



Análisis multitemporal del crecimiento urbano, su impacto ambiental en la Comuna 10 de Neiva usando herramientas geoinformáticas para planificar responsablemente

Manuela Cortés López

Luis Hernando Guamanga Gómez

Juan Sebastián Orozco Valenzuela

Juan Carlos Mora Sierra

Yesid Leonardo Triana Díaz

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

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

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

2025

Cita	(Orozco Valenzuela, et al., 2025)
Referencia	Orozco Valenzuela, J.S. (2025). <i>Análisis multitemporal del crecimiento urbano, su impacto ambiental en la Comuna 10 de Neiva usando herramientas geoinformáticas para planificar responsablemente</i> [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Manizales. RIDUM: Repositorio Institucional Universidad de Manizales.
Estilo APA 7 (2020)	



Especialización en Sistemas de Información Geográfica , II

Declaración de inteligencia artificial: los autores de este trabajo de grado declaran que han utilizado herramientas de inteligencia artificial (IA), tales como, ChatGPT, Grammarly, Turnitin, Copilot, Gemini, Perplexity entre otras, 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.

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.

Dedicatoria

A nuestros Padres,
Por ser el pilar fundamental de nuestras vidas,
Por su amor incondicional, su ejemplo de perseverancia y sus palabras de aliento en cada etapa de este proceso.
Gracias por creer en nosotros incluso en los momentos más difíciles y por enseñarnos que los sueños se construyen con esfuerzo, dedicación y paciencia.

Agradecimientos

A la Universidad de Manizales,
por brindarnos la oportunidad de formarnos profesionalmente a través de su modalidad virtual, permitiéndonos equilibrar nuestras responsabilidades personales, laborales y académicas.
A los docentes de cada uno de los módulos,
por compartir sus conocimientos con compromiso y pasión, por guiarnos con respeto y exigencia, y por sembrar en nosotros una visión más amplia y crítica del uso de las herramientas geoinformáticas en beneficio de la sociedad y el territorio.
Este trabajo es el reflejo de un esfuerzo colectivo, nacido de distintas disciplinas, que hoy se unen con un propósito común: aportar a una planificación urbana más justa, responsable y sostenible.

Tabla de contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
1. Planteamiento del problema	12
1.1 Antecedentes	12
2. Justificación.....	22
3. Objetivos	23
3.1 Objetivo general	23
3.2 Objetivos específicos.....	23
4. Marco teórico	24
4.1 Crecimiento y expansión Urbana	24
4.2 Geovisor	24
4.3 Humedales.....	25
4.4 Impacto Ambiental.....	25
4.5 Herramientas geoinformáticas.....	25
4.5.1 Teledetección	25
4.5.2 Análisis multitemporal.....	25
4.5.3 Sistemas de información geográfica (SIG).....	26
4.6 Zonas Verdes.....	26
4.7 Enfoque Ecosistémico Y Resiliencia Socioecológica.....	26
4.8 Marco Normativo	26
4.8.1 Normativa Internacional	27
4.8.2 Normativa Nacional	27
4.8.3 Normativa Local	28

4.9 Relación Con Los Objetivos De Investigación	28
5. Metodología	29
5.1 Enfoque Metodológico	29
5.2 Tipo de Estudio	31
5.3 Procedimientos	33
5.3.1 Fase 1. Recopilación y depuración de información cartográfica y geográfica	33
5.3.2 Fase 2. Identificación y análisis multitemporal de coberturas ambientales afectadas ...	34
5.3.3 Estructuración de base de datos espacial y desarrollo del geovisor.....	36
6. Resultados	39
6.1 Resultados multitemporales	39
6.1.1 Cambios en las coberturas por año	40
6.1.2 cambios en la red hidrográfica	46
6.1.3 Transición de Coberturas	47
6.1.4 Modelo de proyección urbana.....	49
6.2 Resultados del análisis geoespacial frente a la información del POT.....	51
6.2.1 Tratamiento urbano	51
6.2.2 Límite predios y uso del suelo	53
7. Discusión.....	57
7.1. Cambios en las coberturas	57
7.2 Cambios en la red hidrográfica	58
7.3 Transición de Coberturas	58
7.4 Modelo de Proyección urbana.....	59
7.5 Tratamiento urbano	59
7.6 Límite predial	60
7.7 Análisis del retraso en la adopción de un nuevo POT para Neiva	61

8. Conclusiones64

9. Recomendaciones65

Referencias66

Lista de tablas

Tabla 1 Fotografías y línea de vuelo	34
Tabla 2 Estepas de La Investigación	37
Tabla 3 Resultados de los cambios de coberturas entre 1961 - 2024.....	40
Tabla 4 Resultados de la evolución de la red hidrográfica.....	47
Tabla 5 Transiciones de cobertura desde el año 1961 a 2024.....	48
Tabla 6 Área urbana observada y proyectada	49
<i>Tabla 7 Superficie de Urbanismo 2024 por Tratamiento Urbanístico</i>	52
Tabla 8 Resultados de los predios con las zonas de protección y el uso del suelo	55

Lista de figuras

Figura 1 Comportamiento de las coberturas desde el año 1961 hasta 2024 en hectáreas.....	41
Figura 2 Análisis multitemporal del año 1961	42
Figura 3 Análisis multitemporal del año 1988.....	43
Figura 4 Análisis multitemporal del año 2002.....	44
Figura 5 Análisis multitemporal del año 2010.....	45
Figura 6 Análisis multitemporal del año 2024.....	46
Figura 7 Diagrama de transición de coberturas de 1961 a 2024.....	48
Figura 8 Diagrama Modelo de proyección de crecimiento urbanístico a partir del año 2025 hasta 2035.....	50
Figura 9 Tratamiento urbanístico vs cobertura urbanismo del año 2024.....	53
Figura 10 Distribución del uso del suelo por áreas de predio	55
Figura 11 Tratamiento Limites prediales según uso del suelo y ubicación en áreas de conservación ambiental	56

Resumen

Este estudio se realizó con el propósito de analizar el impacto del crecimiento urbanístico en los humedales y zonas verdes de la comuna 10 del municipio de Neiva, con el fin de generar evidencia técnica que contribuya a una planificación urbana más sostenible. La expansión desordenada del suelo urbano en esta zona ha generado transformaciones ambientales significativas, afectando coberturas naturales, cuerpos hídricos y áreas de conservación.

Se aplicó un enfoque metodológico cualitativo- cuantitativo descriptivo, basado en el análisis multitemporal de fotografías aéreas e imágenes satelitales (1961–2024), herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y revisión documental de instrumentos de planificación como el Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

Entre los hallazgos más relevantes, se identificó un aumento del área urbana de 0.89 ha en 1961 a 329.27 ha en 2024, con una reducción del 81.95 % en coberturas de pasto y del 38.79 % en áreas boscosas. Además, se registró una disminución del 82.34 % en la longitud de la quebrada La Barrialosa y la presencia de 1.779 predios residenciales ubicados en zonas de protección ambiental. El 26.7 % del urbanismo actual se encuentra sobre suelos clasificados como de conservación, lo cual representa una contradicción normativa significativa.

Se concluye que el crecimiento urbano en la comuna 10 ha superado los límites definidos por la planeación oficial, generando impactos ecológicos y conflictos de uso del suelo. Se propone actualizar los instrumentos de ordenamiento territorial, fortalecer el control ambiental y fomentar una gobernanza participativa para garantizar la sostenibilidad del desarrollo urbano.

Palabras clave: Crecimiento urbano, impacto ambiental, humedales, zonas verdes, SIG, planificación territorial

Abstract

This study was conducted to analyze the impact of urban growth on wetlands and green areas in Commune 10 of Neiva, aiming to generate technical evidence to support more sustainable urban planning. Unregulated land expansion in this area has caused significant environmental transformations, affecting natural land covers, water bodies, and conservation zones.

A qualitative-descriptive methodological approach was applied, based on multitemporal analysis of satellite imagery and Aerial photographs (1961–2024), Geographic Information Systems (GIS) tools, semi-structured interviews with local stakeholders, and documentary review of planning instruments such as the Territorial Ordering Plan (POT).

Key findings include an increase in urbanized area from 0.89 ha in 1961 to 329.27 ha in 2024, an 81.95% reduction in pasture cover, and a 38.79% loss in forested areas. Additionally, an 82.34% decrease was recorded in the length of the La Barrialosa stream, and 1,779 residential properties were identified within environmental protection zones. Moreover, 26.7% of the current urbanized area is located on land officially designated for conservation, highlighting a significant regulatory contradiction.

It is concluded that urban expansion in Commune 10 has exceeded the boundaries established by official planning, leading to ecological impacts and land-use conflicts. The study recommends updating territorial planning instruments, strengthening environmental oversight, and promoting participatory governance to ensure sustainable urban development.

Keywords: urban growth, environmental impact, Wetlands, Green areas o Green spaces, GIS, territorial planning.

Introducción

El crecimiento urbanístico desordenado es una de las principales amenazas para la sostenibilidad ambiental en las ciudades intermedias de Colombia. En el caso particular del municipio de Neiva, la comuna 10 ha sido escenario de un proceso acelerado de transformación territorial, caracterizado por la expansión de la mancha urbana sobre áreas ambientalmente sensibles como humedales, zonas verdes y corredores ecológicos. Este fenómeno ha generado impactos negativos tanto sobre el entorno natural como sobre la calidad de vida de sus habitantes, reflejándose en la pérdida de servicios ecosistémicos, el aumento de la vulnerabilidad frente a eventos climáticos y el deterioro de la conectividad ecológica (Fedele, 2021; IGAC, 2016).

Diversos estudios han documentado cómo la urbanización sin planificación ha generado procesos de fragmentación territorial, afectando la resiliencia de los ecosistemas urbanos y comprometiendo el equilibrio entre desarrollo y conservación (Iturraspe et al., 2021; Arteaga Huamán, 2023). En el caso de Neiva, la situación se agrava por la falta de actualización del Plan de Ordenamiento Territorial (POT), vigente desde 2009, el cual no responde a las dinámicas actuales de ocupación del suelo ni contempla de forma adecuada los criterios ambientales. A pesar de los intentos recientes por reformular este instrumento, no se han logrado consensos técnicos ni administrativos que permitan su adopción (CAM, 2023).

En este contexto, el uso de herramientas geoinformáticas y el análisis multitemporal mediante imágenes satelitales se plantea como una estrategia metodológica robusta para comprender la magnitud y la dinámica del cambio territorial. Estos enfoques permiten no solo cuantificar la transformación del paisaje urbano, sino también generar insumos técnicos que contribuyan a una planificación urbana más informada, participativa y sostenible.

La presente investigación se justifica por su aporte tanto teórico como práctico: en lo teórico, porque aporta al estudio de la relación entre crecimiento urbano y sostenibilidad ambiental en ciudades intermedias; en lo metodológico, por la integración de herramientas SIG, análisis multitemporal y validación participativa; y en lo práctico, por ofrecer insumos geospaciales útiles para la toma de decisiones en el ordenamiento territorial de la comuna 10

1. Planteamiento del problema

El crecimiento urbanístico acelerado en diversas regiones de Colombia ha generado impactos significativos en los ecosistemas naturales y en la calidad de vida de las comunidades. Este fenómeno se relaciona con procesos de urbanización desordenada, falta de planificación territorial integral y una débil implementación de políticas ambientales a nivel nacional. En este contexto, los ecosistemas estratégicos como los humedales enfrentan una creciente presión antropogénica, lo que compromete su capacidad de proveer servicios ecosistémicos esenciales y su conservación a largo plazo

En el municipio de Neiva, específicamente en la Comuna 10, se evidencia un proceso de expansión urbana acelerado que ha generado impactos ambientales significativos. El humedal El Chaparro o Los colores, que poseen un alto valor ecológico, hídrico y cultural, ha sufrido un progresivo deterioro debido a la ocupación del suelo sin criterios de sostenibilidad. A pesar de los lineamientos establecidos en el Plan de Desarrollo Local (PDL), la protección de estos ecosistemas ha sido insuficiente, lo que pone en evidencia la limitada articulación entre las políticas públicas y la gestión territorial efectiva.

A nivel comunitario, los habitantes de la Comuna 10 enfrentan consecuencias directas del deterioro ambiental, como la pérdida de espacios verdes, la disminución de recursos naturales, el aumento de la temperatura urbana y una mayor vulnerabilidad frente a fenómenos como inundaciones. Esta situación afecta la calidad de vida y el bienestar de la población, al tiempo que limita su participación en los procesos de toma de decisiones urbanas. En este escenario, el uso de herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se presenta como una alternativa clave para analizar el crecimiento urbano, identificar áreas de presión ambiental y proponer estrategias de planificación urbana sostenible.

1.1 Antecedentes

En las últimas décadas, las ciudades intermedias de Colombia han enfrentado un proceso de expansión urbana marcado por el crecimiento desordenado y la presión sobre los ecosistemas

naturales. Neiva, capital del departamento del Huila, no es ajena a esta situación. Específicamente, en la comuna 10, se han evidenciado transformaciones significativas del paisaje, producto de la urbanización progresiva sobre zonas ambientalmente sensibles como los humedales. Estas áreas, reconocidas por su valor ecológico, han sufrido un deterioro importante que compromete la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2016), el deterioro progresivo de áreas con alto valor ecológico en Colombia ha generado una pérdida significativa de biodiversidad y servicios ecosistémicos, lo que representa una amenaza directa para la sostenibilidad ambiental de los territorios. Esta situación está estrechamente vinculada con procesos de ocupación del suelo no planificados y con una gestión territorial insuficiente, factores que favorecen la degradación de los ecosistemas y comprometen su funcionalidad a largo plazo.

La Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), a través del Plan de Manejo Ambiental del Humedal Los Colores (2019), identificó una reducción progresiva del área del humedal como resultado del crecimiento urbano no planificado. El trabajo investigativo señala que la expansión de la infraestructura vial, la ocupación informal del suelo y la falta de control sobre las actividades antrópicas han generado una presión significativa sobre este ecosistema estratégico, comprometiendo su funcionalidad ecológica y su capacidad de regulación hídrica.

