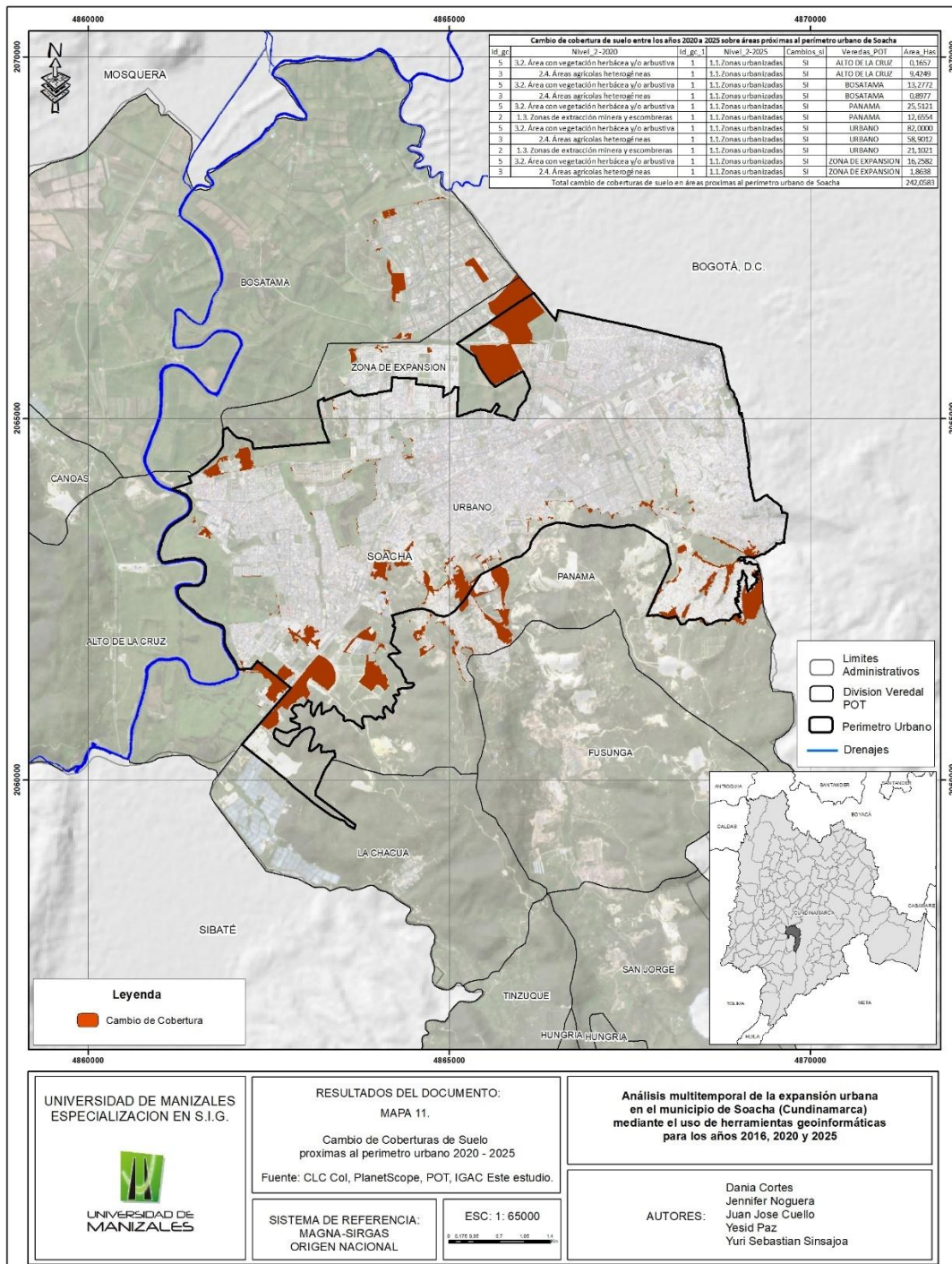
6.3.5.2 Periodo 2016 - 2020

Tabla 19

Cambio de cobertura de suelo sobre áreas próximas al perímetro urbano periodo 2020-2025

Id_gc	Nivel_2 -Antes	Id_gc_1	Nivel_2-Ahora	Cambios_si	Veredas_POT	Area_Has
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	ALTO DE LA CRUZ	0,1657
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	ALTO DE LA CRUZ	9,4249
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	BOSATAMA	13,2772
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	BOSATAMA	0,8977
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	PANAMA	25,5121
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	PANAMA	12,6554
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	URBANO	82,0000
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	URBANO	58,9012
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	URBANO	21,1021
5	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	ZONA DE EXPANSION	16,2582
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	1	1.1. Zonas urbanizadas	SI	ZONA DE EXPANSION	1,8638

Figura 36
Cambio de cobertura próxima y fuera del perímetro urbano periodo 2020 – 2025



¹¹ Cambio de cobertura próxima y fuera del perímetro urbano periodo 2020 – 2025 se encuentra en anexos “Multitemporal_Soacha_Cortes_2025_Anexo11”

Para este periodo se intensifica la dinámica de urbanización, con incrementos destacados en las veredas Urbano (82,00 ha), Panamá (25,51 ha) y Bosatama (13,28 ha), a partir principalmente de la sustitución de vegetación herbácea y suelos agrícolas. Asimismo, se amplía la conversión de áreas mineras hacia zonas urbanizadas, con valores significativos en Urbano (21,10 ha) y Panamá (12,65 ha).

La Zona de Expansión continúa registrando procesos de urbanización (16,26 ha), los cuales deben interpretarse dentro del marco de ordenamiento, ya que este sector fue previsto como área urbanizable en los instrumentos de planificación territorial.

6.4 Identificar los cambios del uso del suelo obtenido en el procesamiento digital de imágenes para el año 2025 frente a la clasificación del uso del suelo establecida en el POT vigente.

De acuerdo a la información digital procesada correspondiente a la clasificación del suelo del Plan de Ordenamiento Territorial de Soacha, se determinó que el 83,9 % de superficie del municipio se distribuye en el sector rural, del total de área generada en el Municipio y que correspondió a 18500,21 Hectáreas, cabe señalar que esta área difiere del área del perímetro del Municipio sobre la cual se realizó el proceso de clasificación y de identificación de cambios de las coberturas del suelo, sin embargo no se modificó para no desvirtuar la información oficial del POT, fuente del mapa temático respectivo

Igualmente, la superficie del municipio se distribuyó en el sector urbano en un 14.4 % del total de la superficie con un total de 2665,04 Has y en un 1,6 % sobre la zona de expansión con un total de 305,19 Has.

Tabla 20

Clasificación del suelo definido en el POT

Clasificación	Area_Ha	Porcentaje %
Urbano	2665,04	14,4
Rural	15529,97	83,9
Zona de expansión	305,19	1,6
Área Municipio POT	18500,21	100,0

Igualmente, la información procesada en la capa “Uso_Suelos_POT”, determinó que el uso de suelo más predominante en el Municipio es el denominado “Protección ambiental” que ocupó el

27.25 % del total de la superficie del Municipio, con 5041,0981 hectáreas; le siguió, el 26,55%, correspondiente a 2355,9313 hectáreas, del total de la superficie.