A pesar de los esfuerzos institucionales por establecer medidas de protección y restauración, el ritmo acelerado de urbanización ha superado la capacidad de respuesta de las autoridades ambientales, lo que evidencia la necesidad de fortalecer los instrumentos de planificación territorial y monitoreo ambiental. La presión urbana sobre el humedal Los Colores, refleja una tendencia de deterioro ambiental que supera la capacidad institucional de respuesta, lo que evidencia la urgencia de fortalecer la planificación territorial y adoptar herramientas técnicas para monitorear y mitigar los impactos del crecimiento urbano.

Vivas y Peña (2023), proponen la implementación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) como una estrategia integral para conservar los humedales urbanos en Neiva, destacando el papel de la infraestructura verde en la mitigación de los efectos del crecimiento

urbano descontrolado. Esta propuesta se fundamenta en un enfoque holístico que considera criterios ambientales, sociales y económicos para seleccionar tecnologías sostenibles. La investigación también resalta la necesidad de contar con herramientas técnicas que permitan visualizar y evaluar espacialmente las intervenciones urbanas. En este sentido, el desarrollo de una base de datos espacial y un geo visor interactivo, como se plantea en el objetivo específico de esta investigación, se alinea directamente con las recomendaciones de Vivas y Peña. Estas herramientas no solo facilitan la interpretación de los impactos ambientales, sino que también fortalecen la toma de decisiones y la formulación de estrategias de conservación basadas en evidencia geoespacial. Este antecedente muestra que la integración de tecnologías geoinformáticas en la planificación urbana es clave para mitigar los impactos ambientales, especialmente en ecosistemas vulnerables como los humedales urbanos.

García y Urrea (2022) trabajaron en el desarrollo e implementación de una base de datos espacial y un geovisor web para la visualización de contenidos temáticos, con el fin de facilitar la visualización e interpretación de información geográfica temática. Utilizando herramientas como QGIS, OpenLayers y Leaflet, el proyecto permitió representar dinámicas territoriales de forma interactiva, promoviendo el acceso abierto a datos espaciales y fortaleciendo la toma de decisiones en contextos institucionales. El estudio permite la integración de bases de datos espaciales con geo visores interactivos como una estrategia efectiva para mejorar la gestión territorial, ya que permite visualizar de manera clara los cambios en el uso del suelo y facilita la formulación de estrategias de intervención ambiental.

El uso de herramientas geoinformáticas se ha consolidado como un recurso clave para monitorear el cambio en el uso del suelo. Siendo así; Maturana et al. (2021) aplicaron un enfoque de simulación espacial en la ciudad de Temuco, Chile, utilizando herramientas como cadenas de Markov, autómatas celulares y evaluación multicriterio, integradas a Sistemas de Información Geográfica (SIG). Esta metodología permitió identificar patrones de expansión urbana desde 1985 y proyectar escenarios hasta 2049, revelando tendencias de crecimiento periférico y consolidación urbana. A partir de estos resultados, los autores propusieron estrategias de gestión territorial basadas en evidencia espacial, destacando la necesidad de instrumentos actualizados para la planificación urbana. Este estudio demuestra que el uso de herramientas de análisis espacial

permite identificar con precisión los patrones de expansión urbana y proyectar escenarios futuros, lo que facilita la formulación de estrategias de gestión territorial basadas en evidencia. Esta experiencia refuerza la importancia de integrar tecnologías geoespaciales en la planificación urbana para anticipar impactos ambientales y orientar el desarrollo de manera sostenible.

El estudio de Betancourt, Camargo y Beltrán (2019) analiza la relación entre la dinámica demográfica y el crecimiento urbanístico en áreas metropolitanas de Colombia, diferenciando entre zonas formales e informales. Los autores evidencian que el crecimiento poblacional, junto con procesos de ocupación desordenada del suelo, ha impulsado una expansión urbana que afecta directamente ecosistemas estratégicos y coberturas naturales. En este contexto, el objetivo de estructurar una base de datos espacial y desarrollar un geovisor cobra relevancia, ya que estas herramientas permiten visualizar y analizar espacialmente los patrones de crecimiento urbano, identificar zonas de presión ambiental y proponer estrategias de mitigación basadas en evidencia. El trabajo de Betancourt et al. refuerza la necesidad de integrar enfoques geoespaciales en la planificación urbana para prevenir y mitigar los impactos del crecimiento urbano sobre el medio ambiente.

Carrillo y Choquehuanca (2019) desarrollaron un exhaustivo análisis multitemporal del crecimiento urbano en la ciudad de Puno, Perú, utilizando imágenes satelitales Landsat 2, 5 y 8 correspondientes a los años 1980, 1991, 2003, 2010 y 2017. El estudio aplicó un proceso de clasificación supervisada para diferenciar las coberturas, acompañado de una evaluación de precisión mediante el coeficiente Kappa, que presentó valores entre 0,87 y 0,99, lo que respalda la confiabilidad de los resultados. Se identificó una tasa promedio de expansión urbana de 31,06 hectáreas por año, reflejando una transformación acelerada de la morfología urbana en menos de cuatro décadas. Esta información permitió a los autores proponer lineamientos para el ordenamiento territorial, enfatizando la importancia del monitoreo continuo con teledetección para prever los patrones futuros de crecimiento.

Barón y Ruiz (2023) aplicaron técnicas de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG) para examinar la dinámica urbana de los municipios de Fonseca y Barrancas, en el departamento de La Guajira, Colombia. Se utilizaron imágenes Landsat correspondientes a los

años 1985, 2000, 2014 y 2021, procesadas mediante clasificación supervisada y análisis de cambio de coberturas. Los resultados evidenciaron una marcada expansión de las áreas urbanizadas, con un crecimiento acelerado en las últimas dos décadas, asociado a transformaciones en el uso y ocupación del suelo. El estudio resaltó cómo las series temporales permiten no solo detectar la magnitud del cambio, sino también comprender los procesos territoriales que lo impulsan, contribuyendo a la formulación de estrategias de planificación más efectivas.

Acevedo y Saldarriaga (2022) evaluaron la expansión urbana de Bogotá D.C. en un periodo de 18 años, comprendido entre 2000 y 2018, mediante el uso de imágenes Landsat 5, 7 y 8. El análisis se basó en la metodología CORINE Land Cover, complementada con correcciones atmosféricas para mejorar la calidad de la clasificación. Los resultados revelaron transformaciones significativas en la cobertura del suelo, principalmente hacia la periferia de la ciudad, con un proceso de conurbación hacia municipios aledaños. Esta tendencia estuvo vinculada al desarrollo de grandes obras de infraestructura y a la presión por nuevos espacios habitacionales. El estudio demostró la utilidad del análisis multitemporal como herramienta para anticipar escenarios de ocupación y evaluar la eficacia de los instrumentos de planificación vigentes.

En el ámbito ambiental, Pedraza García (2013) realizó un estudio sobre el impacto de la urbanización campestre en la cuenca media-baja del río Teusacá, Colombia. Utilizando una combinación de análisis cartográfico y monitoreo de campo, identificó alteraciones en la hidrología local, incremento de la escorrentía superficial, cambios en la calidad físico-química del agua y pérdida significativa de cobertura vegetal. Estos efectos se vincularon a un crecimiento urbano sin medidas de mitigación adecuadas, generando un aumento en los riesgos de erosión y disminución de la capacidad de regulación hídrica de la cuenca. Los resultados subrayan la necesidad de integrar evaluaciones ambientales continuas en los procesos de expansión urbana.

Silva Vásquez (2023) analizó la relación entre la expansión urbana y la degradación de recursos naturales en ciudades intermedias de América Latina, evidenciando la reducción de áreas verdes y cuerpos de agua, el aumento de superficies impermeables y la pérdida de servicios ecosistémicos a lo largo del periodo 1990-2020 mediante análisis multitemporal de imágenes satelitales Landsat. Estos hallazgos ponen de manifiesto cómo el crecimiento urbano, cuando no

se gestiona de manera planificada, puede generar consecuencias ambientales significativas que afectan tanto la calidad de vida de la población como la capacidad de los ecosistemas para sostener funciones esenciales. Frente a esta problemática, Huamán Vela (2021) propone un modelo de planificación urbana basado en el uso de sistemas de información geográfica (SIG) y análisis multitemporal, enfocado en optimizar la ocupación del territorio, identificar áreas prioritarias para la conservación y establecer zonas de expansión controlada. Este enfoque busca minimizar los impactos ambientales derivados del desarrollo urbano, promoviendo un crecimiento ordenado, sostenible y resiliente, en el que la expansión de las ciudades se articule de manera equilibrada con la protección de los recursos naturales.

Un trabajo de grado de la Universidad Militar Nueva Granada (Tibaquirá & Castro, 2016) realizó un análisis multitemporal del crecimiento urbano en Ibagué entre 1987 y 2015. Utilizando herramientas de teledetección e imágenes satelitales, los autores identificaron las áreas de expansión y cuantificaron los cambios en los usos del suelo, evidenciando una progresiva transformación del suelo agrícola y rural en áreas urbanas

Análisis en humedales urbanos: Un estudio enfocado en el Humedal de la Vaca en Bogotá (UMNG, 2022) utilizó un análisis multitemporal para evaluar la pérdida de cobertura vegetal y el impacto de la urbanización sobre este ecosistema entre 1988 y 2018. El análisis demostró que la expansión urbana descontrolada ha fragmentado el humedal y ha reducido significativamente su extensión, afectando su capacidad para regular el ciclo hídrico y sostener la biodiversidad

Efectos en la calidad del agua en Neiva: Una investigación de la Universidad Javeriana (Rangel et al., 2023) se centró en los humedales urbanos de Neiva y su relación con los sistemas de drenaje sostenible. Aunque no es un estudio puramente multitemporal, resalta la importancia de la geoinformática para analizar cómo el desarrollo urbano y la falta de infraestructura de saneamiento afectan la calidad del agua en los humedales locales. El estudio sugiere que la planificación debe priorizar soluciones que integren la conservación de estos ecosistemas para mitigar la contaminación

Planificación en Cantón Santiago de Píllaro, Ecuador: Un análisis multitemporal en este cantón (Dialnet, 2024) utilizó datos demográficos y geográficos para estudiar el crecimiento de los centros poblados rurales entre 2010 y 2020. El estudio concluyó que la planificación territorial debe considerar el aumento de la población en zonas rurales para evitar la urbanización descontrolada y garantizar el acceso a servicios básicos, demostrando cómo la información temporal es vital para una gestión más precisa y proactiva del suelo

Caso de Madrid, Cundinamarca: El estudio de la Universidad Distrital (2022) sobre el municipio de Madrid, Cundinamarca, analizó la expansión urbana y sus cambios de uso del suelo entre 1977 y 2020. Mediante la clasificación supervisada de imágenes satelitales, se mostró que el crecimiento poblacional influye directamente en la pérdida de terrenos agrícolas. La investigación enfatiza que la valorización del suelo debe ser un factor clave en los planes de desarrollo municipales para lograr una expansión urbana sostenible

Finalmente, el Ayuntamiento de Torrelavega, España, integró en su Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) un enfoque de regeneración sostenible que prioriza la contención del crecimiento disperso, el fortalecimiento de la movilidad sostenible y la conservación de la conectividad ecológica (Cadena SER, 2025). Este modelo de planificación combina el análisis territorial, la proyección de necesidades habitacionales y la protección de áreas naturales, evidenciando que la incorporación de criterios ambientales y de evaluación multitemporal en la planificación urbana es fundamental para garantizar un desarrollo equilibrado y resiliente.

La revisión de estos antecedentes pone de manifiesto la urgencia de realizar un análisis multitemporal sobre el crecimiento urbano en la comuna 10 de Neiva. Aunque existen estudios previos que han documentado los efectos ambientales de la expansión urbana, aún persiste un vacío significativo en investigaciones que integren de manera sistemática el uso de herramientas geoespaciales para caracterizar y monitorear con precisión los cambios en la cobertura y el uso del suelo a lo largo del tiempo. Este tipo de análisis permitiría no solo identificar patrones de transformación territorial, sino también generar insumos técnicos confiables que respalden la planificación territorial, fortalezcan el monitoreo ambiental y orienten la implementación de estrategias de conservación y mitigación de impactos en ecosistemas estratégicos, como los

humedales urbanos. La incorporación de tecnologías geoinformáticas y análisis multitemporal se presenta, por tanto, como un recurso clave para anticipar tendencias, prevenir la degradación ambiental y promover un desarrollo urbano más equilibrado con el entorno natural.

Antecedentes Complementarios

El estudio del crecimiento urbano y sus impactos ambientales ha evolucionado en las últimas décadas hacia la incorporación de metodologías basadas en el análisis multitemporal, con el fin de identificar patrones de transformación territorial y proyectar escenarios futuros. Estos enfoques permiten superar las limitaciones de estudios puntuales, ofreciendo una visión más integral sobre la dinámica del cambio de uso del suelo y sus repercusiones en la sostenibilidad ambiental.

1. Análisis multitemporal del crecimiento urbano

Diversas investigaciones han demostrado la utilidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la teledetección en el monitoreo de la expansión urbana. A través del uso de imágenes satelitales multitemporales —como Landsat, Sentinel y Spot—, se han logrado identificar procesos de consolidación urbana, expansión periférica y pérdida de cobertura vegetal en ciudades intermedias y capitales regionales de América Latina.

En Colombia, estudios realizados en Bogotá, Medellín y Cali evidencian que el crecimiento urbano se ha caracterizado por una tendencia a la ocupación de áreas ambientalmente sensibles, generando procesos de fragmentación del paisaje y afectaciones en la conectividad ecológica. De igual forma, investigaciones en ciudades intermedias como Manizales y Villavicencio han permitido resaltar la importancia de aplicar modelos de simulación espacial (autómatas celulares, cadenas de Markov y análisis multicriterio), los cuales permiten no solo evaluar cambios pasados, sino también proyectar escenarios de expansión hasta mediados del siglo XXI. Estos antecedentes muestran que el análisis multitemporal es una herramienta esencial para entender la evolución de los territorios urbanos y anticipar sus impactos.

2. Impacto ambiental asociado al crecimiento urbano

El crecimiento urbano descontrolado no solo transforma el paisaje físico, sino que también genera impactos ambientales significativos. La literatura científica ha documentado cómo la urbanización afecta la biodiversidad, incrementa los niveles de contaminación atmosférica y del

recurso hídrico, y reduce la disponibilidad de servicios ecosistémicos fundamentales como la regulación hídrica, la retención de carbono y la mitigación de inundaciones.

En particular, la presión sobre humedales urbanos se ha identificado como una problemática crítica. Estudios en ciudades como Bogotá, Montería y Bucaramanga han señalado la disminución de áreas de humedal debido a la expansión de la infraestructura vial, la ocupación informal del suelo y la falta de control sobre actividades antrópicas. Estos resultados se conectan directamente con la situación del humedal Los Colores en Neiva, donde la reducción progresiva del área refleja una tendencia nacional y regional de deterioro ambiental que compromete tanto la funcionalidad ecológica como la calidad de vida urbana.

3. Planificación urbana y gestión territorial con SIG

La planificación urbana contemporánea ha incorporado cada vez más el uso de tecnologías geoespaciales para orientar el desarrollo territorial. Experiencias en América Latina demuestran que la integración de bases de datos espaciales, geo visores interactivos y modelos de simulación urbana son herramientas clave para la formulación de políticas públicas más efectivas.

Por ejemplo, en Santiago de Chile y Quito se han implementado plataformas de visualización espacial que permiten monitorear los cambios de uso del suelo en tiempo real y apoyar la formulación de planes de ordenamiento territorial. En Colombia, proyectos piloto en Medellín y Cali han demostrado que la utilización de geo visores interactivos facilita la participación ciudadana y mejora la transparencia en la toma de decisiones sobre el territorio. Estas experiencias evidencian que el uso de herramientas geoinformáticas no solo fortalece la gestión institucional, sino que también promueve la construcción de ciudades más sostenibles e inclusivas.

Vacío de conocimiento y pertinencia del presente proyecto

Aunque existen avances significativos en la aplicación de análisis multitemporales, estudios de impacto ambiental y experiencias de planificación urbana asistida por SIG, se observa una brecha importante en contextos específicos como la ciudad de Neiva. Particularmente en la comuna 10 y en el humedal Los Colores, no se cuenta con investigaciones que integren de manera sistemática el análisis multitemporal, la evaluación ambiental y el desarrollo de herramientas geoespaciales interactivas para la gestión territorial.

En este sentido, el presente proyecto se constituye como una propuesta innovadora, al combinar la construcción de una base de datos espacial con el desarrollo de un geo visor que permita visualizar los cambios en el uso del suelo, identificar las zonas de presión ambiental y facilitar la formulación de estrategias de conservación y mitigación basadas en evidencia geoespacial. Además, la integración de estas herramientas con procesos participativos representa un aporte adicional que fortalece la legitimidad social de la planificación urbana y ambiental.

2. Justificación

El acelerado crecimiento urbanístico en la Comuna 10 del municipio de Neiva ha generado una transformación significativa del paisaje urbano y natural, afectando directamente ecosistemas estratégicos como los humedales. Estos cuerpos de agua cumplen funciones esenciales en la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades locales, además de poseer un alto valor ecológico y cultural.

La expansión urbana desordenada, producto de una débil planificación territorial y una limitada aplicación de normativas ambientales, ha intensificado la presión sobre estos ecosistemas, provocando la pérdida de servicios ecosistémicos, el aumento de la temperatura urbana, la reducción de espacios verdes y una mayor vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos. Esta situación afecta directamente la calidad de vida de los habitantes y evidencia la necesidad de contar con herramientas técnicas que permitan comprender la dinámica del crecimiento urbano y sus impactos ambientales.

En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se presentan como una herramienta clave para realizar análisis espaciales y multitemporales que faciliten la identificación de patrones de ocupación del suelo, zonas de mayor presión ambiental y áreas prioritarias para la conservación. La investigación propone, entre sus objetivos específicos, analizar y depurar la información cartográfica disponible, identificar coberturas afectadas mediante imágenes satelitales y verificación en campo, y estructurar una base de datos espacial que se integre a un geovisor interactivo.

Este estudio es relevante porque generará evidencia técnica actualizada sobre el impacto del crecimiento urbano en la Comuna 10, lo que permitirá formular estrategias concretas para mitigar sus efectos negativos y fomentar una planificación urbana más sostenible. Los resultados beneficiarán a la comunidad al contribuir a la protección del entorno natural y reducir su vulnerabilidad ambiental, mediante la identificación de áreas críticas para la conservación, el desarrollo de herramientas geoespaciales accesibles y la promoción de una gestión urbana más articulada y resiliente.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Analizar el impacto del crecimiento urbanístico sobre humedales y zonas verdes en la comuna 10, usando herramientas geoinformáticas.

3.2 Objetivos específicos

- Analizar y depurar la información cartográfica y geográfica disponible, identificando coberturas, usos del suelo y condiciones iniciales del territorio.
- Identificar y evaluar las coberturas afectadas por el crecimiento urbano en la comuna 10 de Neiva, mediante imágenes satelitales, herramientas geoinformáticas y verificación en campo.
- Estructurar una base de datos espacial y desarrollar un geovisor que permita visualizar los resultados, proponiendo estrategias para mitigar los impactos ambientales del crecimiento urbanístico.

4. Marco teórico

El presente marco teórico expone los fundamentos conceptuales, técnicos y normativos que sustentan la investigación sobre el crecimiento urbanístico y su impacto ambiental en la Comuna 10 de Neiva, a partir del uso de herramientas geoinformáticas y análisis multitemporal. Se abordan definiciones clave relacionadas con el crecimiento y la expansión urbana, el impacto ambiental y las tecnologías geoespaciales, con el fin de proporcionar el soporte necesario para la interpretación de resultados y el diseño metodológico.

4.1 Crecimiento y expansión Urbana

“El crecimiento urbano es un proceso complejo que implica la expansión física de las ciudades, el aumento de la densidad poblacional y la transformación del uso del suelo, generalmente impulsado por factores económicos, sociales y políticos. Este fenómeno puede desarrollarse de manera planificada o informal, generando impactos significativos en la estructura territorial y en el medio ambiente” (Gómez López, 2002). En Colombia, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2021) advierte que muchas ciudades intermedias, como Neiva, presentan urbanización desordenada, fragmentación del paisaje y ocupación de áreas ambientalmente sensibles como rondas hídricas y humedales. Estas problemáticas, agravadas por la desactualización de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), dificultan una gestión sostenible del territorio.

4.2 Geovisor

Según García y Urrea (2020), un geovisor es una herramienta web que permite la visualización de contenidos temáticos geográficos a partir de una base de datos espacial, integrando capas cartográficas en formatos como ESRI Shapefile o GeoJSON. Esta herramienta facilita la consulta interactiva de información geográfica, apoyando procesos de análisis espacial y toma de decisiones en diversos contextos investigativos. En el contexto de esta investigación, el uso de un geovisor se justifica como una estrategia metodológica para integrar datos geográficos y temáticos, permitiendo una comprensión más profunda del fenómeno estudiado desde una perspectiva territorial.

4.3 Humedales

“Los humedales son zonas donde el agua es el principal factor que determina el entorno y la vida vegetal y animal asociada. Incluyen extensiones de marismas, pantanos, turberas o superficies cubiertas de agua, sean naturales o artificiales, permanentes o temporales, dulces, salobres o saladas” (Secretaría de la Convención Ramsar, 2006). Esta definición resalta la diversidad y funcionalidad de los humedales como ecosistemas clave para el equilibrio ambiental. Su reconocimiento como áreas reguladas por la presencia del agua subraya su importancia ecológica y la necesidad de conservarlos frente a las presiones del desarrollo urbano.

4.4 Impacto Ambiental

“El impacto ambiental puede definirse como la alteración o modificación del ambiente o entorno, producida por el efecto de actividades antrópicas. Este impacto se mide como la diferencia entre la evolución de un factor ambiental en ausencia de la actividad causante y la que se tendría en presencia de esta” (Gómez, 2003). Esta definición permite comprender el impacto ambiental como una alteración medible del entorno causada por actividades humanas, lo que resalta la importancia de evaluar y anticipar estos efectos para una adecuada gestión ambiental y territorial.

4.5 Herramientas geoinformáticas

4.5.1 Teledetección

La teledetección es una técnica basada en la adquisición remota de información sobre la superficie terrestre mediante sensores instalados en satélites, que permite obtener datos espectrales, espaciales y temporales del territorio (Chuvieco, 2016). Junto con los Sistemas de Información Geográfica (SIG), constituye una herramienta poderosa para el monitoreo, análisis y visualización de los cambios en el uso y cobertura del suelo.

4.5.2 Análisis multitemporal

El análisis multitemporal, aplicado a imágenes de satélites como Landsat y Sentinel-2, permite comparar escenarios espaciales de diferentes periodos, identificar tendencias de transformación del paisaje y evaluar los impactos del crecimiento urbano (Congedo, 2021). Este tipo de análisis es fundamental para la gestión ambiental y territorial basada en evidencia.

4.5.3 Sistemas de información geográfica (SIG)

El uso de SIG y teledetección en estudios urbanos ha permitido identificar contradicciones entre la expansión real y las normas del POT, mapear conflictos socioambientales y proponer estrategias de mitigación (Rodríguez & Sánchez, 2020; Romero et al., 2022). Estas herramientas son especialmente valiosas en contextos donde la información oficial es escasa o desactualizada.

4.6 Zonas Verdes

“Las zonas verdes urbanas son espacios abiertos cubiertos de vegetación, diseñados o conservados dentro del entorno urbano, que proporcionan beneficios ecológicos, estéticos, recreativos y de salud a la población. Su presencia contribuye al equilibrio ambiental, la calidad del aire, la regulación térmica y el bienestar físico y psicológico de los habitantes” (Flores-Xolocotzi, 2017). El autor destaca que las zonas verdes no solo cumplen una función estética o recreativa, sino que son elementos esenciales para el equilibrio ambiental y el bienestar urbano. Su conservación y adecuada planificación son fundamentales para mitigar los efectos negativos del crecimiento urbano desordenado.

4.7 Enfoque Ecosistémico Y Resiliencia Socioecológica

El enfoque ecosistémico promueve la gestión integral de los ecosistemas para garantizar la provisión de servicios como la regulación hídrica y el mantenimiento de la biodiversidad (MEA, 2005). La resiliencia socioecológica, entendida como la capacidad de los sistemas humanos y naturales para adaptarse, resistir y recuperarse ante perturbaciones (Folke, 2006), orienta la necesidad de mantener y restaurar infraestructuras verdes y humedales. En esta investigación, ambos conceptos guían la interpretación de los resultados del análisis multitemporal para evaluar la capacidad adaptativa del territorio frente a la presión urbana.

4.8 Marco Normativo

El marco normativo establece las disposiciones legales y políticas que regulan la conservación de ecosistemas estratégicos, el ordenamiento territorial y el desarrollo urbano sostenible. En el contexto de esta investigación, resulta fundamental identificar la normativa que orienta la protección de humedales y zonas verdes, así como las herramientas de planificación que

guían el crecimiento urbano de Neiva. Las leyes y políticas aquí descritas sirven de sustento jurídico para analizar el impacto ambiental del crecimiento urbanístico en la Comuna 10 y proponer estrategias acordes con la regulación vigente.

4.8.1 Normativa Internacional

Convención de Ramsar (1971): Tratado internacional para la conservación y uso racional de los humedales, ratificado por Colombia mediante la Ley 357 de 1997. Establece compromisos de protección, monitoreo y uso sostenible de estos ecosistemas (Ramsar, 2013), relevante para la protección de humedales urbanos de Neiva.

4.8.2 Normativa Nacional

- **Ley 99 de 1993:** Crea el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y establece principios de gestión ambiental, incorporando la obligación de proteger ecosistemas estratégicos como humedales y zonas verdes en el marco del desarrollo sostenible (Congreso de Colombia, 1993), fundamento legal para la gestión ambiental en la Comuna 10.
- **Ley 388 de 1997:** Regula el ordenamiento territorial en Colombia y define los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) como herramientas para planificar el uso del suelo, la expansión urbana y la protección ambiental (Congreso de Colombia, 1997), herramienta clave para contrastar la planificación con la expansión real detectada por SIG y teledetección.
- **Política Nacional de Humedales Interiores:** Establece lineamientos técnicos y estratégicos para la conservación, manejo y uso sostenible de humedales en el territorio nacional (Ministerio de Ambiente, 2002), aplicables a los identificados en el área de estudio.
- **Decreto 1640 de 2012:** Regula la administración del recurso hídrico, la protección de rondas hídricas y humedales, e integra estos criterios en los instrumentos de ordenamiento territorial (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012),
- **Resolución 157 de 2004:** Define criterios técnicos para el inventario, delimitación y manejo de humedales interiores (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004).

4.8.3 Normativa Local

- **Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Neiva:** Instrumento que define las directrices para la organización del territorio municipal, estableciendo zonas de protección ambiental, áreas de expansión urbana y criterios para la preservación de humedales y zonas verdes (Alcaldía de Neiva, 2022), base para el análisis comparativo con los resultados del análisis multitemporal.
- **Acuerdos municipales y reglamentaciones urbanísticas:** Normas locales que complementan la política nacional, adaptando la gestión ambiental y urbana a las condiciones particulares de Neiva y sus comunas (Concejo Municipal de Neiva, 2022).

4.9 Relación Con Los Objetivos De Investigación

Este marco teórico proporciona la base conceptual y técnica para responder al objetivo general de analizar el impacto del crecimiento urbano sobre humedales y zonas verdes en la Comuna 10 de Neiva. La integración de sostenibilidad, gestión ecosistémica, resiliencia socioecológica y herramientas geoinformáticas orienta tanto el diseño metodológico como la interpretación de resultados, asegurando un análisis basado en evidencia espacial y temporal.