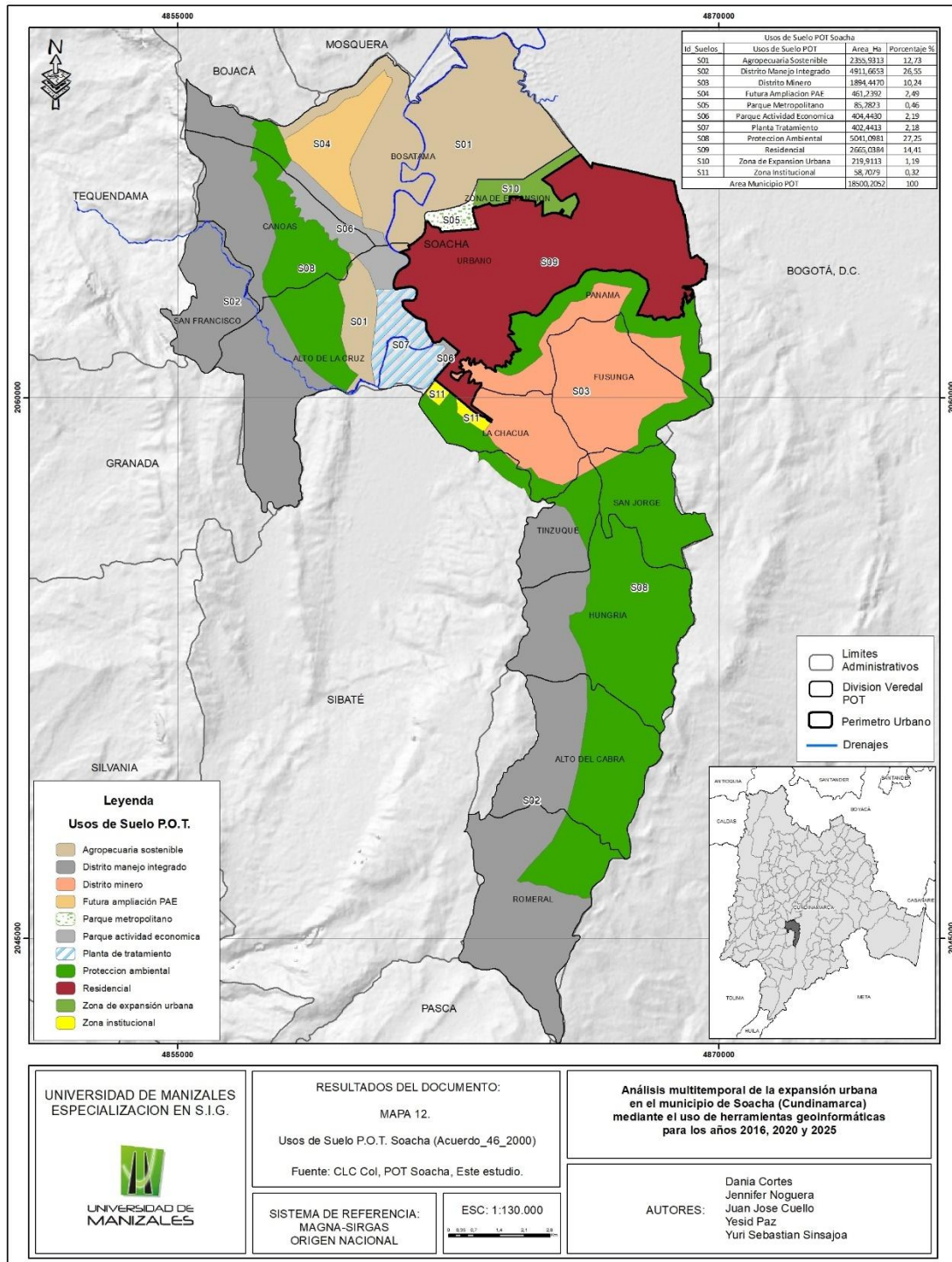
Los usos de suelo correspondientes a “zona institucional” y “parque metropolitano” ocuparon el 0,32 y 0,49 % con 58,7079 y 85,2823 hectáreas respectivamente.

Tabla 21

Usos de Suelo POT Soacha

Id_Suelos	Usos de Suelo POT	Area_Ha	Porcentaje %
S01	Agropecuaria Sostenible	2355,9313	12,73
S02	Distrito Manejo Integrado	4911,6653	26,55
S03	Distrito Minero	1894,4470	10,24
S04	Futura Ampliación PAE	461,2392	2,49
S05	Parque Metropolitano	85,2823	0,46
S06	Parque Actividad Económica	404,4430	2,19
S07	Planta Tratamiento	402,4413	2,18
S08	Protección Ambiental	5041,0981	27,25
S09	Residencial	2665,0384	14,41
S10	Zona de Expansión Urbana	219,9113	1,19
S11	Zona Institucional	58,7079	0,32
Área Municipio POT		18500,2052	100

Figura 37
Uso del suelo POT



¹² Uso del suelo POT se encuentra en anexos “Multitemporal_Soacha_Cortes_2025_Anexo12”

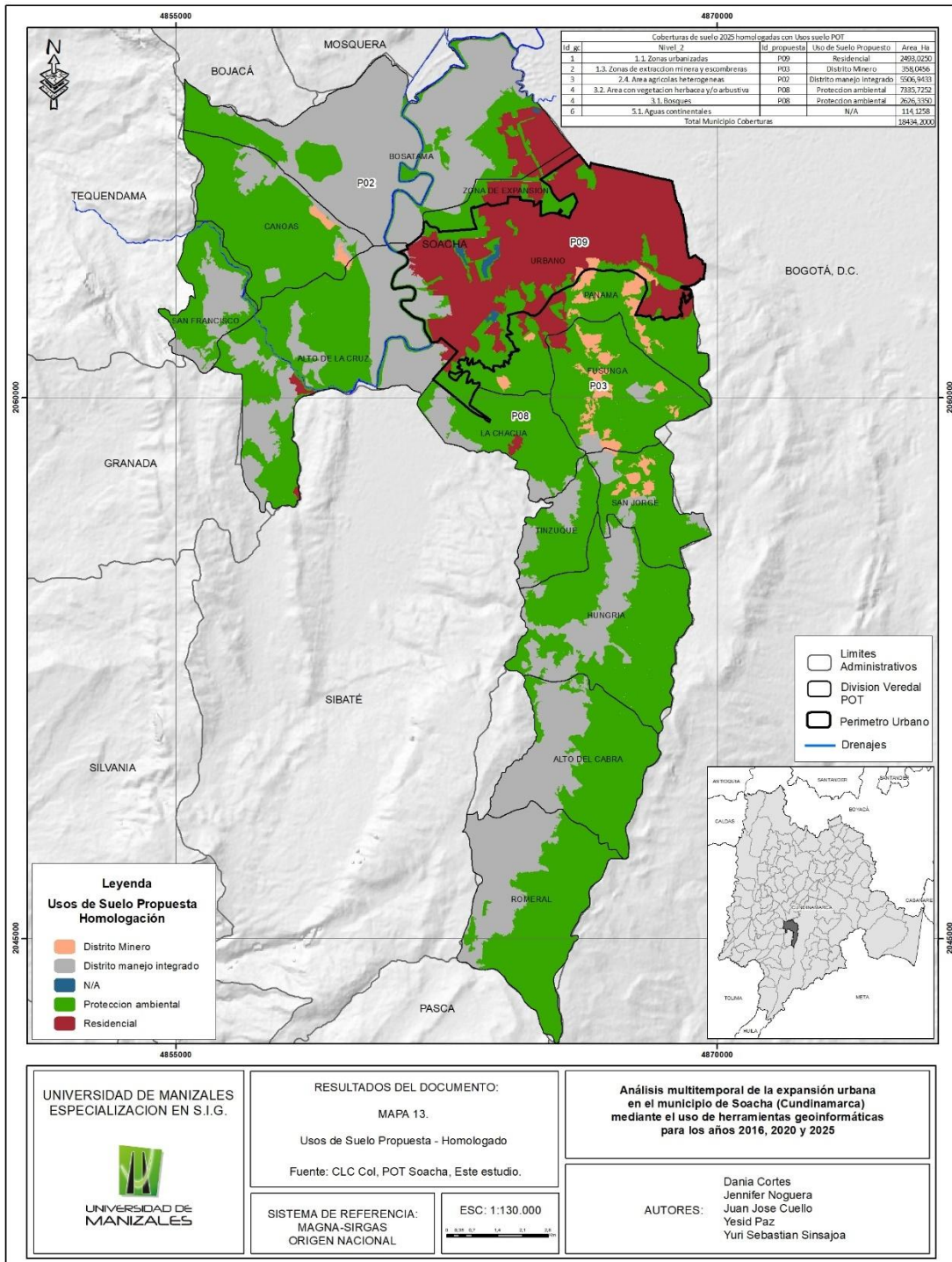
Sobre el área de estudio próxima al perímetro urbano de Soacha, se determinó que el uso de suelo predominante es el denominado “Residencial” con el 42,16 % con 2665,0384 Hectáreas, le sigue “Agropecuaria sostenible” con el 21,98 % del total de la superficie de estudio con 1389,3521 hectáreas y se ubicó sobre a vereda Bosatama al norte del perímetro urbano.

Las de menor ocupación se encuentran los usos denominados “Agropecuaria Sostenible”, “Parque Actividad Económica”, “Zona Institucional” y “Parque Metropolitano” con el 0,15 %, 0,35% 0,93%, 1,35%, con 9,60, 21,95, 58,71, 85,28 hectáreas respectivamente, en relación al total de superficie del área de estudio.

Tabla 22
Usos de Suelo POT en área próxima al perímetro urbano

Id_Suelos	Uso de Suelos POT	Veredas_POT	Area_Ha	Porcentaje %
S01	Agropecuaria Sostenible	Bosatama	1389,3521	21,98
S01	Agropecuaria Sostenible	Alto de la Cruz	9,6011	0,15
S03	Distrito Minero	Panama	447,2849	7,08
S03	Distrito Minero	La Chacua	489,1295	7,74
S05	Parque Metropolitano	Zona de Expansion	85,2823	1,35
S06	Parque Actividad Económica	Alto de la Cruz	21,9525	0,35
S07	Planta Tratamiento	Alto de la Cruz	182,3946	2,89
S08	Protección Ambiental	Panama	539,7126	8,54
S08	Protección Ambiental	La Chacua	213,1386	3,37
S09	Residencial	Urbano	2665,0384	42,16
S10	Zona de Expansión Urbana	Zona de Expansion	219,9113	3,48
S11	Zona Institucional	La Chacua	58,7079	0,93
Total Área de Estudio			6321,5057	100

Figura 38
Uso del suelo propuesto – homologado



¹³ Uso del suelo propuesto - homologado se encuentra en anexos “Multitemporal_Soacha_Cortes_2025_Anexo13”

De otra parte, con los usos de suelo propuestos, los cuales se homologaron en la capa de cobertura del suelo del año 2025 en relación con los usos de suelo del POT vigente del Municipio, permitió determinar que 5 categorías definidas en las coberturas de suelo se pueden relacionar u homologar con los usos definidos en el POT; entre estas fueron: Residencial, Distrito minero, Distrito de manejo integrado, Protección ambiental (para dos categorías 4. “3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva” y 5. “3.1. Bosques”). La categoría 6, correspondiente a “5.1. Aguas continentales”, no aplica, ya que es un elemento geográfico natural, donde no se le ha definido usos específicos o de acción en la fuente de información.

Tabla 23*Coberturas de suelo 2025 homologadas con Usos suelo POT*

Id_gc	Nivel_2	Id_propuesta	Uso de Suelo Propuesto	Area_Ha
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	2493,0250
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	P03	Distrito Minero	358,0456
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	5506,9433
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	7335,7252
5	3.1. Bosques	P08	Protección ambiental	2626,3350
6	5.1. Aguas continentales		N/A	114,1258
Total Municipio Coberturas				18434,2000

Las coberturas de suelo que más predominaron fueron las denominadas “Zonas urbanizadas” con 2451,88 hectáreas, le sigue “Zonas de extracción minera y escombreras” con 139,52 hectáreas y “Áreas agrícolas heterogéneas” con 1288,10 hectáreas. De igual manera los usos homologados o propuestos correspondieron en mayor predominancia los de “Distrito de manejo integrado” con 845,2183 hectáreas, ubicándose en la Vereda Bosatama, los de “Protección ambiental con 773,04 hectáreas en Vereda Panama, 587, 27 hectáreas en Vereda La Chacua y 505,19 hectáreas en la parte urbana, le sigue el de “Distrito minero” con 110,68.

2451,88 hectáreas en total comprenden al uso de suelo homologado denominado “Residencial” y 49,46 hectáreas corresponde a la variable de “No Aplica” correspondiente a la cobertura “Aguas continentales

Tabla 24

Usos de Suelo propuestos en la capa cobertura de suelo 2025 - homologación en área próxima al perímetro urbano

Id_gc	Nivel_2	Id_propues	UsoSuelo_P	Veredas_POT	Area_Ha	Porcentaje %
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	Zona de Expansión	9,6960	0,15
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	Urbano	101,1188	1,60
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	La Chacua	144,0618	2,27
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	Bosatama	845,2184	13,35
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	Alto de la Cruz	180,2863	2,85
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	Alto de la Cruz	7,7237	0,12
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	P03	Distrito Minero	Urbano	28,8359	0,46
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	P03	Distrito Minero	Panama	110,6856	1,75
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	Zona de Expansión	176,1476	2,78
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	Urbano	505,1885	7,98
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	Panama	773,0376	12,21
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	La Chacua	587,2757	9,27
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	Bosatama	303,0687	4,79
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	Alto de la Cruz	16,1150	0,25
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	Alto de la Cruz	1,3433	0,02
4	3.1. Bosques	P08	Protección ambiental	Panama	1,9891	0,03
4	3.1. Bosques	P08	Protección ambiental	La Chacua	18,6694	0,29
4	3.1. Bosques	P08	Protección ambiental	Bosatama	21,7600	0,34
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	Zona de Expansión	119,3391	1,88
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	Urbano	1991,3284	31,44
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	Panama	101,2851	1,60
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	La Chacua	13,6193	0,22
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	Bosatama	210,9705	3,33
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	Alto de la Cruz	15,1295	0,24
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	Alto de la Cruz	0,2130	0,00
6	5.1. Aguas continentales	N/A	N/A	Urbano	38,5482	0,61
6	5.1. Aguas continentales	N/A	N/A	Bosatama	8,2582	0,13
6	5.1. Aguas continentales	N/A	N/A	Alto de la Cruz	2,3361	0,04
6	5.1. Aguas continentales	N/A	N/A	Alto de la Cruz	0,3210	0,01
Total área de estudio					6333,5700	100

Como resultado del proceso al intersecar las capas de coberturas de suelo 2025 homologadas o como propuesta de usos de suelo y los usos de suelo del POT, del área de estudio próxima al perímetro urbano, y contenidas en la capa “Estudio_Cambios_Homologacion_POT”, se obtiene una tabla de comparación y especialización de las coberturas detectadas en 2025 y lo normatizado en el POT vigente (Acuerdo 46 de 2000)

Tabla 25*Comparación de Usos de suelo propuestos para 2025 y usos de suelo de POT vigente*