5. Metodología

5.1 Enfoque Metodológico

La investigación adopta un enfoque mixto cuali-cuantitativo, que integra herramientas de análisis estadístico con procesos de interpretación geográfica. Este enfoque resulta pertinente para el estudio del crecimiento urbanístico y sus efectos ambientales, ya que permite tanto la cuantificación objetiva de las transformaciones territoriales como la interpretación cualitativa de la información cartográfica y documental.

Según Sánchez Flores (2019), los enfoques cualitativo y cuantitativo representan dos perspectivas complementarias en la investigación científica. Mientras el enfoque cuantitativo se orienta a la medición objetiva de variables y a la generalización de resultados, el enfoque cualitativo busca comprender los significados, percepciones y contextos desde una mirada interpretativa. La integración de ambos enfoques permite superar las limitaciones que presentan por separado y fortalecer la validez de los hallazgos.

En este estudio, se utilizarán técnicas cuantitativas como el análisis estadístico de datos geoespaciales y el procesamiento de imágenes satelitales, junto con técnicas cualitativas como la interpretación de mapas temáticos y revisión documental. Esta combinación metodológica facilitará una aproximación más profunda y contextualizada al problema de investigación, permitiendo identificar patrones y relaciones espaciales. Este enfoque resulta adecuado para el análisis del impacto ambiental del crecimiento urbanístico por medio del Sistema de Información Geográfica en la comuna 10 del municipio de Neiva, debido a que posibilita un acercamiento contextualizado al fenómeno, permitiendo integrar múltiples perspectivas ambientales y geográficas para reforzar la comprensión del problema.

El diseño metodológico se estructura de manera lógica, interiorizando los procedimientos y estrategias que garantizarán la validez y confiabilidad de los resultados puestos en análisis; para abordar los objetivos específicos, se implementarán técnicas de recolección de información acordes a la naturaleza del estudio; estas técnicas se aplicarán de manera secuencial y articulada,

permitiendo recoger datos importantes de la comuna 10, y lograr sistematizarlos, analizarlos y triangularlos para obtener conclusiones de acuerdo a la realidad presentada.

En relación con el primer objetivo específico, “analizar y depurar la información cartográfica y geográfica disponible, identificando coberturas, usos del suelo y condiciones iniciales del territorio”, se aplicará una estrategia metodológica de enfoque mixto. Se integrarán técnicas de análisis estadístico (cuantitativo) para procesar y representar datos geospaciales vinculados a las coberturas y usos del suelo, junto con análisis de contenido (cualitativo) para interpretar documentos técnicos, normativos y cartográficos. Esta combinación permitirá no solo cuantificar las transformaciones territoriales, sino también comprender sus implicaciones ambientales dentro del contexto del crecimiento urbanístico.

Para el segundo objetivo específico, orientado a identificar las principales coberturas ambientales afectadas por el crecimiento urbano, se empleará un Sistema de Información Geográfica (SIG). Esta herramienta permitirá analizar de manera cualitativa y cuantitativa fotografías aéreas e imágenes satelitales de la comuna 10, correspondientes al período 1961-2024, con el fin de detectar y describir los cambios en las coberturas del suelo y en las áreas naturales. El análisis facilitará la visualización de la transformación del territorio y la documentación de la pérdida de ecosistemas, como los humedales El Chaparro o Los Colores. Las imágenes serán obtenidas de fuentes oficiales, como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y plataformas satelitales reconocidas de acceso público. En el caso de SASPlanet, este se empleará únicamente como herramienta de visualización y descarga de imágenes provenientes de dichas fuentes oficiales. Posteriormente, todo el material será procesado mediante herramientas de SIG para un análisis detallado.

En cuanto al tercer objetivo específico, que consiste en estructurar una base de datos espacial y desarrollar un geovisor que permita visualizar los resultados, proponiendo estrategias para mitigar los impactos ambientales del crecimiento urbanístico, se empleará una metodología de enfoque cuali-cuantitativo. Para ello, se realizará un análisis documental orientado a la revisión y evaluación de normativas, planes de ordenamiento territorial y políticas públicas relacionadas con el crecimiento urbano en el municipio de Neiva. Entre los documentos a analizar se incluyen

el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), acuerdos municipales y los informes técnicos emitidos por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM).

Asimismo, se implementará la técnica de triangulación de la información, que permitirá integrar los datos obtenidos a través del análisis espacial en Sistemas de Información Geográfica (SIG) con la interpretación cualitativa del análisis documental. Esta estrategia metodológica facilitará la validación cruzada de los hallazgos, fortaleciendo la solidez de las conclusiones. Como señalan Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la triangulación es un recurso clave en la investigación cualitativa, ya que refuerza la credibilidad de los resultados al combinar múltiples fuentes y perspectivas de análisis.

El análisis de los datos se realizará mediante un proceso de codificación y categorización, que permitirá identificar patrones, tendencias y relaciones entre las variables estudiadas; este procedimiento será complementado con la interpretación crítica de los resultados, vinculándolos con el marco teórico y los antecedentes del problema. Los hallazgos se presentarán de manera clara y sistemática, utilizando herramientas visuales como mapas, gráficos y matrices para facilitar su comprensión.

En síntesis, el diseño metodológico de esta investigación proporcionará una estructura para abordar el problema planteado, integrando técnicas cualitativas y cuantitativas que garantizaran un análisis riguroso. Este enfoque permitirá responder a los objetivos específicos, y de igual manera generar conocimiento importante y proponer soluciones prácticas para mitigar los impactos del crecimiento urbanístico en la comuna 10 del municipio de Neiva.

5.2 Tipo de Estudio

La presente investigación se enmarca en un estudio descriptivo, el cual, según Hernández et al. (2018), se orienta a la caracterización de fenómenos, eventos o territorios en circunstancias específicas, buscando detallar sus propiedades, características y comportamientos. Este tipo de estudio es pertinente para analizar el impacto ambiental del crecimiento urbanístico en la comuna 10 del municipio de Neiva, ya que permite identificar y describir de manera sistemática las transformaciones territoriales y sus efectos sobre el entorno natural.

El carácter descriptivo se refleja en cada uno de los objetivos específicos de la investigación:

- Para el primer objetivo específico, que consiste en analizar y depurar la información cartográfica y geográfica disponible, el estudio descriptivo se enfoca en organizar y caracterizar las coberturas, los usos del suelo y las condiciones iniciales del territorio. La descripción detallada de esta información permitirá establecer una línea base clara del estado actual de la comuna 10, fundamental para reconocer las transformaciones urbanísticas en el tiempo.
- En el segundo objetivo específico, orientado a identificar y evaluar las coberturas ambientales afectadas por el crecimiento urbano, el estudio descriptivo adquiere un papel central al emplear imágenes satelitales y herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). A través de la representación visual y cartográfica, se describirán los cambios en áreas verdes y humedales, evidenciando las dinámicas de ocupación del suelo y sus implicaciones en términos de pérdida de cobertura natural y presión sobre los ecosistemas.
- En el tercer objetivo específico, que plantea estructurar una base de datos espacial y desarrollar un geovisor, el estudio descriptivo se manifiesta en la organización, sistematización y representación de la información territorial. La base de datos permitirá clasificar y detallar las transformaciones identificadas, mientras que el geovisor servirá como herramienta de consulta y análisis para visualizar de manera clara los impactos ambientales. Además, este producto facilitará la descripción de las zonas más afectadas y aportará insumos para proponer estrategias de mitigación frente al crecimiento urbano desordenado.

En síntesis, la investigación corresponde a un estudio descriptivo con enfoque geoespacial y ambiental, que combina análisis documental, cartográfico y multitemporal de imágenes satelitales. Este enfoque permite caracterizar con precisión los procesos de expansión urbana y sus repercusiones sobre humedales y zonas verdes en la comuna 10 de Neiva, aportando bases técnicas y visuales para una planificación urbana más responsable y sostenible.

5.3 Procedimientos

El desarrollo de la investigación se estructuró en fases secuenciales y articuladas, con el fin de garantizar la coherencia metodológica y el cumplimiento de los objetivos específicos:

5.3.1 Fase 1. Recopilación y depuración de información cartográfica y geográfica

La fase inicial de la investigación se orientó a la construcción de una base cartográfica y geográfica confiable, insumo esencial para llevar a cabo el análisis multitemporal del crecimiento urbano en la comuna 10. Como punto de partida, se consultó el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Neiva, cuya información se encontraba únicamente en formato PDF, sin disponibilidad de bases de datos geoespaciales en formatos como GDB ni de archivos vectoriales directamente utilizables. Debido a esta limitación, fue necesario digitalizar y georreferenciar los mapas incluidos en los documentos del POT con el fin de integrarlos al entorno SIG y conformar una línea base inicial para el estudio.

Posteriormente, se realizaron solicitudes al Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) con el fin de obtener fotografías aéreas que complementaran la información cartográfica disponible (**Tabla 1**). Paralelamente, se descargaron imágenes satelitales de diferentes fuentes: Landsat 7 y Landsat 8 a través del portal del USGS, y PlanetScope mediante plataformas de acceso académico. No obstante, se presentaron limitaciones técnicas en el uso de estas imágenes. En el caso de Landsat 7 y 8, la resolución espacial resultó demasiado baja para la escala de detalle requerida en la delimitación de la comuna 10, lo que dificultó la identificación precisa de coberturas y usos del suelo.

En cuanto a PlanetScope, aunque sus imágenes ofrecen una mayor resolución espacial, no fue posible utilizarlas en el análisis final debido a fallas técnicas en la banda 4. Inicialmente, se aplicó un tratamiento de corrección eliminando los píxeles afectados mediante la asignación de valores no data, con el fin de depurar la imagen y reducir los vacíos. Sin embargo, al realizar la clasificación supervisada persistieron errores significativos, generando huecos y distorsiones en las coberturas, lo que impedía obtener resultados confiables. Por esta razón, fue necesario descartar

dichas imágenes y recurrir al uso de SASPlanet como herramienta de apoyo, la cual permitió la visualización y descarga de imágenes provenientes de fuentes oficiales, ajustadas posteriormente al área de estudio para continuar con el análisis.

Tabla 1

Fotografías y línea de vuelo

Línea de vuelo	Año	Fotografías	Total	Cámara distancia focal (F=mm)	Escala media
C 2520	1993	193-192-191-190-212-213-214-215-231-230-229-228	12	153	1:49850

Fuente. (Elaboración propia).

5.3.2 Fase 2. Identificación y análisis multitemporal de coberturas ambientales afectadas

La segunda fase se centró en el análisis multitemporal de las coberturas del suelo y de las dinámicas del crecimiento urbano en la comuna 10 de Neiva, con el propósito de identificar los cambios territoriales ocurridos en el periodo 1960-2024. Para ello, se utilizaron diferentes insumos de acuerdo con la disponibilidad de información para cada año de análisis: en 1960 y 1988 se trabajó con fotografías aéreas obtenidas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), mientras que para 2002, 2010 y 2024 se emplearon imágenes satelitales descargadas y ajustadas al área de estudio.

Todos los insumos fueron estandarizados en un mismo sistema de referencia espacial, transformándolos al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS Origen Nacional, con el fin de garantizar la compatibilidad y precisión en los procesos de superposición, análisis y comparación multitemporal dentro del entorno SIG.

Dado que las imágenes provenientes de PlanetScope y de los satélites Landsat 7 y 8 no pudieron emplearse en el análisis (por los factores técnicos mencionados en la fase anterior), la clasificación de coberturas no se realizó de manera automática mediante algoritmos de clasificación

supervisada. En su lugar, se optó por un proceso manual de digitalización en entorno SIG. Para las fotografías aéreas, la delimitación de coberturas se llevó a cabo a partir de contrastes en la escala de grises y cambios de tono que permitieron diferenciar áreas urbanizadas, pastos, coberturas boscosas y cuerpos de agua. En el caso de las imágenes satelitales, la digitalización se fundamentó en criterios de interpretación visual, teniendo en cuenta aspectos como el tono y color (para distinguir, por ejemplo, zonas verdes de urbanizadas), la textura (suavidad en áreas de pastos frente a rugosidad en coberturas boscosas) y los patrones espaciales (formas geométricas regulares asociadas a urbanización versus formas irregulares en áreas naturales).

Una vez construidas las coberturas para cada año de referencia, se efectuó la comparación multitemporal entre los cinco periodos seleccionados, lo que permitió reconocer patrones de expansión urbana y pérdida de áreas naturales, en particular en humedales como Los Colores. El análisis incluyó la cuantificación de superficies transformadas y la identificación de zonas críticas de presión antrópica. Estos resultados se obtuvieron a partir del procesamiento estadístico espacial realizado con la herramienta Focal Statistics de NRGIS Pro en ArcGIS Pro 3.4, lo que permitió obtener una caracterización más precisa de los cambios territoriales y reforzar la validez de los hallazgos.

Finalmente, y con el propósito de reforzar la interpretación de los hallazgos, se procedió a la digitalización de los mapas contenidos en los documentos PDF del Plan de Ordenamiento Territorial (POT). Esta información fue contrastada con los resultados obtenidos a partir de las imágenes satelitales y las fotografías aéreas, lo que permitió realizar un cruce de información. Dicho cruce facilitó identificar coincidencias y discrepancias entre la planificación territorial oficial y las transformaciones detectadas en el análisis multitemporal, aportando un sustento más sólido para la interpretación final de los resultados.

Todo este procesamiento y digitalización se llevó a cabo utilizando herramientas como ArcGIS Pro 3.4, QGIS y AutoCAD, lo que garantizó un manejo integral y eficiente de la información cartográfica y satelital.

5.3.3 Estructuración de base de datos espacial y desarrollo del geovisor

La tercera y última fase de la investigación consistió en la integración de los insumos procesados y la construcción de una herramienta geoinformática que permitiera visualizar los resultados de manera clara y accesible. Para ello, se diseñó una base de datos espacial en la cual se organizaron las coberturas obtenidas para los diferentes periodos de análisis (1960, 1988, 2002, 2010 y 2024), junto con la información proveniente del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y de los documentos técnicos revisados. Esta estructuración en una Geodatabase garantizó un manejo ordenado y coherente de la información, facilitando la consulta y el análisis comparativo dentro del entorno SIG.