Id_ge	Nivel_2	Id_propuesto	Uso de Suelo Propuesto	Id_Suelos_	Uso de Suelos POT	Veredas_POT	Area_Ha
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	S01	Agropecuaria Sostenible	Bosatama	845,2184
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	S01	Agropecuaria Sostenible	Alto de la Cruz	7,7237
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	S03	Distrito Minero	La Chacua	5,1593
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	S05	Parque Metropolitano	Zona de Expansión	8,8592
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	S06	Parque Actividad Económica	Alto de la Cruz	6,5424
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	S07	Planta Tratamiento	Alto de la Cruz	166,0060
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	S08	Protección Ambiental	La Chacua	124,1625
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	S09	Residencial	Urbano	101,1188
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	S10	Zona de Expansión urbana	Zona de Expansión	0,8367
3	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	P02	Distrito manejo integrado	S11	Zona Institucional	La Chacua	13,9875
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	P03	Distrito Minero	S03	Distrito Minero	Panama	39,3667
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	P03	Distrito Minero	S08	Protección Ambiental	Panama	71,3189
2	1.3. Zonas de extracción minera y escombreras	P03	Distrito Minero	S09	Residencial	Urbano	28,8359
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	S01	Agropecuaria Sostenible	Bosatama	303,0687
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	S01	Agropecuaria Sostenible	Alto de la Cruz	1,3433
4	3.1. Bosques	P08	Protección ambiental	S01	Agropecuaria Sostenible	Bosatama	21,7600
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	S03	Distrito Minero	Panama	380,5432
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	S03	Distrito Minero	La Chacua	470,3509
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	S05	Parque Metropolitano	Zona de Expansión	76,4230
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	S06	Parque Actividad Económica	Alto de la Cruz	1,5546
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	S07	Planta Tratamiento	Alto de la Cruz	14,1298
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	S08	Protección Ambiental	Panama	392,4944
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	S08	Protección Ambiental	La Chacua	70,9100
4	3.1. Bosques	P08	Protección ambiental	S08	Protección Ambiental	Panama	1,9891
4	3.1. Bosques	P08	Protección ambiental	S08	Protección Ambiental	La Chacua	18,0660
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	S09	Residencial	Urbano	505,1885
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	S10	Zona de Expansión urbana	Zona de Expansión	99,7246
4	3.2. Área con vegetación herbácea y/o arbustiva	P08	Protección ambiental	S11	Zona Institucional	La Chacua	44,1170
4	3.1. Bosques	P08	Protección ambiental	S11	Zona Institucional	La Chacua	0,6034
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S01	Agropecuaria Sostenible	Bosatama	210,9705
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S01	Agropecuaria Sostenible	Alto de la Cruz	0,2130
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S03	Distrito Minero	Panama	27,3750
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S03	Distrito Minero	La Chacua	13,6193
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S06	Parque Actividad Económica	Alto de la Cruz	13,7607
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S08	Protección Ambiental	Panama	73,9101
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S09	Residencial	Urbano	1991,3284
1	1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S10	Zona de Expansión urbana	Zona de Expansión	119,3391
6	5.1. Aguas continentales		N/A	S01	Agropecuaria Sostenible	Bosatama	8,2582
6	5.1. Aguas continentales		N/A	S01	Agropecuaria Sostenible	Alto de la Cruz	0,3210

6	5.1. Aguas continentales	N/A	S06	Parque Actividad Económica	Alto de la Cruz	0,0948
6	5.1. Aguas continentales	N/A	S07	Planta Tratamiento	Alto de la Cruz	2,2413
6	5.1. Aguas continentales	N/A	S09	Residencial	Urbano	38,5482
Total comparación Área de Estudio						6321,3825

Se determinó, además que las coberturas de Nivel 2 clasificadas con leyenda Corine Land Cover, que refiere a “1.1. Zonas urbanizadas” homologadas con los usos de suelo denominado “Residencial”, presentan incompatibilidad entre lo que se detectó y lo normatizado en el POT, en sectores próximos al perímetro urbano; cabe señalar que los usos de suelo del POT denominados “Urbano y expansión urbana” no se tienen en cuenta, ya que no presentan cambios de uso, igualmente no se tiene en cuenta el polígono generado en la vereda Chacua ya que no está próximo al perímetro urbano. Por lo tanto, las diferencias entre el uso de suelo propuesto 2025 denominado “Residencia” y el denominado “Agropecuaria sostenible” del POT vigente predominó con un total de 210,97 hectáreas ubicadas en la Vereda Bosatama al norte del perímetro urbano. Se identificó disparidades igualmente en los usos de suelo POT denominados “Protección ambiental” con 72,62 hectáreas, “Distrito minero” con 27,37 hectáreas las dos en la vereda Panamá. Además de los usos POT denominados “Parque actividad minera con 13,76 hectáreas y “Agropecuaria sostenible “con 0,21 hectáreas las dos en la vereda Alto de la Cruz.

Tabla 26

Disparidades de usos de suelo propuesto 2025 “Residencial” y POT vigente

Disparidades de usos de suelo propuesto - homologado y POT Vigente				
Id_disp	UsoSuelo_Propuesto_Homologado	UsoSuelos_POT	Veredas_POT	Area_Has
D1	Residencial	Parque actividad económica	Alto de la cruz	13,7607
D2	Residencial	Agropecuaria sostenible	Bosatama	210,9705
D3	Residencial	Protección ambiental	Panama	72,6246
D4	Residencial	Distrito minero	Panama	27,3698
Total disparidades en área próxima al perímetro Urbano				324,7256

Figura 39*Identificación de disparidades de usos de suelo 2025 y POT vigente*

Nivel 2	Id p	UsoSuelo Propuesta	Id Sue	UsoSuelos POT	Veredas POT	Area Has
1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S06	PARQUE-ACTIVIDAD-ECONOMICA	ALTO DE LA CRUZ	13,760699
1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S01	AGROPECUARIA-SOSTENIBLE	BOSATAMA	210,970538
1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S03	DISTRITO-MINERO	LA CHACUA	13,619286
1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S03	DISTRITO-MINERO	PANAMA	27,375008
1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S08	PROTECCION-AMBIENTAL	PANAMA	73,9101
1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S01	AGROPECUARIA-SOSTENIBLE	ALTO DE LA CRUZ	0,213041
1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S10	ZONA-DE-EXPANSION-URBANA	ZONA DE EXPANSION	119,339128
1.1. Zonas urbanizadas	P09	Residencial	S09	RESIDENCIAL	URBANO	1991,328366

Para el presente estudio, se identificaron los predios localizados en las zonas con usos de suelo propuestos sobre áreas próximas al perímetro urbano con límite hacia el río Bogotá. Estos predios fueron homologados en la capa de cobertura del suelo correspondiente al año 2025, en relación con los usos de suelo establecidos en el POT vigente del Municipio, permitiendo así, determinar las principales disparidades territoriales entre lo ocupado y planificado.

Se interseco la información de uso de suelo propuesto u homologado del año 2025 con el uso de suelo del POT vigente y la división político-administrativa del municipio, donde se identificó un área total de 3.592,11 hectáreas con disparidad o en conflicto distribuidas en 3 veredas cercanas al perímetro urbano y sobre el área urbana y la zona de expansión.

La Vereda Bosatama presenta el mayor número de área en hectáreas con disparidad o conflicto, con un total de 1.373,1 ha, con alta presencia de conflictos en zonas de manejo ambiental y agropecuario, siendo una zona de transición entre lo rural productivo y el límite urbano; el tipo de conflicto corresponde a Ambiental-productivo. Le sigue la Vereda Panamá con 1.047,6 ha, muestra una mezcla de usos urbanos y extractivos, lo que indica procesos de urbanización informales o de expansión sin control; el tipo de conflicto se relaciona con lo Urbano-minero.

La Vereda La Chacua presenta 661,5 ha, con disparidades o conflictos en áreas de protección ambiental y zonas institucionales, muestra una ocupación o intensión de restauración ambiental en áreas donde la norma aun lo permite o reconoce actividades extractivas; el conflicto se presenta entre lo Ambiental-minero. El sector urbano presenta 622,7 ha, con disparidades donde se identifican predios que mantienen cobertura ambiental o sin ocupación, pero la norma lo clasifica como suelo urbano o incluso minero, se presentan zonas aun sin consolidar o destinadas

a funciones ambientales que el POT no refleja adecuadamente; el conflicto se relaciona con la Planeación normativa.

La zona de expansión presenta 180,4 ha, con disparidades ya que la expansión urbana prevista no se ha materializado, reflejando un escenario más conservacionista que el planteado por la norma vigente; esto posiblemente debido a restricciones ambientales, falta de infraestructura o decisiones locales de conservación, entre otras; El tipo de conflicto tiene que ver con la Planificación futura.

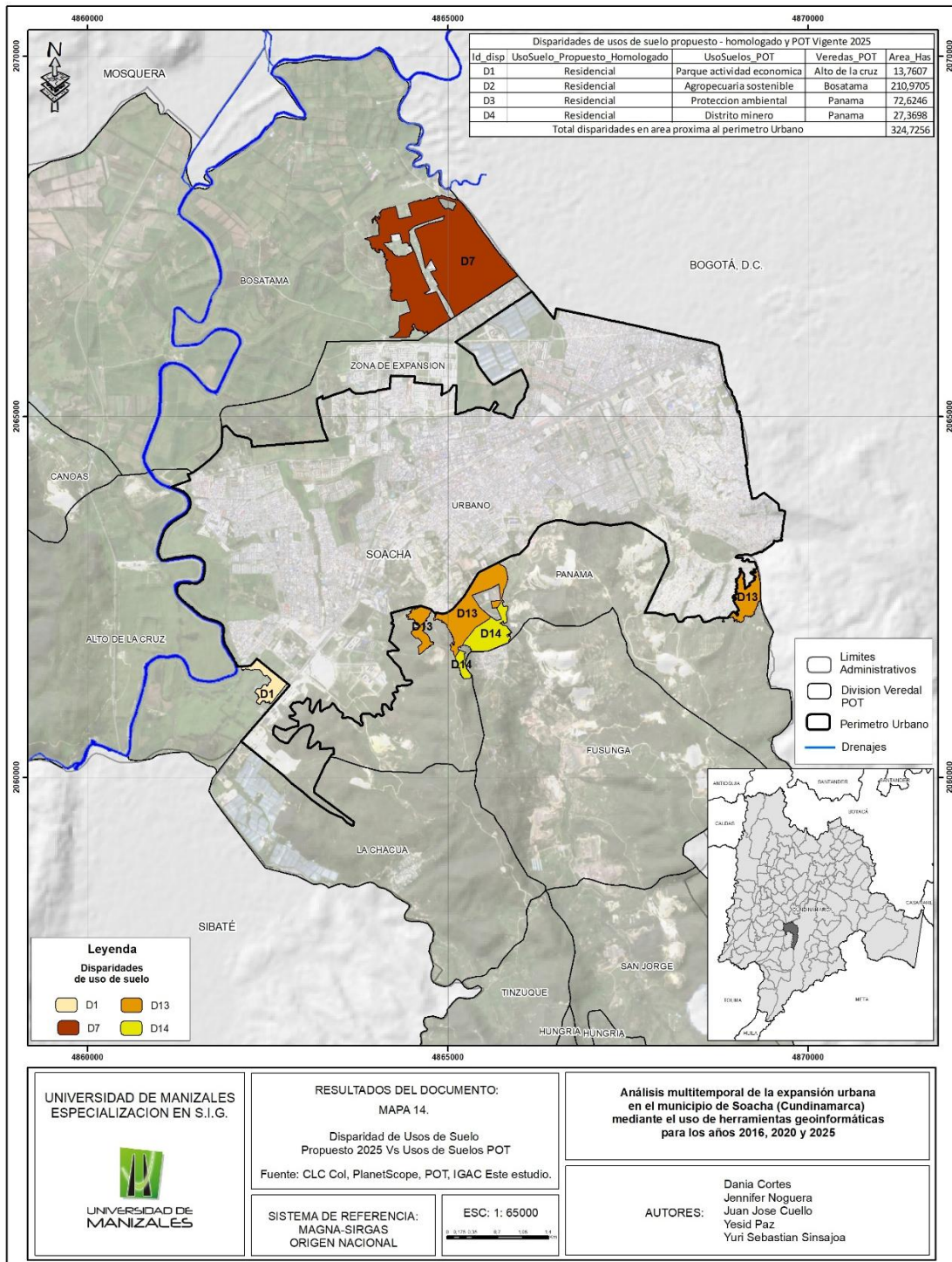
La comparación entre los usos de suelo propuesto u homologado y los usos de suelo del POT vigente, indican que la ocupación actual de Soacha en su borde urbano se orienta más hacia la conservación y a la expansión residencial mientras que la norma aun refleja usos extractivos, institucionales o de expansión urbana planificada que no se han consolidado.

Tabla 27

Disparidades de usos de suelo propuesto 2025 y POT vigente

UsoSuelo_Propuesto_Homologado	UsoSuelos_POT	Veredas_POT	Area_Has
Residencial	Parque actividad economica	Alto de la cruz	13,7607
Distrito manejo integrado	Agropecuaria sostenible	Alto de la cruz	7,7237
Protección ambiental	Planta de tratamiento	Alto de la cruz	14,0055
Distrito manejo integrado	Planta de tratamiento	Alto de la cruz	166,0039
Distrito manejo integrado	Agropecuaria sostenible	Bosatama	845,2184
Proteccion ambiental	Agropecuaria sostenible	Bosatama	317,9770
Residencial	Agropecuaria sostenible	Bosatama	210,9705
Residencial	Distrito minero	La Chacua	13,6193
Proteccion ambiental	Zona institucional	La Chacua	44,0950
Distrito manejo integrado	Zona institucional	La Chacua	13,8773
Distrito manejo integrado	Proteccion ambiental	La Chacua	118,8541
Proteccion ambiental	Distrito minero	La Chacua	470,3252
Residencial	Proteccion ambiental	Panamá	72,6246
Residencial	Distrito minero	Panamá	27,3698
Distrito minero	Proteccion ambiental	Panamá	71,2650
Proteccion ambiental	Distrito minero	Panamá	377,6432
Distrito minero	Residencial	Urbano	28,2956
Proteccion ambiental	Residencial	Urbano	498,8371
Distrito manejo integrado	Residencial	Urbano	95,2358
Proteccion ambiental	Parque metropolitano	Zona de expansion	76,4230
Proteccion ambiental	Zona de expansion urbana	Zona de expansion	99,7224
Distrito manejo integrado	Parque metropolitano	Zona de expansion	8,2655
Total disparidades en áreas próximas al perímetro Urbano			3592,1126

Figura 40
Disparidad uso del suelo propuesto 2025 - uso del suelo POT



¹⁴ Disparidad uso del suelo propuesto 2025 - uso del suelo POT se encuentra en anexos “Multitemporal_Soacha_Cortes_2025_Anexo14”

De otra parte, el análisis predial en el área de estudio, específicamente en las zonas próximas al perímetro urbano, presento limitaciones debido a la falta de información catastral geográfica y alfanumérica histórica para los años 2016, 2020 y 2025, de libre acceso como datos abiertos en las plataformas de las Entidades oficiales relacionadas con la producción y suministro de información geoespacial. Por lo tanto, no fue posible realizar las comparaciones temporales ni determinar la cantidad de predios antes y después del proceso de expansión urbana en los años citados mencionados.

Sin embargo, se obtuvo información catastral en formato “shapefile, desde el portal web de la Alcaldía de Soacha, a través del enlace “Sistema de Información Catastral” disponible en el “geovisor catastro”. Esta información contiene información predial del sector urbano y rural del Municipio, la cual corresponde de la base catastral para el mes de octubre de 2025, ya que no se identificó un metadato que indicara con precisión la fecha de actualización.