Posteriormente, se procedió al diseño y desarrollo de un **geovisor interactivo** como instrumento de apoyo para la gestión y planificación territorial de la comuna 10. Este se realizó en la plataforma **ArcGIS Online**, a la cual se incorporaron específicamente las capas de coberturas generadas en el análisis multitemporal y las capas digitalizadas del POT, con el propósito de ofrecer una visualización más clara y comparativa de la información. De esta manera, el geovisor permitió representar la expansión urbana, la transformación de coberturas y la relación con la planeación oficial, a través de un formato dinámico y de fácil acceso.

Aunque el geovisor no incluyó todas las capas derivadas de los procesos intermedios de análisis, su estructura fue pensada como un espacio de consulta pública que integrara la información más relevante y representativa para la interpretación de los resultados. Así, esta herramienta se consolidó como un aporte práctico de la investigación, orientado a fortalecer la comprensión de los cambios territoriales y a facilitar la toma de decisiones hacia una planificación urbana más responsable en la comuna 10 de Neiva.

Tabla 2 *Estepas de La Investigación*

Fase	Descripción de las actividades	Técnicas/Instrumentos utilizados	Productos esperados
Planeación	Definición de objetivos específicos, selección de técnicas (análisis geoespaciales SIG, análisis documental), diseño del cronograma y estructuración metodológica mixta.	Plan de trabajo, herramientas SIG, matriz de análisis documental.	Plan metodológico detallado, cronograma de actividades y estructura de abordaje por objetivos.
Recolección de información	Procesamientos de imagenes satelitales para conocer e interpretar impactos negativos del crecimiento urbanístico. Análisis SIG para identificar cambios en coberturas ambientales; revisión documental de políticas públicas.	Cameras, software SIG, documentos oficiales, normativas urbanas.	Datos cualitativos sobre impactos sociales, mapas de transformación territorial, información normativa organizada por categorías.
Análisis de datos	Codificación y categorización de datos; análisis cualitativo y generación de gráficos y mapas.	Software de análisis cualitativo, programas de visualización gráfica.	Resultados categorizados, gráficos y mapas que evidencien los cambios en la comuna 10.

Triangulación y síntesis	Integración de Matriz de hallazgos de SIG y documentos; validación cruzada para establecer relaciones entre crecimiento urbano, impactos ambientales; formulación de estrategias de mitigación	de triangulación, análisis comparativo cualitativo, geo visor interactivo de Informe consolidado con análisis integral, estrategias de mitigación y visualización espacial de impactos
Presentación de resultados	Redacción del Editor de texto, programas de diseño gráfico, software SIG, plataforma de geo visor para facilitar la interpretación; presentación de conclusiones y recomendaciones para el ordenamiento territorial sostenible	Documento final de investigación, geo visor interactivo, propuestas estratégicas para mitigar impactos del crecimiento urbano en la comuna 10.

Fuente. (Elaboración propia).

6. Resultados

En esta sección se presentan los principales hallazgos obtenidos a partir del análisis geoespacial realizado en la Comuna 10 del municipio de Neiva, con el objetivo de evaluar el crecimiento urbanístico entre los años 1961-2024. Los resultados se derivan de la interpretación de imágenes satelitales y fotografías aéreas multitemporales, el procesamiento en sistemas de información geográfica (SIG) y la superposición con información del POT.

6.1 Resultados multitemporales

El análisis multitemporal se realizó a partir del procesamiento de fotografías aéreas correspondientes a los años 1961 y 1988, así como de imágenes satelitales de los años 2002, 2010 y 2024.

Las fotografías aéreas fueron obtenidas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y se encontraban libres de errores y deformaciones, por lo que el único tratamiento aplicado fue la transformación al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS Origen Nacional. En cuanto a las imágenes satelitales, estas fueron descargadas a través del programa gratuito SAS.Planet, que permite visualizar y obtener imágenes de alta resolución provenientes de diversas fuentes como Google Maps, Bing Maps, Yandex, entre otras. A estas imágenes únicamente se les aplicó el cambio de proyección al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS Origen Nacional. La interpretación se llevó a cabo de manera visual, mediante la digitalización manual de polígonos en el software ArcGIS Pro, con base en la identificación de diferencias en tono, color y textura.

Para dar inicio al análisis multitemporal, se tomó como base la delimitación de la Comuna 10 del municipio de Neiva (500.86 hectáreas), a partir de la información cartográfica del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del año 2009. Esta delimitación fue digitalizada utilizando el sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS / Colombia Bogotá y posteriormente transformada al sistema de coordenadas oficial MAGNA-SIRGAS Origen Nacional, con el fin de garantizar la compatibilidad espacial con el resto de la información geográfica utilizada en el estudio.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis realizado, así como una proyección del crecimiento urbano estimado para el año 2035.

6.1.1 Cambios en las coberturas por año

El análisis multitemporal de coberturas del suelo realizado para los años 1961, 1988, 2002, 2010 y 2024 permitió identificar transformaciones significativas en el uso del territorio en la comuna. Se clasificaron cuatro tipos de cobertura predominantes: laguna, bosque, pasto y urbanismo.

En la **Tabla 2**. Se resumen los resultados del análisis de cambio de coberturas, expresando las áreas correspondientes a cada año, la diferencia neta en hectáreas (ha) y el porcentaje de cambio acumulado durante todo el periodo de estudio. Los datos indican que la cobertura urbana incrementó de 0.89 hectáreas a 329.27 hectáreas entre 1961 y 2024, siendo el cambio más significativo. Por el contrario, las coberturas de bosque y pasto presentaron disminuciones importantes del 38.79% y 81.95%, respectivamente

Tabla 3
Resultados de los cambios de coberturas entre 1961 - 2024

Tipo de cobertura	Año	Año	Año	Año	Año	Diferencia (ha)	% Cambio
	1961	1988	2002	2010	2024		
	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)		
Laguna	0	0	0.73	0.52	0.57	-0.16	21.92
Bosque	187.69	120.36	114.60	105.87	114.89	-72.80	38.79
Pasto	312.36	285.69	210.99	179.75	56.37	-255.99	81.95
Urbanismo	0.89	94.87	174.70	214.68	329.27	328.38	36896.63

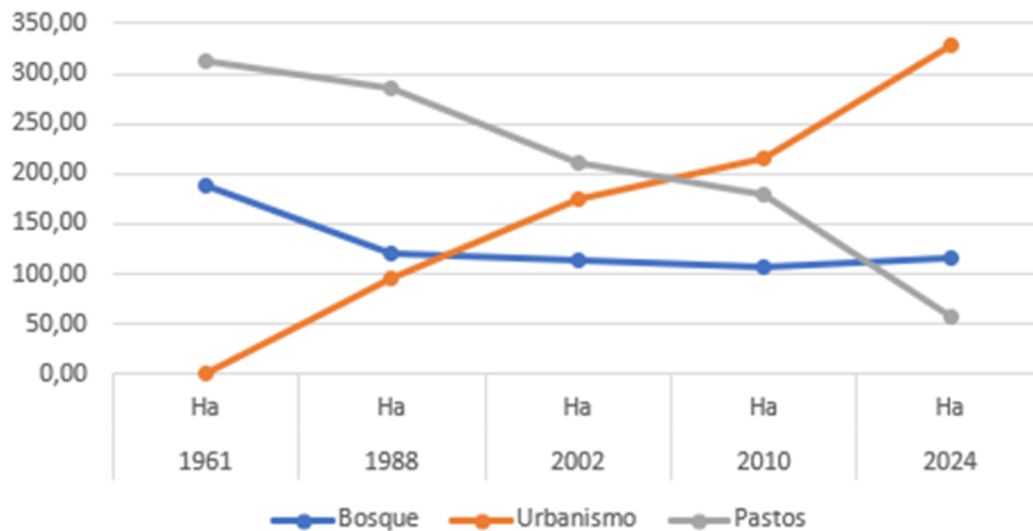
Fuente. (Elaboración propia).

El comportamiento de los cambios en las coberturas de uso del suelo durante los períodos analizado se presenta en la **Figura 1**. La línea de color naranja, correspondiente a la cobertura

urbana, evidencia un comportamiento creciente a lo largo de los años. La línea azul, que representa la cobertura de bosque, muestra una disminución entre 1961 y 1988, manteniéndose relativamente estable entre 1988 y 2010, con un leve aumento hacia el año 2024. Por su parte, la cobertura de pastos, representada en gris, presenta una tendencia marcadamente decreciente desde 1961.