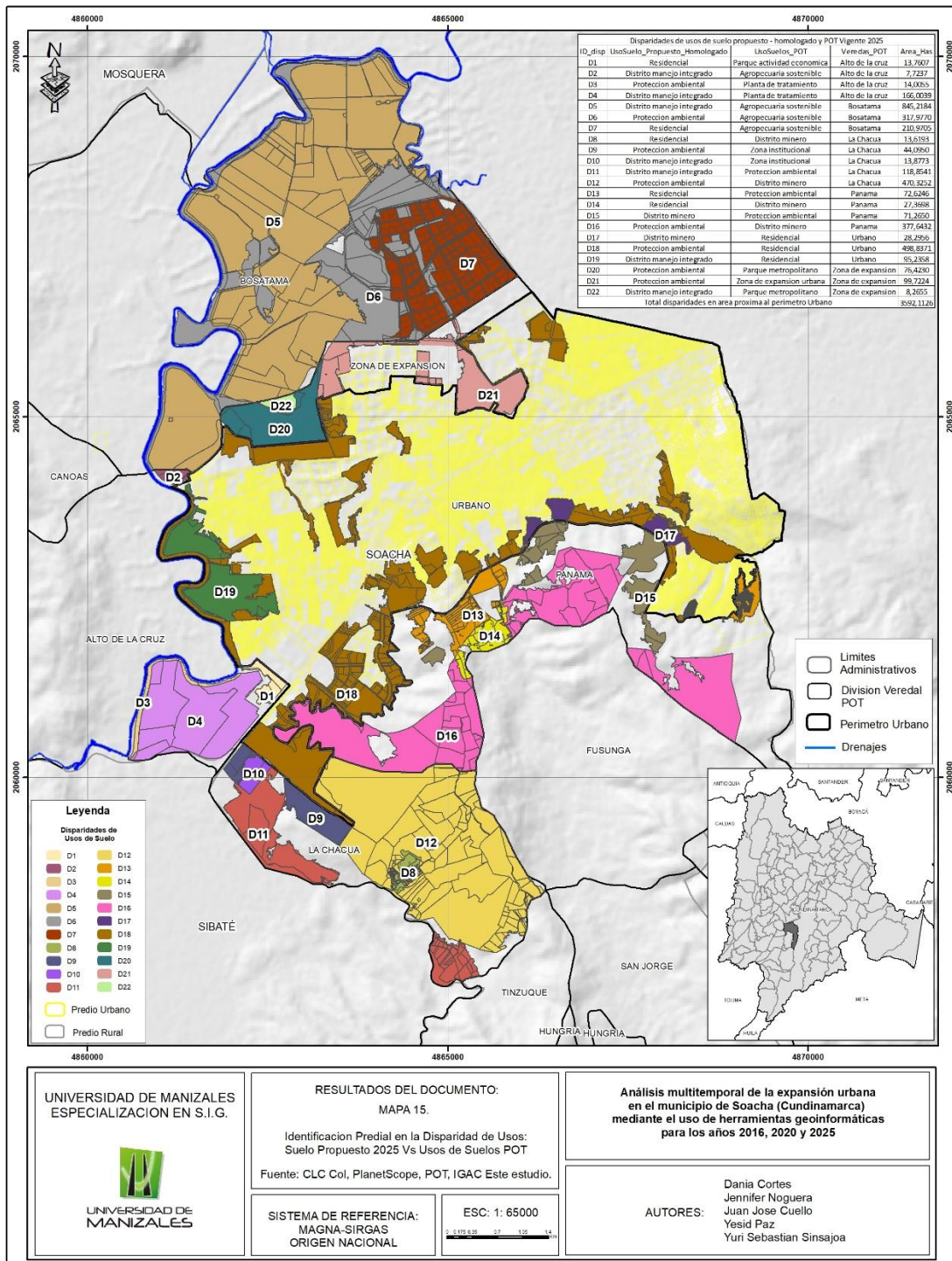
El archivo “Shapefile” descargado contiene un total de 66.254 polígonos prediales, de los cuales, 62.951 corresponden a predios rurales y 3.303 corresponden a predios urbanos, que representan la base predial actual del Municipio de Soacha.

Bajo este contexto, se identificó 3.584 predios que se ubican sobre las áreas con disparidad o en conflicto de uso de suelo propuesto u homologado y los usos de suelo vigentes del POT; los cuales cubren un área afectada de 3.576,15 hectáreas. De estos, 2361 predios corresponden a predios rurales, con 2.946,98 hectáreas de afectación y 1223 corresponden a predios urbanos con 629,17 hectáreas de afectación.

El mayor número de predios en conflicto se concentran en la zona rural con el 82.4 % del área total, lo que indica que la expansión de usos urbanos se realiza sobre áreas agropecuarias o de manejo ambiental. Los predios urbanos representan el 17.6 % del área total, donde las disparidades se asocian con diferencias entre la zonificación del POT y la ocupación efectiva, en algunos casos con la presencia de coberturas naturales o predios subutilizados.

El porcentaje significativo de territorio próximo al perímetro urbano de Soacha o la presión urbana sobre área rurales evidencia la discrepancia entre lo planificado y la dinámica real de ocupación, con procesos de expansión urbana no planificada, transformación de coberturas naturales y cambios en el uso productivo de suelo.

Figura 41
Identificación predial de disparidad uso del suelo propuesto 2025 - uso del suelo POT



¹⁵ Identificación predial de disparidad uso del suelo propuesto 2025 - uso del suelo POT se encuentra en anexos “Multitemporal_Soacha_Cortes_2025_Anexo15”

7 Discusión

Los resultados de la investigación permiten evidenciar un crecimiento sostenido de las zonas urbanizadas en el municipio de Soacha durante el periodo de análisis, pasando de un 11,11% en 2016 a 13,52 % en 2025. Esta dinámica responde principalmente al incremento demográfico y a la cercanía con Bogotá, factores que impulsan la demanda de vivienda y el desarrollo de actividades económicas. Sin embargo, este patrón de expansión ejerce presiones significativas sobre coberturas naturales y ecosistemas, lo que repercute en la sostenibilidad ambiental y en la calidad de vida de los habitantes, planteando la necesidad de fortalecer los mecanismos de planificación territorial y ambiental.

En términos espaciales, la expansión urbana mostró dos comportamientos diferenciados: entre 2016 y 2020 se avanzó sobre áreas de vegetación herbácea y suelos agrícolas en sectores urbanos y veredas como Bosatama y la Zona de Expansión; mientras que entre 2020 y 2025 se intensificó la ocupación de suelos agrícolas y se incorporaron zonas previamente destinadas a la extracción minera, especialmente en algunos sectores urbanos y de las veredas Panamá y Alto de la Cruz. Aunque la consolidación de la Zona de Expansión responde a una vocación prevista en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), la urbanización en áreas colindantes no habilitadas formalmente refleja un crecimiento desordenado e incontrolado que compromete coberturas rurales y limita el aprovechamiento de suelos con vocación agrícola.

La comparación entre el uso real del suelo y lo dispuesto en el POT vigente permitió identificar aproximadamente 326 hectáreas en discrepancia, donde se detectaron procesos de urbanización en suelos destinados a actividades agropecuarias, de protección ambiental o mineras. Este hallazgo confirma una presión desordenada sobre el territorio, lo que conlleva a la pérdida de suelos agrícolas, deterioro ambiental y riesgos asociados a la localización de asentamientos en áreas no aptas para la vivienda.

El contraste entre la normativa de planeación y las dinámicas territoriales actuales refleja una brecha significativa. La desactualización del POT se hace evidente en sectores donde existen barrios consolidados que aún figuran como suelo de protección o agropecuario, lo que genera inseguridad jurídica para los predios y limita la inversión en infraestructura y servicios públicos. Esta contradicción normativa no solo afecta la gobernanza territorial, sino que también intensifica conflictos socioambientales y amenaza la permanencia de actividades productivas rurales.

A lo anterior se suman limitaciones técnicas relacionadas con la disponibilidad y calidad de la información geográfica y cartográfica. El uso de insumos con hasta 25 años de antigüedad, con escalas y sistemas de referencia poco precisos, dificulta la adecuada representación de la realidad territorial y limita la capacidad institucional para anticipar y controlar las dinámicas urbanísticas. La carencia de información actualizada genera vacíos en la planeación y promueve interpretaciones normativas ambiguas.

Finalmente, los resultados ponen en evidencia la necesidad de articular el avance tecnológico con los procesos de planificación territorial. Es indispensable fortalecer la capacidad institucional con recursos técnicos, humanos y financieros que permitan la implementación de herramientas geoespaciales actualizadas y la revisión periódica del POT. Conforme a lo establecido en la Ley 388 de 1997 y las demás normas vigentes que reglamenten el uso del suelo.

8 Conclusiones

En el presente estudio se evidencia que la cobertura urbana pasó de 2048,04 ha (11,11 %) en 2016 a 2354,05 ha (12,77 %) en 2020 y 2492,30 ha (13,52 %) en 2025, lo cual equivale aproximadamente a un incremento de 444,26 ha en los tres periodos de tiempo. Este crecimiento, refleja una tendencia sostenida de urbanización que supera el ritmo de actualización del Plan de Ordenamiento Territorial vigente. El patrón temporal muestra que el periodo 2016–2020 concentró el mayor ritmo de expansión, mientras que 2020–2025 evidencia una fase de consolidación y densificación del tejido urbano.

El patrón espacial del crecimiento urbano se caracteriza por una expansión radial y contigua, orientada principalmente hacia los sectores norte y occidente del municipio, en dirección a Bogotá. Esta configuración confirma la existencia de un proceso de conurbación metropolitana, donde los límites político-administrativos pierden relevancia frente a la continuidad física y funcional de la mancha urbana. La proximidad a la capital y la conectividad vial han sido factores determinantes en esta dinámica.