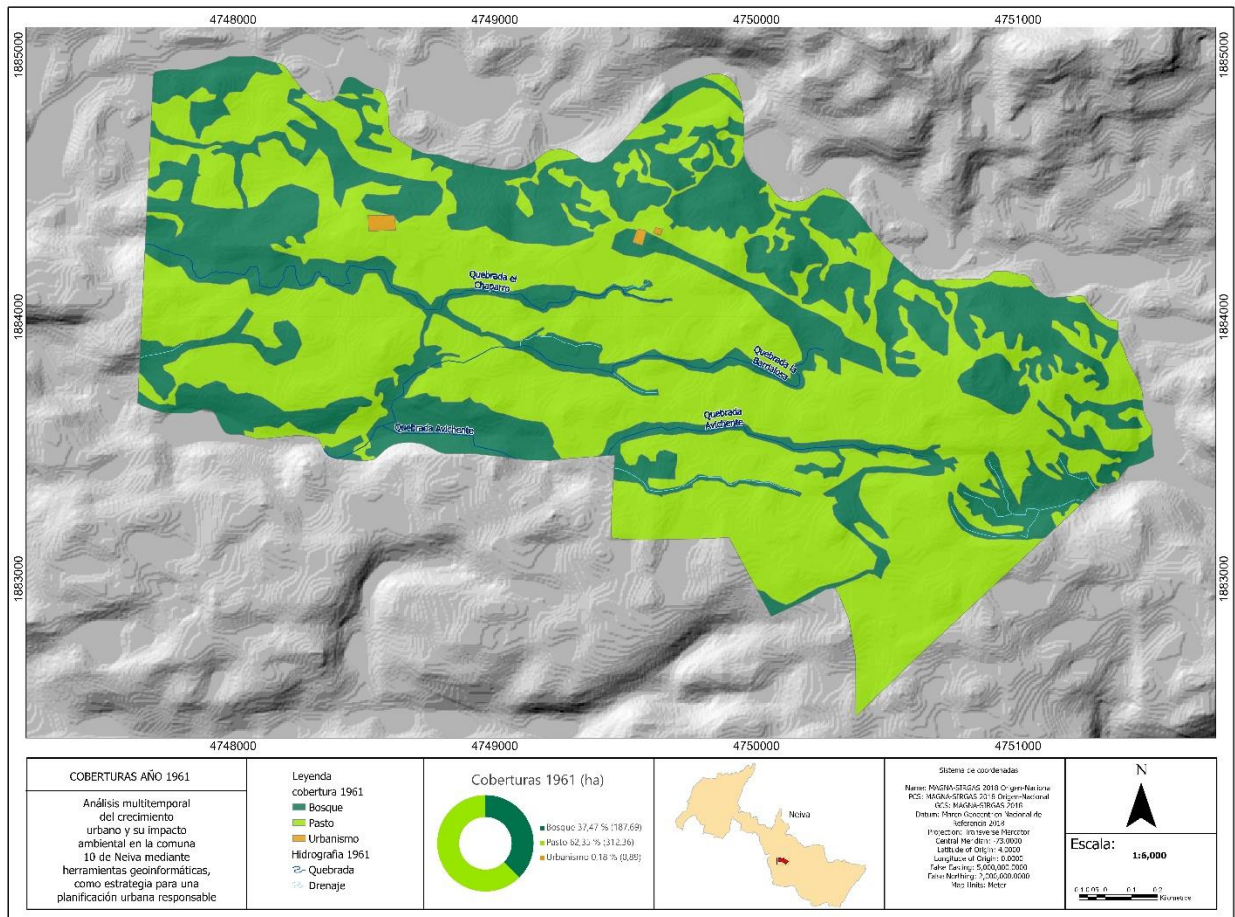
Figura 1

Comportamiento de las coberturas desde el año 1961 hasta 2024 en hectáreas

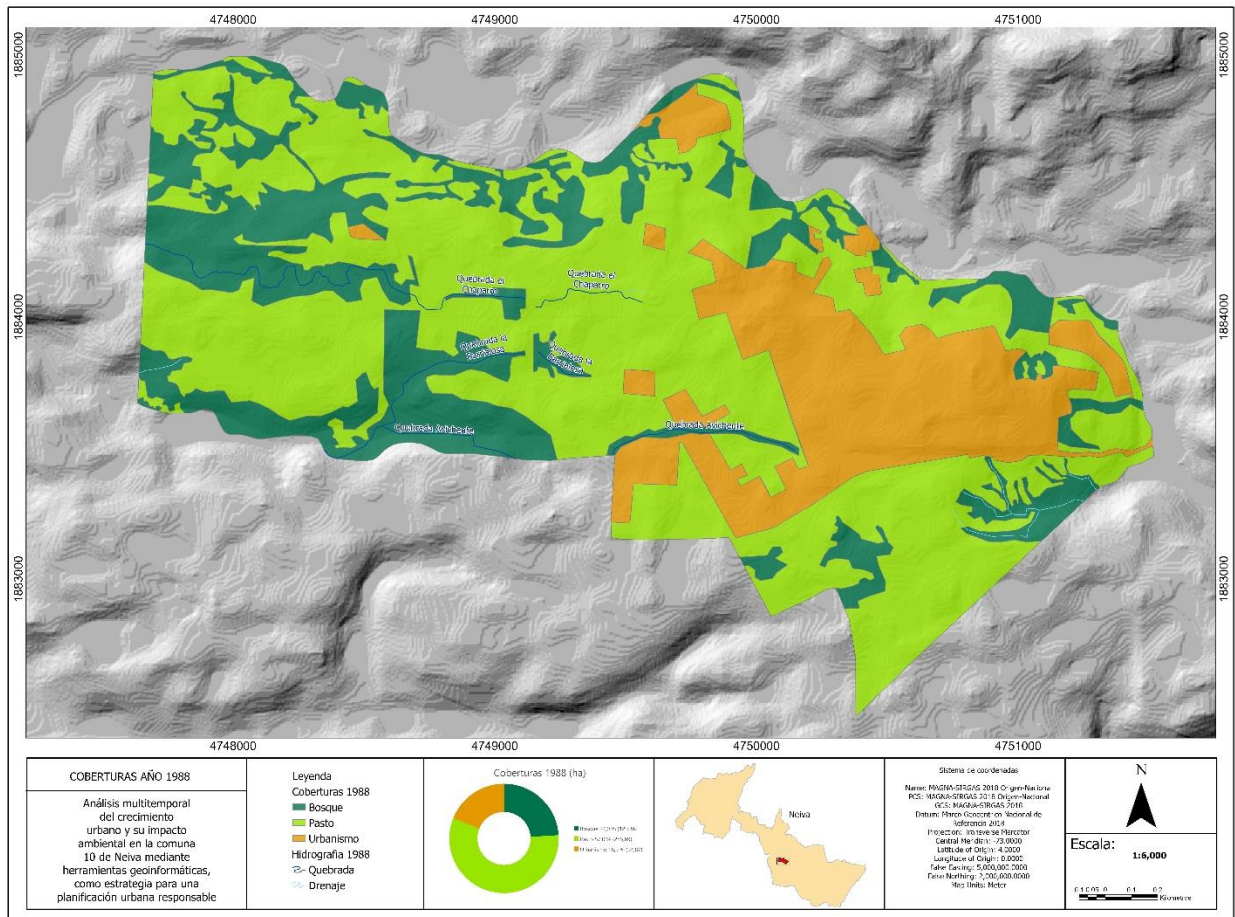


Nota. Elaboración propia

Durante el año 1961, la Comuna 10 presenta una estructura territorial dominada por coberturas rurales y vegetación natural, con una presencia urbana prácticamente inexistente. El mapa correspondiente a este periodo, presentado en la **Figura 2**, permite visualizar la distribución espacial de dichas coberturas, sirviendo como punto de referencia para el análisis multitemporal del proceso de transformación del paisaje en las décadas siguientes.

Figura 2*Análisis multitemporal del año 1961**Nota. Elaboración propia*

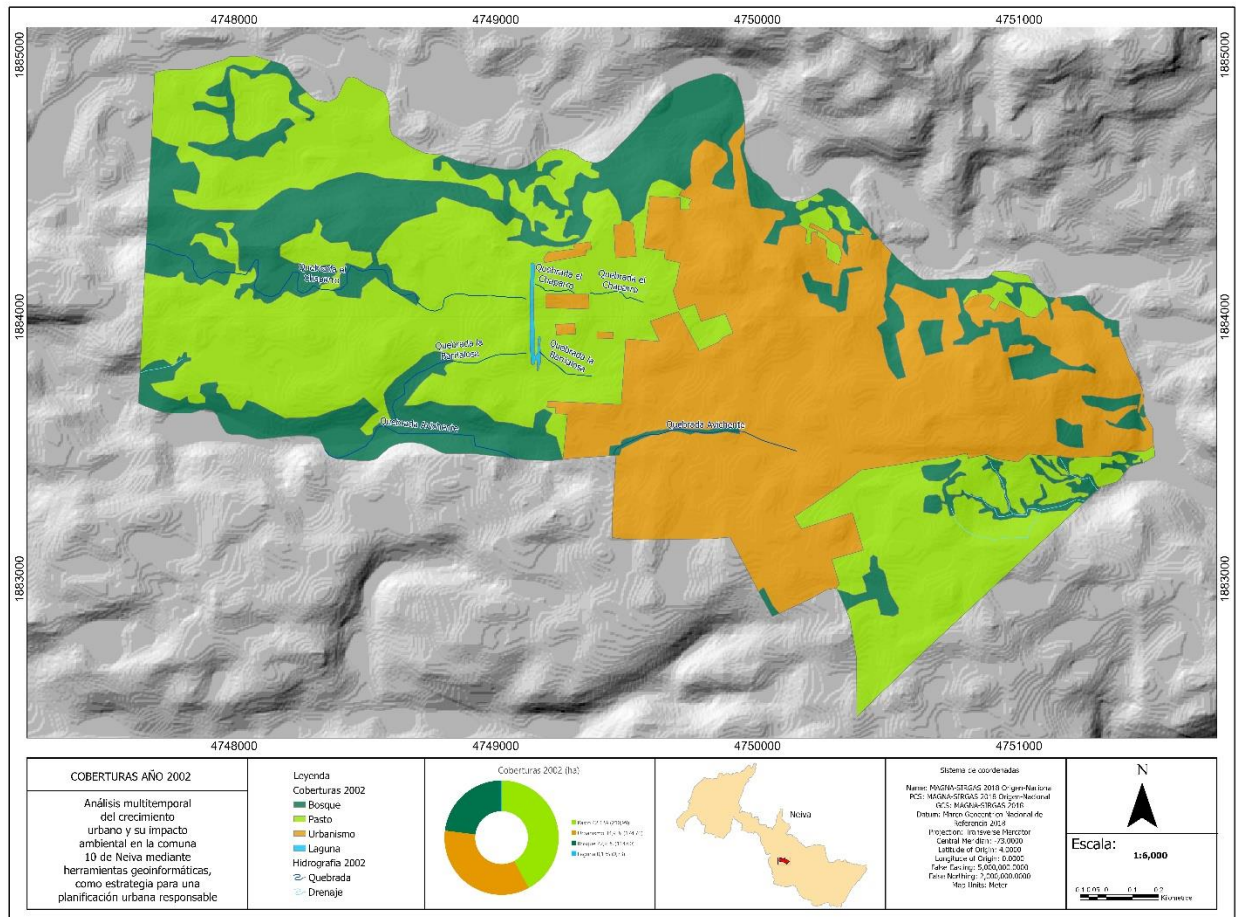
La **Figura 3** presenta la distribución espacial de las coberturas correspondientes al año 1988. Se observa un notable aumento del área ocupada por la cobertura urbana, representada en color naranja, especialmente en el sector oriental del territorio. Al comparar esta expansión con la observada en 1961 (**Figura 2**), es evidente el crecimiento urbano ocurrido en un periodo de apenas 27 años.

Figura 3*Análisis multitemporal del año 1988*

Nota. Elaboración propia

La distribución de coberturas correspondiente al año 2002 (ver **Figura 4**), evidencia una marcada expansión de la cobertura urbana hacia el noreste de la comuna. Este avance, representado en color naranja, confirma la continuidad del proceso de crecimiento urbano observado en décadas anteriores. Asimismo, se identifica por primera vez la aparición de una laguna, ubicada en la zona central del mapa y representada en color azul, correspondiente a la laguna Los colores o también llamada Humedal Los colores, área de interés para este trabajo.

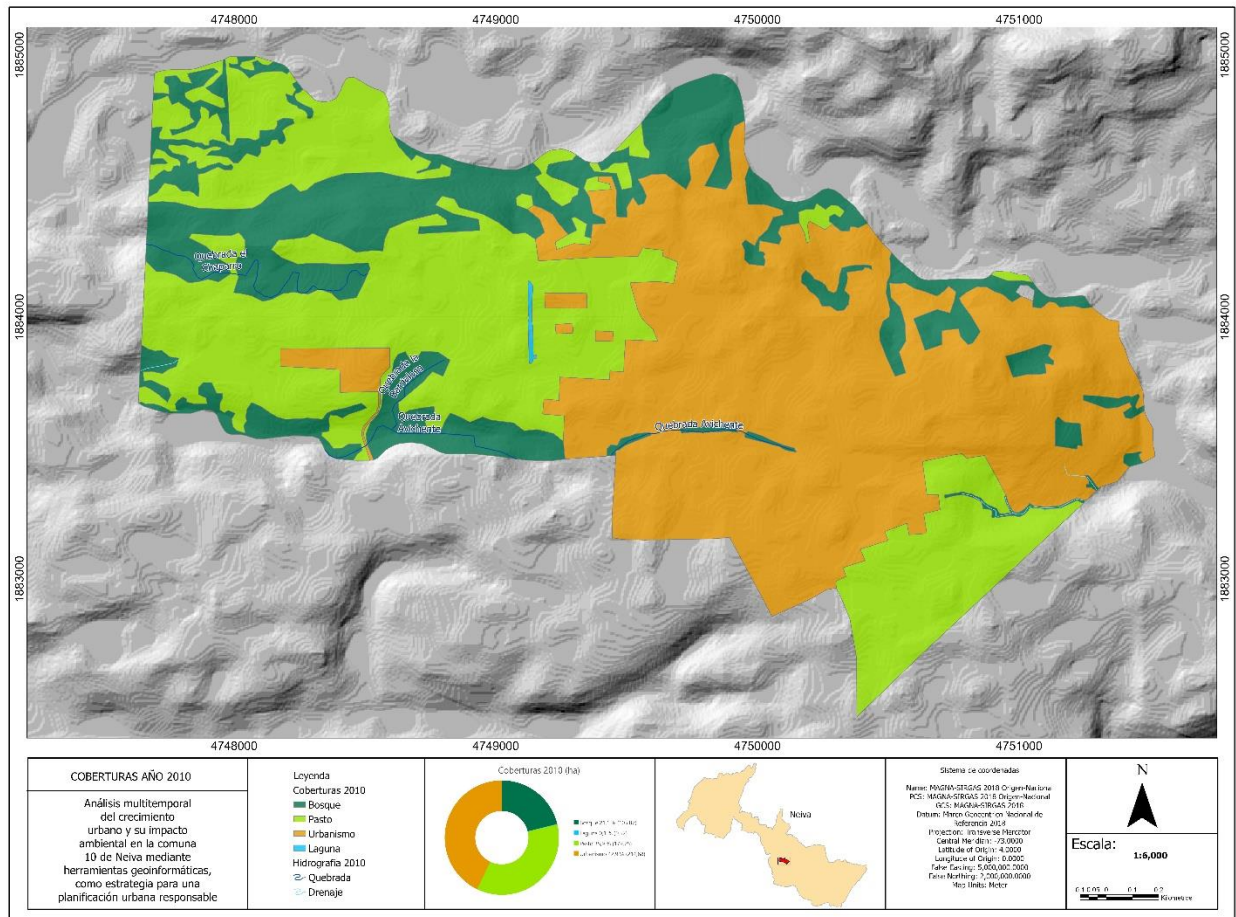
Figura 4
Análisis multitemporal del año 2002



Nota. Elaboración propia

El análisis de coberturas para el año 2010 muestra que la expansión urbana comienza a dirigirse hacia la parte occidental de la comuna, con una pérdida visible de polígonos verdes correspondientes a pastos y bosques (ver **Figura 5**).

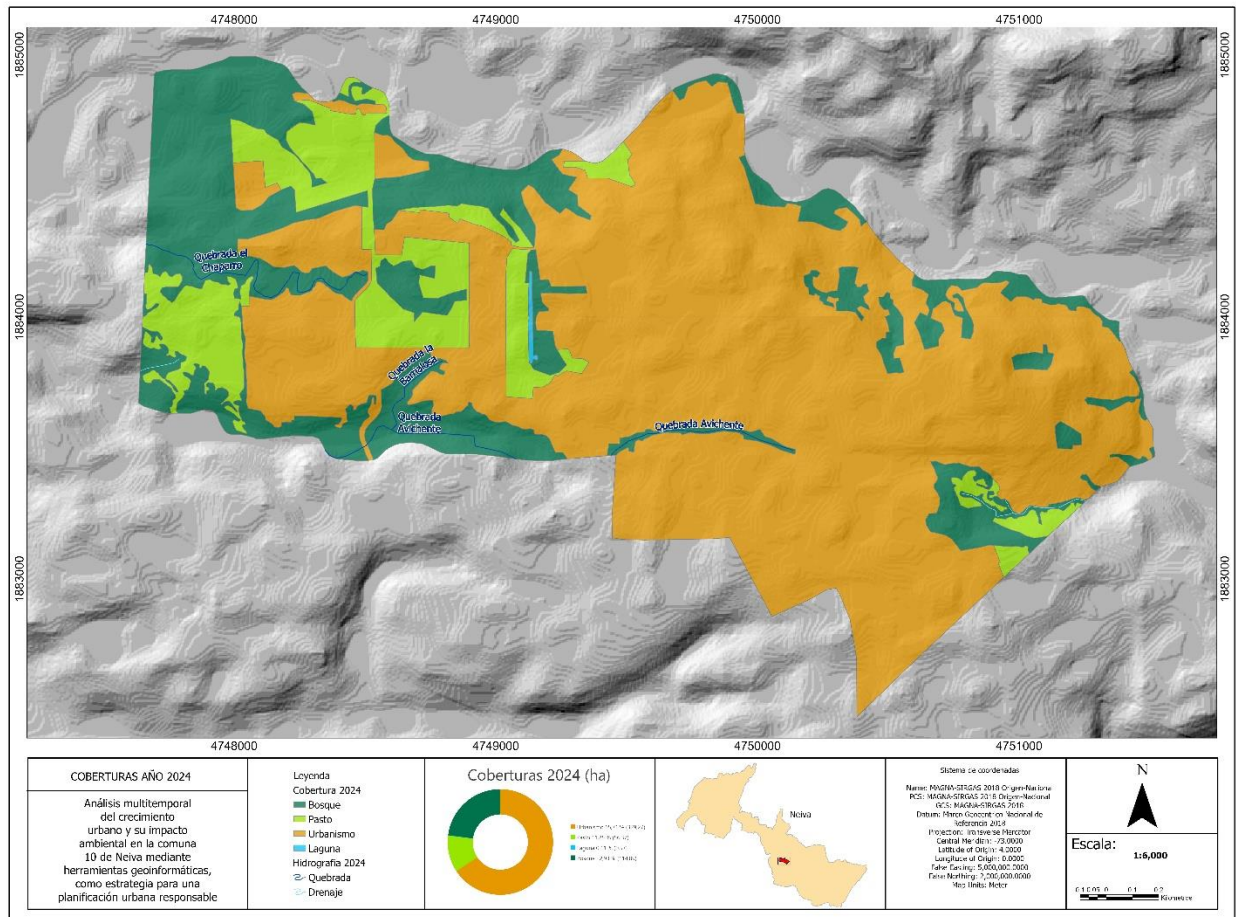
Figura 5
Análisis multitemporal del año 2010



Nota. Elaboración propia

Para el año 2024, año final del análisis es posible evidenciar en la **Figura 6** que la mayor parte del polígono de la comuna se encuentra dominado por el color naranja característico de la cobertura urbanismo y que los colores verdes han disminuido de manera progresiva con respecto a los años anteriores.

Figura 6
Análisis multitemporal del año 2024



Nota. Elaboración propia

6.1.2 cambios en la red hidrográfica

Se identificó una reducción progresiva en la longitud de las quebradas y drenajes secundarios de la comuna. La **Tabla 3** resume los cambios registrados para las fuentes hídricas principales. También se observó una disminución en la cantidad de drenajes visibles, pasando de 9 en 1961 a solo 3 en 2024.

Tabla 4
Resultados de la evolución de la red hidrográfica

Hidrografía	Año	Año	Año	Año	Año	Diferencia (ha)	% Cambio
	1961	1988	2002	2010	2024		
	Longitud (m)	Longitud (m)	Longitud (m)	Longitud (m)	Longitud (m)		
Quebrada la Barrialosa	2104.25	944.46	944.46	379.15	371.59	-1732.66	82.34
Quebrada el Chaparro	2758.79	2438.11	2911.19	1280.78	1291.77	-1467.02	53.18
Quebrada Avichente	2102.13	1589.98	1589.98	1581.37	1581.37	-520.76	24.77
Drenajes	2977.86	1697.88	1697.88	929.61	746.47	-2231.39	74.93
Cantidad de drenajes	9	6	6	4	3		

Fuente. (Elaboración propia).

6.1.3 Transición de Coberturas

El análisis comparativo de coberturas entre 1961 y 2024 permitió identificar los cambios de uso más significativos. La **Tabla 4** muestra las principales transiciones, junto con el área afectada y la tasa de cambio anual.

La transición predominante fue de pasto a urbanismo, lo cual confirma el patrón de conversión de suelos rurales a zonas urbanizadas **Figura 7**.

Tabla 5*Transiciones de cobertura desde el año 1961 a 2024*

Transición	Área (ha)	% Transición	Tasa anual (ha/año)
Bosque → Urbanismo	95.80	18.43%	1.52
Pasto → Urbanismo	232.84	44.80%	3.70
Bosque → Pasto	16.91	3.25%	0.27
Pasto → Bosque	39.77	7.65%	0.63
Bosque → Bosque	74.63	14.36%	1.18
Pasto → Pasto	39.33	7.57%	0.62
Urbanismo → Urbanismo	0.45	0.09%	0.01
Bosque → Laguna	0.26	0.05%	0.00
Pasto → Laguna	0.31	0.06%	0.00

*Fuente. (Elaboración propia).***Figura 7***Diagrama de transición de coberturas de 1961 a 2024**Fuente. (Elaboración propia).*

6.1.4 Modelo de proyección urbana

Con base en los datos históricos y la aplicación de un modelo polinómico de segundo grado, se proyectó el crecimiento urbano hasta el año 2035 (ver **Tabla 5**).

Tabla 6

Área urbana observada y proyectada

Año	Área urbana observada (ha)	Área urbana proyectada (ha)
1961	0.89	0.89
1988	94.87	94.21
2002	174.70	169.93
2010	214.68	221.65
2024	329.27	326.93
2025		335.17
2026		343.51
2027		351.94
2028		360.47
2029		369.10
2030		377.82
2031		386.63
2032		395.55
2033		404.55
2034		413.66
2035		422.86

Fuente. (Elaboración propia).

El modelo utilizado fue:

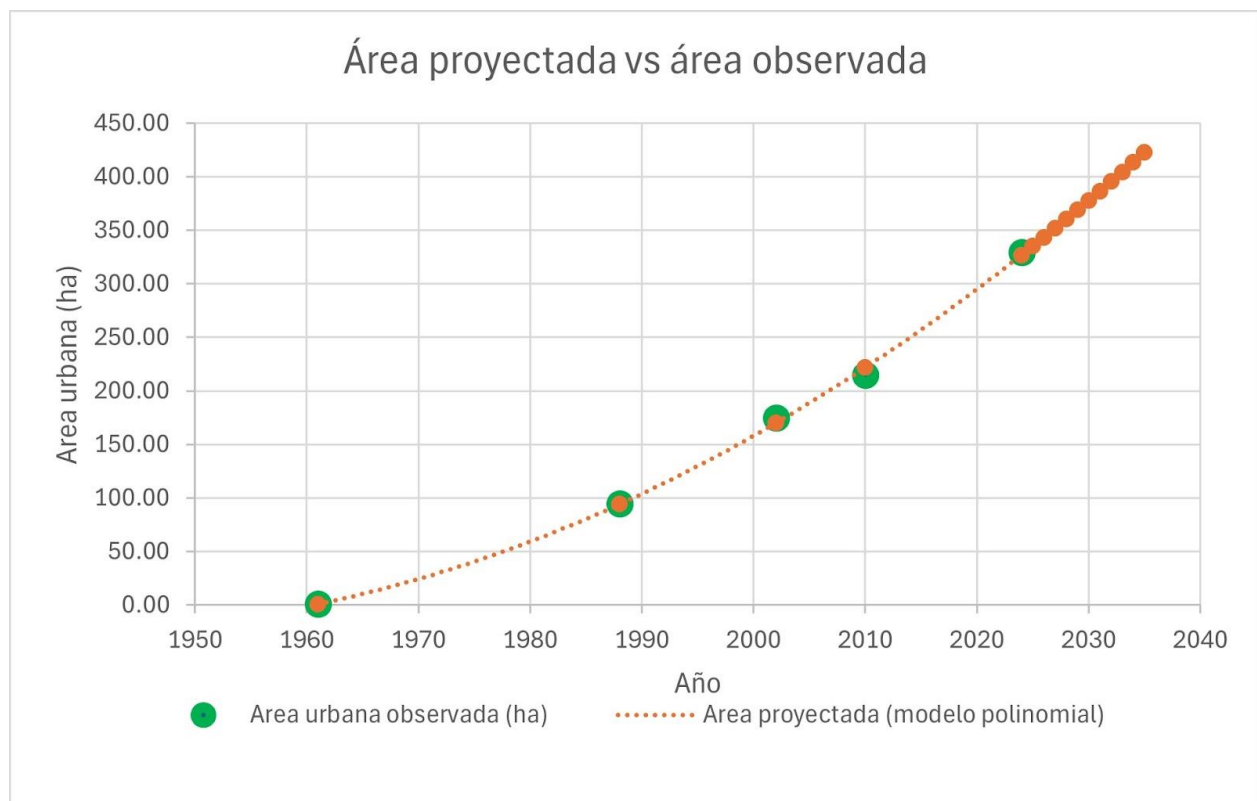
$$\text{Área urbana proyectada} = 0.048 x^2 + 2.1445 x + 1.3189$$

donde x es el número de años desde 1961. Este modelo mostró una alta precisión y permite prever un crecimiento continuo del área urbanizada, alcanzando las 422.86 ha en 2035, lo que equivale a un aumento del 25.74% respecto a 2025.

El comportamiento del crecimiento urbano proyectado hasta el año 2035 se representa en la **Figura 8**, donde se observa con claridad la curva ascendente del modelo polinomial. Esta tendencia refleja un incremento constante del área urbana a lo largo del tiempo, alineado con los valores observados en las décadas anteriores.

Figura 8

Diagrama Modelo de proyección de crecimiento urbanístico a partir del año 2025 hasta 2035



Nota. Elaboración propia

6.2 Resultados del análisis geoespacial frente a la información del POT

Los resultados del análisis multitemporal realizado para la comuna 10 permiten evidenciar la dinámica de crecimiento urbano hasta el año 2024. Esta información constituye la base para la comparación con las capas del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Neiva, correspondiente al año 2009, el cual continúa siendo el marco normativo vigente.

La capa de cobertura urbanismo del año 2024 es la única que se va a implementar para realizar la comparación con las capas del POT ya que nuestro interés es ver la influencia del crecimiento urbano en el territorio y su impacto ambiental en el humedal Los colores y zonas verdes o de conservación.

Las capas del POT fueron obtenidas de la Alcaldía de Neiva en formato PDF, algunas de ellas ya georreferenciadas en el sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS / Colombia Bogotá, mientras que otras no contaban con esta característica. Tras una revisión exhaustiva de la información suministrada, se seleccionó como referencia aquella que resulta fundamental para el desarrollo de este trabajo, incluyendo el tratamiento urbano, los límites prediales y el uso del suelo asignado a cada predio.

6.2.1 Tratamiento urbano

El tratamiento urbano contiene información sobre diversas zonas designadas bajo criterios específicos del ordenamiento territorial, tales como: zonas consolidadas (áreas adecuadas para urbanismo), zonas de parques (áreas verdes), tratamiento de consolidación (zonas destinadas a procesos de densificación), tratamiento de desarrollo (áreas proyectadas para expansión urbana) y tratamiento de conservación (sectores destinados a la protección ambiental). Esta información fue extraída de uno de los archivos PDF anteriormente mencionados, el cual no se encontraba georreferenciado. Por esta razón, el documento fue cargado inicialmente en AutoCAD para su georreferenciación y luego la digitalización vectorial se realizó en ArcGIS Pro. Finalmente, la capa fue transformada al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS Origen Nacional para su correspondiente análisis.

Al superponer la cobertura de urbanismo correspondiente al año 2024 con la capa de tratamientos urbanísticos definidos en el POT de 2009, se evidencia que el crecimiento urbano se ha desarrollado sobre áreas clasificadas como tratamiento consolidado, parque de ciudad pasiva, parque Los Colores, tratamiento de consolidación, tratamiento de desarrollo y tratamiento de conservación (**Figura 9**)

Los resultados del análisis sobre la distribución del área urbana dentro de cada tipo de tratamiento urbanístico se presentan en la **Tabla 6**. Se observa que el 46,1 % del área urbana actual se encuentra ubicada en zonas clasificadas como tratamiento consolidado, mientras que un 26,7 % se ha desarrollado en áreas designadas como tratamiento de conservación, es decir, en sectores donde no debería permitirse urbanización según los lineamientos del POT.

Tabla 7

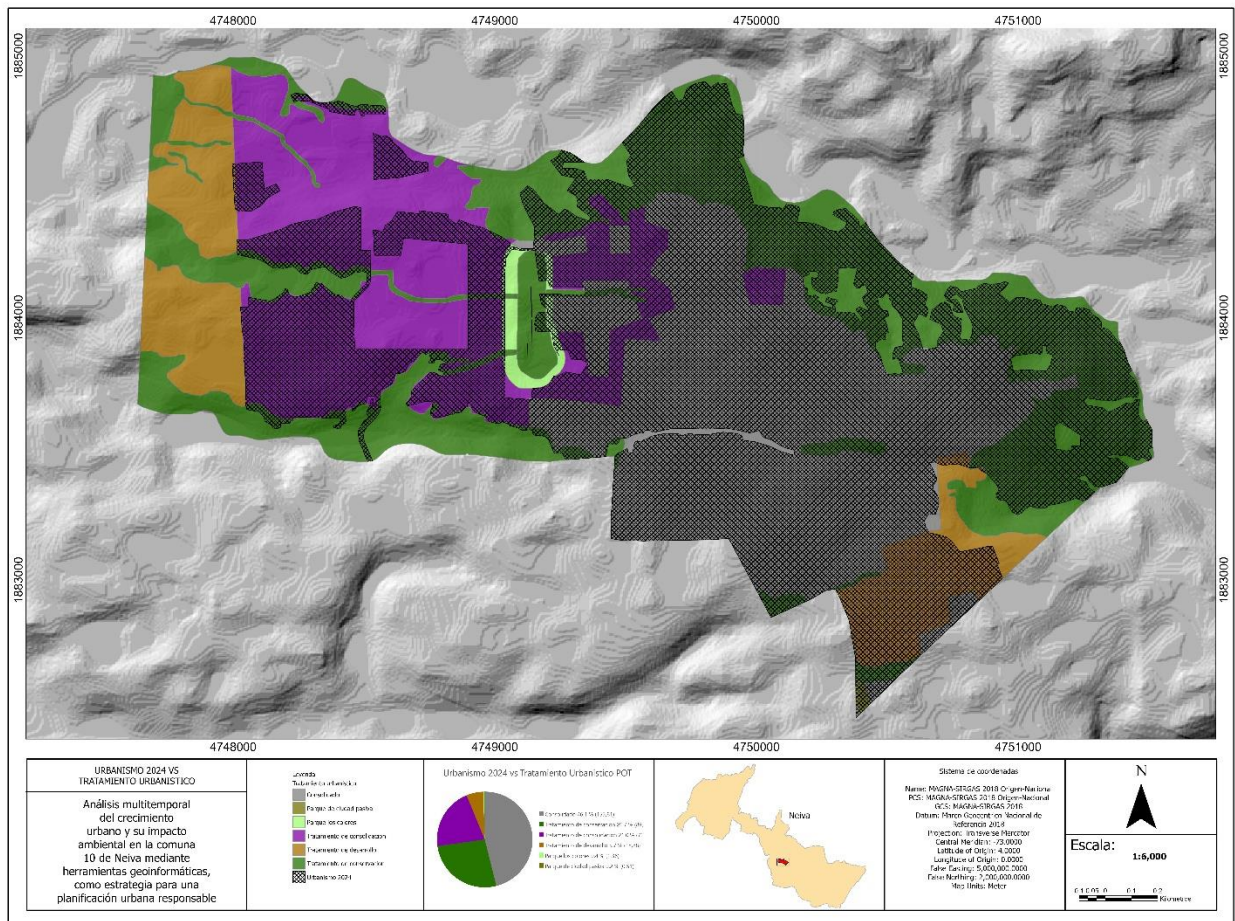
Superficie de Urbanismo 2024 por Tratamiento Urbanístico

Tratamiento urbanístico	Área ocupada (ha)	% del total urbano	Descripción del tratamiento urbano
Consolidado	153.81	46.1	Urbanización adecuada y permitida
Parque de ciudad pasiva	0.51	0.2	Uso verde protegido. Si hay urbanización aquí es conflicto
Parque los colores	1.36	0.4	
Tratamiento de consolidación	70.02	21.0	Compatible si es mejora o densificación
Tratamiento de desarrollo	18.88	5.7	Compatible si hay urbanismo

Tratamiento de conservación	89.12	26.7	Protección de áreas ambientales y patrimoniales. No debería haber crecimiento urbano.
-----------------------------	-------	------	---

Fuente. (Elaboración propia).