La expansión urbana observada ha generado una reconfiguración en las coberturas rurales y naturales, que pasaron de ocupar el 36,8 % del territorio en 2016 al 33,5 % en 2025, lo que representa una pérdida de aproximadamente 610 ha de suelo agrícola y natural. Este reemplazo progresivo de coberturas vegetales por superficies artificiales evidencia un proceso de transformación territorial orientado al uso residencial y de servicios, con efectos negativos sobre la sostenibilidad ecológica, la recarga hídrica y la seguridad alimentaria local.

El crecimiento urbano de Soacha no se ha generado de manera homogénea. En las veredas Chacua, Bosatama, Panamá y Alto del Charquito, el análisis de transición de coberturas identificó procesos de urbanización no planificada, caracterizados por asentamientos dispersos, fraccionamiento irregular del suelo y ocupación de zonas con restricción ambiental. Estos sectores registran las mayores tasas de cambio de uso, con transiciones directas desde suelos agrícolas o de vegetación arbustiva hacia zonas construidas, sin procesos previos de planificación.

El cruce de la cobertura de 2025 con los usos del suelo definidos por el Plan de Ordenamiento Territorial (Acuerdo 046 de 2000) permitió identificar 326 ha en conflicto, equivalentes al 13,1 % de la superficie urbana actual, donde se presentan ocupaciones sobre zonas de conservación o de vocación agrícola. Este hallazgo evidencia una desarticulación entre la normativa y la realidad territorial, y subraya la necesidad de revisar y actualizar los instrumentos

de planeación bajo criterios de sostenibilidad, funcionalidad metropolitana y adaptación al cambio territorial.

Las matrices de cambio generadas revelaron que el 58 % de la nueva urbanización ocurrió sobre suelos de vocación agropecuaria y un 25 % sobre vegetación secundaria, lo cual indica un proceso de sustitución directa de suelos rurales por usos urbanos. Este comportamiento implica una pérdida progresiva de funciones ambientales y productivas, así como una reducción de la resiliencia del territorio frente a eventos de degradación ambiental y presión antrópica.

En síntesis, el municipio de Soacha presenta un proceso de expansión urbana sostenida, acelerada y parcialmente desarticulada con la planificación, con un incremento de más de 440 hectáreas urbanizadas entre los tres periodos de tiempo. Esta tendencia refleja la necesidad urgente de fortalecer los mecanismos de control del uso del suelo, integrar la planificación local con la estructura metropolitana de Bogotá y establecer un sistema de monitoreo multitemporal permanente. Los resultados del estudio constituyen un insumo técnico clave para la revisión del POT, la delimitación de zonas de contención urbana y la implementación de políticas de desarrollo sostenible orientadas a la preservación del suelo rural, la funcionalidad ecológica y la calidad de vida de la población.

9 Recomendaciones

Se recomienda a las entidades oficiales fortalecer la disponibilidad y calidad de la información geoespacial, garantizando que los datos se encuentren actualizados, con especificaciones adecuadas para su uso en estudios de ordenamiento territorial. Asimismo, es necesario mejorar la consistencia cartográfica (topología, traslapes y demás aspectos técnicos) con el fin de facilitar la interoperabilidad y el aprovechamiento eficiente de la información en proyectos de análisis espacial.

Se recomienda mantener revisiones generales de los instrumentos de planificación territorial cada 12 años y ajustes excepcionales cada 4 o 8 años, de acuerdo con los componentes del corto, mediano y largo plazo, de manera que el marco normativo se mantenga vigente frente a las dinámicas urbanas reales.

Se encuentra pertinente llevar a cabo espacios de colaboración y coordinación entre los entes territoriales contiguos (Soacha y Bogotá) en materia de planificación y desarrollo territorial, con el fin de construir estrategias conjuntas para el manejo de la dinámica del crecimiento urbano acelerado, teniendo en cuenta que dicho fenómeno implica actuaciones administrativas y requieren la atención mediante políticas públicas.

Promover la implementación de herramientas de sistemas de información geográfica para el desarrollo de estudios de análisis multitemporal dentro del diagnóstico y formulación de los instrumentos de Planificación territorial, a fin de constituir y generar insumos fundamentados para la actualización del POT de Soacha, de manera que la normativa se ajuste a las dinámicas reales de ocupación y uso del suelo.

Fortalecer los mecanismos de vigilancia y control territorial con el fin de mitigar el desarrollo de ocupaciones y posesiones en suelos no definidos para la construcción de viviendas, con la aplicación de medidas preventivas y restrictivas enfocadas al cumplimiento de lo dispuesto en el POT en zonas de desarrollo urbano y de expansión.

Referencias

- Aguilar, A. G., Flores, M. A., y Lara, L. F. (2022, marzo 9). Peri-Urbanization and Land Use Fragmentation in Mexico City. Informality, Environmental Deterioration, and Ineffective Urban Policy. *Frontiers in Sustainable Cities*, 4(790474). <https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-cities/articles/10.3389/frsc.2022.790474/full>
- Acuerdo 46 de 2000. (Alcaldía Municipal de Soacha). Por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Soacha. 27 de diciembre de 2000.
- Carriazo Osorio, F., y López Plazas, M. A. (2024). *La mancha urbana en Colombia sigue expandiéndose*. https://doi.org/10.12804/dvcn_10336.42588_num7
- Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., y Camargo Casallas, E. (2023). *La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI*. *Tecnura*, 27(75), 140-174. <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Cortés Bravo, N. S. (2021). Expansión urbana y pérdida de la ruralidad. Análisis del POT de San Juan de Pasto. Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/items/12ce35eb-e1f3-4f9d-86bd-25cd056f8e58>
- Cortés, L., Ramírez, C., y Maldonado, A. (2023). *Urbanización dispersa y pérdida de suelos agrícolas en municipios periféricos de Bogotá: análisis multitemporal 2000–2022*. *Revista de Estudios Urbanos y Regionales*, 18(2), 45–63.
- Cortizo, D., Tarducci, R. R., y Frediani, J. (2021). Periferias dispersas: Expansión urbana en la ciudad de La Plata en una década (periodo 2010-2020). *Estudios Socioterritoriales*, 30, 89-89. <https://doi.org/10.37838/unicen/est.30-303>
- Cruz-Muñoz, F. (2021). Patrones de expansión urbana de las megaurbes latinoamericanas en el nuevo milenio. *EURE (Santiago)*, 47(140), 29-49. <https://doi.org/10.7764/eure.47.140.02>
- DANE - Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. (s. f.). Recuperado 22 de septiembre de 2025, de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivienda-2018>
- Delgado, P. (2024). *Teledetección aplicada al análisis urbano: desafíos de sostenibilidad en América Latina*. *Revista Latinoamericana de Geografía Aplicada*, 29(1), 88–107
- Duque-Duque, N., Trejos-Ballesteros, J. A., y Moreno-Obando, J. W. (2020). Los impactos de Bogotá sobre Soacha y su importancia frente a la conformación del Área Metropolitana. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 16(30). <https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v16i30.2849>
- EPA. (5 de Febrero de 2025). EPA. Obtenido de <https://www.epa.gov/report-environment/land-use>

- Esri. (2021). ¿Qué es un dataset de mosaico? ArcGIS Desktop. Environmental Systems Research Institute. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/what-is-a-mosaic.htm>
- Esri. (2022). Función Recortar ArcGIS Desktop. Environmental Systems Research Institute. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/clip-function.htm>
- Fagua, J. C., Rodríguez-Buriticá, S., y Jantz, P. (2023). Advancing high-resolution land cover mapping in Colombia: the importance of a locally appropriate legend. *Remote Sensing*, 15(10), 2522.
- Franco, M., y Torres, A. (2023). *Urban expansion detection using SAR imagery and machine learning models in Bucaramanga, Colombia. Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 31, 102038. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.102038>
- Franz, J. (2022). ¿Qué es un análisis multitemporal? El blog de Franz. <https://acolita.com/que-es-un-analisis-multitemporal/>
- García, F., y Díaz, S. (2020). *Análisis espacial del crecimiento urbano en municipios intermedios mediante SIG y sensores remotos*. *Revista Geografía y Territorio*, 14(3), 56–75.
- Geek for Geeks. (2022). Digital image processing basics. <https://www.geeksforgeeks.org/digital-image-processing-basics/>
- Giménez, J., y García, M. (2023). *Transformaciones territoriales y cambios de uso del suelo en el área metropolitana de Murcia (España)*. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (96), 1–28. <https://doi.org/10.21138/bage.3269>
- Giraldo, C., Muñoz, P., y López, E. (2024). *A methodology for the multitemporal analysis of land cover changes and urban expansion using Sentinel-2 data: The case of the Aburrá Valley, Colombia*. *Remote Sensing*, 16(3), 554. <https://doi.org/10.3390/rs16030554>
- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Pickens, A. H., Tyukavina, A., Hernandez-Serna, A., Zalles, V., Turubanova, S., Kommareddy, I., Stehman, S. V., Song, X.-P., y Kommareddy, A. (2022). *Global land use extent and dispersion within natural land cover using Landsat data*. *Environmental Research Letters*, 17(3), 034050. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac46ec>
- Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.
- Herrera, A. E. M., y Barbosa, W. G. J. (2025). La ciudad región de Bogotá: Un proceso en construcción. *Via Inveniendi Et Iudicandi*, 20(1), 82-93. <https://doi.org/10.15332/19090528.11116>
- IDEAM, I. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1: 100.000.
- Li, M., Gao, Q. y Yu, T. Kappa statistic considerations in evaluating inter-rater reliability between two raters: which, when and context matters. *BMC Cancer* 23, 799 (2023). <https://doi.org/10.1186/s12885-023-11325-z>

- Liu, Y., Zhang, Q., y Fang, Y. (2022). *Global urban expansion and land use change from 2000 to 2020 based on Landsat time series*. *Sustainability*, 14(9), 5362. <https://doi.org/10.3390/su14095362>
- Lugo Jaramillo, F. A. (2020). Análisis multtemporal para determinar la expansión urbana en el municipio de Soacha, Cundinamarca, en el periodo 2015-2020 [Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio Institucional UMNG. <https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/2b4e1237-5064-491a-ba9c-edd1cb7ed737/content>
- Martínez, R., y Gómez, L. (2024). *Monitoring urban sprawl in Southern Europe using Sentinel-2 imagery and landscape metrics*. *Land Use Policy*, 142, 106206. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.106206>
- Méndez, J., y Londoño, M. (2021). *Expansión urbana y desigualdad socioespacial en ciudades colombianas: un enfoque territorial*. *Cuadernos de Urbanismo*, 37(2), 15–34.
- Moreno, D., y Rojas, L. (2023). *Transformaciones territoriales y pérdida de coberturas en la Sabana de Bogotá: análisis multitemporal 2000–2022*. Universidad Nacional de Colombia.
- Moreno, P., y Londoño, S. (2023). *Urban growth and planning challenges in Colombian metropolitan regions*. *Cities*, 145, 104989. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104989>
- Murel, J., y Kavlakoglu, E. (19 de Enero de 2024). IBM. <https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/confusion-matrix>
- National Aeronautics and Space Administration. (2023). *What is remote sensing?* NASA Earthdata. Recuperado de: <https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/remote-sensing/>
- OECD. (2024). *Global State of National Urban Policy 2024: Building Resilience and Promoting Adequate, Inclusive and Sustainable Housing*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/4db6994c-en>
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 2001. Situación de los bosques del mundo 2001. FAO, Roma, 131 p.
- Pérez-Alarcón, J., Contreras, F., y Vega, P. (2023). *Modeling urban expansion through machine learning techniques: Santiago de Chile case study*. *Urban Science*, 7(4), 121. <https://doi.org/10.3390/urbansci7040121>
- Pérez, A., y Torres, H. (2021). *Gestión del suelo y sostenibilidad urbana: retos de la planificación en ciudades latinoamericanas*. *Estudios de Territorio y Sociedad*, 9(1), 27–49.
- Planet. (2025). PlanetScope Overview. <https://developers.planet.com/docs/data/planetscope/>
- Planning Gaps Project. (2022). *Unexpected urban expansion in five Colombian metropolitan areas*. *Buildings and Cities Journal*, 3(2), 445–462. <https://doi.org/10.5334/bc.240>
- Portela, D. V., Pedroza, P. A. B., Villamil, J. L., y Cardona, M. Á. Q. (2020). Cobertura del suelo bajo metodología Corine Land Cover para el bosque de Galilea y su área de influencia, Tolima, Colombia. *UD y la geomática*, (15).
- Ramírez, L., y Rojas, D. (2022). *Urban population trends and spatial dynamics in Colombia (2000–2020)*. *Journal of Urban Planning and Development*, 148(4), 04022030. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000854](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000854)

- Ramírez, S., Muñoz, D., y Vargas, E. (2023). Integración de SIG y teledetección para el monitoreo del crecimiento urbano en municipios andinos. *Revista Latinoamericana de Geomática*, 17(1), 45–60.
- Rodríguez, C., y Franco, L. (2022). *Cambios en el uso del suelo y expansión urbana en la región metropolitana de Bogotá: análisis multitemporal 2000–2020*. Cuadernos de Vivienda y Urbanismo, 15(30), 1–20. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu15-30.cusu>
- Sánchez, R., et al. (2021). Aplicación del modelo METRIC para estimar la evapotranspiración de cultivos de maíz mediante teledetección. *Revista de Agroingeniería y Tecnología*, 13(1), 45–58. <https://polipapers.upv.es/index.php/raet/article/download/21467/16789/126576>
- Sánchez Carlessi, H., Reyes Romero, C., y Mejía Sáenz, K. (2018). Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística.
- Secretaría de Educación Soacha, Cundinamarca. (2022). *Estudio contextual del municipio de Soacha y región: Aspectos socioculturales y estadísticas en educación, juventud, empleabilidad y sector productivo* (No. E2; p. 31). <https://www.soachaeducativa.edu.co/wp-content/uploads/2023/02/ESTUDIO-SOCIOCULTURAL-SOACHA.pdf>
- Singh, R., Patel, D., y Sharma, M. (2023). *Measuring urban expansion using remote sensing and landscape metrics: Rewari City case*. *Journal of Landscape Ecology*, 17(1), 77–92. <https://doi.org/10.2478/jlecol-2023-0006>
- Soacha Jiménez, L. S. (2021). Arquitectura biofílica como estrategia de diseño para la Universidad Agrícola Regional de Soacha a partir del concepto de permacultura.
- Suárez, J., y Bernal, A. (2023). *Análisis multitemporal de la expansión urbana en Soacha, Cundinamarca (2000–2022)*. *Revista Colombiana de Geografía*, 32(2), 145–166. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v32n2.103548>
- Torres, E., Vega, M., y Duarte, J. (2025). *Universal roughness and the dynamics of urban expansion: A global perspective*. *Earth System Science Data*, 17(5), 2019–2032. <https://doi.org/10.5194/essd-17-2019-2025>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD. (2023). *Investigaciones en gestión del riesgo de desastres para Colombia: Contribuciones locales, regionales y nacionales*. Comisión Nacional Asesora para la Investigación en Gestión del Riesgo de Desastres (Ed.). Bogotá, Colombia. <https://pubhtml5.com/pxou/kdmh/>
- Universidad del Rosario. (2025). *La mancha urbana en Colombia sigue expandiéndose*. Revista de Divulgación Científica. <https://urosario.edu.co/revista-divulgacion-cientifica/economia-y-politica/la-mancha-urbana-en-colombia-sigue-expandiendose>
- Vega, P., y Salazar, R. (2022). *Urban vegetation loss and green infrastructure dynamics in Quito, Ecuador (2000–2020)*. *Sustainability*, 14(18), 11546. <https://doi.org/10.3390/su141811546>
- Zhang, W., Fang, C., y Liu, H. (2021). *Urban land expansion and its driving forces: A global meta-analysis*. *Landscape and Urban Planning*, 216, 104250. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104250>