Figura 9
 Tratamiento urbanístico vs cobertura urbanismo del año 2024



Nota. Elaboración propia (datos de tratamiento urbanístico tomados de POT)

6.2.2 Límite predios y uso del suelo

Los límites prediales de la comuna 10 fueron obtenidos a partir de dos archivos PDF del Plan de Ordenamiento Territorial (POT): “Mapa Básico” y “Mapa Básico Acuerdo 03 de 2015”,

los cuales se complementan entre sí en cuanto a la información geográfica representada. La información sobre el uso del suelo se extrajo del documento titulado “Uso del suelo”.

Dado que estos archivos ya estaban georreferenciados, fue posible extraer la información en formato shapefile mediante el uso de QGIS. Posteriormente, los datos fueron importados a ArcGIS Pro, donde se realizó la conversión al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS Origen Nacional, garantizando así su compatibilidad con otras fuentes cartográficas oficiales.

Esta información constituye una herramienta fundamental para analizar de forma detallada el uso actual del suelo en la comuna 10. Esta base de datos permite identificar la destinación de cada predio, ya sea residencial, comercial y dotacional, así como detectar si dichos usos se ajustan o no a la normativa vigente. De igual manera, la superposición de esta información con los resultados del análisis multitemporal facilita la identificación de situaciones de ocupación en áreas no permitidas, como zonas verdes, parques, humedales espacios públicos o áreas de conservación.

El análisis espacial realizado entre la capa de límites prediales y las áreas de protección ambiental (tratamiento urbano) permitió identificar que un total de 1,779 predios residenciales se encuentran dentro de zonas con restricción ambiental, abarcando una superficie de 22.84 hectáreas, lo que corresponde al 16.67 % del área total evaluada. Asimismo, se hallaron 279 predios de uso comercial con una superficie total de 6.6 hectáreas (4.82 %), y 84 predios con uso dotacional, que ocupan 2.28 hectáreas. El uso residencial en áreas urbanas permitidas representa la mayor proporción del área total, con 6,625 predios distribuidos en 105.32 hectáreas, equivalente al 76.85 %.

Estos resultados se resumen en la **Tabla 7**, la cual presenta la distribución de predios según su uso del suelo y su ubicación en áreas de protección ambiental y en la **Figura 11** es posible visualizar la distribución espacial de los predios con respecto a áreas de protección ambiental.

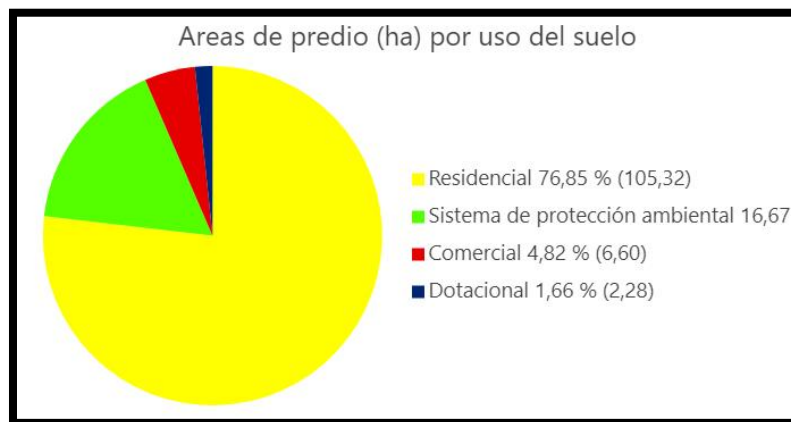
Tabla 8*Resultados de los predios con las zonas de protección y el uso del suelo*

Uso del suelo	Número de predios	Área (ha)	% Área
Comercial	279	6.6	4.82
Dotacional	84	2.28	1.66
Residencial	6625	105.32	76.85
Residencial en zonas de protección ambiental	1779	22.84	16.67

* Los números de predios y las áreas fueron obtenidas del POT de Neiva de 2009, acuerdo 03 de 2015

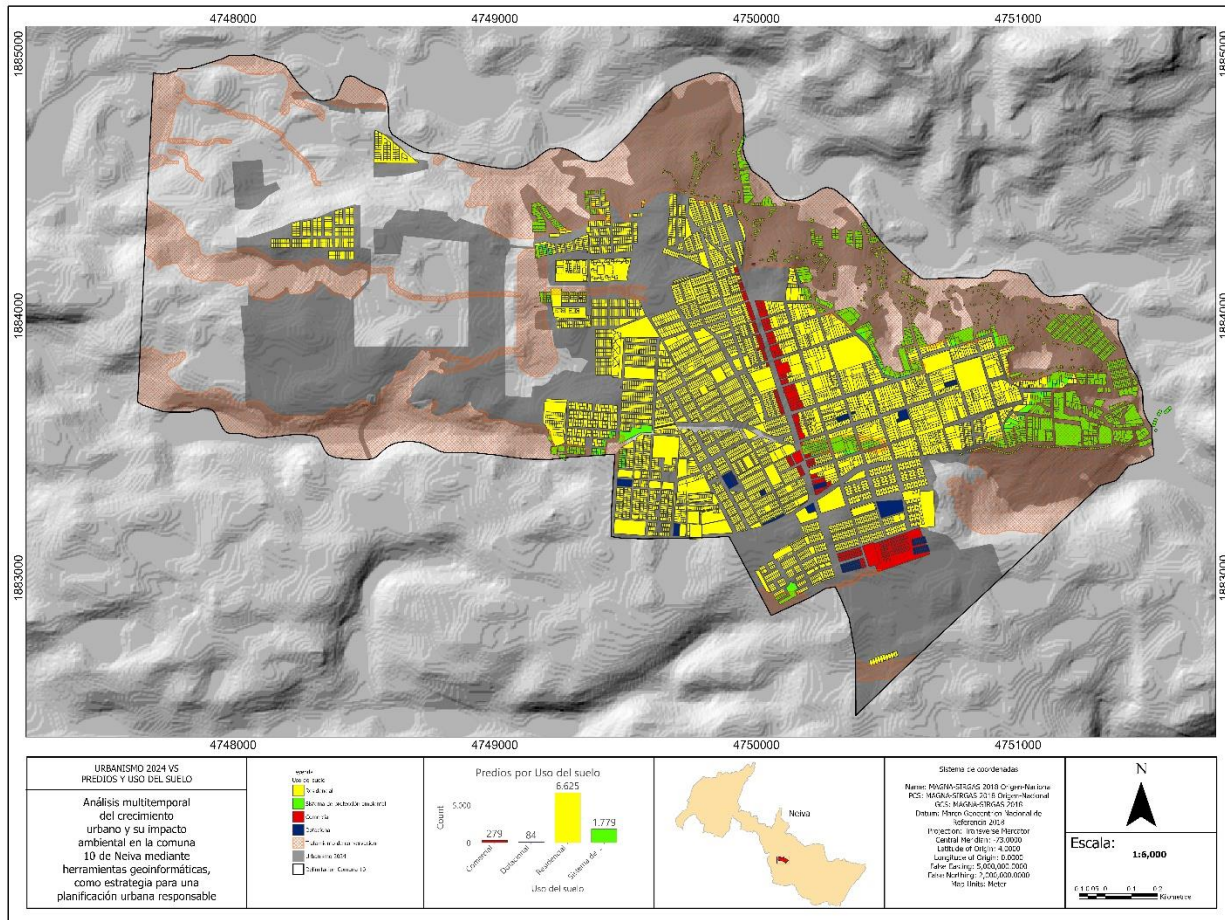
Fuente. (Elaboración propia).

La **Figura 10** muestra un diagrama circular que representa la proporción del uso del suelo según los predios. Se observa un claro predominio del uso residencial, indicado en color amarillo, que abarca el 76,85 % del total del tejido urbano. Además, el 16,67 % corresponde a viviendas localizadas dentro de áreas de protección ambiental.

Figura 10*Distribución del uso del suelo por áreas de predio*

Nota. Elaboración propia

Figura 11
Tratamiento Límites prediales según uso del suelo y ubicación en áreas de conservación ambiental



Nota. Elaboración propia (datos prediales tomados del POT)

7. Discusión

Los resultados del análisis multitemporal obtenidos reflejan un proceso de transformación profunda y sostenida en las coberturas del suelo de la Comuna 10 del municipio de Neiva entre los años 1961-2024, siendo la expansión urbana el cambio más representativo. Esta dinámica es coherente con el patrón de crecimiento acelerado que presentan muchas ciudades intermedias en Colombia, donde el desarrollo urbano avanza más rápido que los procesos de planificación y control del uso del suelo.

7.1. Cambios en las coberturas

Según los datos presentados en la **Tabla 2**, el urbanismo experimentó un incremento dramático, pasando de apenas 0.89 hectáreas en 1961 a 329.27 hectáreas en 2024, lo que representa un aumento de 328.38 hectáreas, equivalente a un crecimiento de 36,896%. Este aumento se traduce en una transformación territorial más de 360 veces su tamaño original (ver figura 2 y 6). Las etapas más intensas de crecimiento se evidencian en los periodos **1961–1988** (+93.98 ha) y **2010–2024** (+114.59 ha), lo que sugiere dos olas de urbanización: una inicial, relacionada con procesos de consolidación y expansión urbana primaria (Figuras 2 y 3), y una segunda más reciente, asociada a la presión poblacional, ampliación de redes viales, infraestructura y desarrollo habitacional (Figuras 5 y 6).

En paralelo, se observó una pérdida progresiva de las coberturas vegetales. Las áreas de pasto, utilizadas tradicionalmente para actividades rurales o de baja intervención, disminuyeron en un 81.95%, mientras que los bosques se redujeron en un 38.79% (Tabla 2). Estos cambios no solo reflejan una transición en los usos del suelo, sino también una pérdida importante de funciones ecosistémicas y de conectividad ecológica. No obstante, es destacable una leve recuperación de cobertura boscosa de +9.02 hectáreas entre 2010 y 2024, posiblemente asociada a procesos de revegetalización, áreas de conservación o abandono de terrenos por presión urbana indirecta.

7.2 Cambios en la red hidrográfica

En el caso de los cuerpos de agua (ver tabla 3), la laguna correspondiente al humedal Los Colores aparece por primera vez en 2002, con una superficie de 0.73 ha, presentando luego ligeras fluctuaciones hasta alcanzar 0.57 ha en 2024. Aunque la pérdida en términos absolutos es pequeña (0.16 ha), representa una reducción del 21.92%, lo cual puede indicar alteraciones hidromorfológicas o procesos de sedimentación inducidos por la urbanización circundante.

La cobertura hidrografía mostró una tendencia clara a la disminución de longitud en todos los drenajes naturales evaluados. Particularmente crítica es la situación de la quebrada La Barrialosa, que perdió más del 80% de su longitud visible, lo que sugiere procesos de canalización, enterramiento o pérdida por urbanización directa. La reducción drástica en la red de drenaje, sumada a la disminución de áreas verdes y cuerpos de agua, puede acarrear consecuencias significativas en términos de regulación hídrica, riesgo por inundaciones y calidad ambiental.

7.3 Transición de Coberturas

Según el análisis de comparación de coberturas detallado en la Tabla 4 y figura 7, se identifica que gran parte del crecimiento urbano se dio sobre áreas previamente cubiertas por pasto (232.84 ha) y bosque (95.80 ha), reflejando la magnitud del reemplazo de las coberturas naturales y seminaturales por usos urbanos. A su vez, se observa que solo un 22% del territorio analizado se mantuvo sin cambios en su cobertura (114.41 ha), lo que refuerza la idea de un proceso de transformación extensivo y continuo en el paisaje.

La tasa anual de cambio evidencia que la transición de pasto a urbanismo fue la más acelerada, con un promedio de 3.70 ha/año, seguida de bosque a urbanismo con 1.52 ha/año. Esta tendencia confirma que el crecimiento urbano se ha dado principalmente sobre suelos abiertos, con una presión sostenida sobre los ecosistemas naturales.

7.4 Modelo de Proyección urbana

El modelo de proyección urbana a 2035, basado en una función polinómica de segundo grado, proyecta que el área urbana alcanzará 422.86 ha, lo que representa un aumento del 25.74% respecto a 2025. Se estima un incremento promedio de 7.97 ha por año en los próximos 11 años, confirmando que el crecimiento seguirá en expansión y aceleración si no se implementan medidas de planificación y ordenamiento (ver tabla 5, figura 8). El comportamiento proyectado indica que el desarrollo urbano continuará extendiéndose sobre zonas actualmente no urbanizadas, lo que podría agravar la pérdida de coberturas naturales si no se implementan mecanismos de control territorial, planificación y conservación adecuados.

7.5 Tratamiento urbano

A partir de la superposición espacial entre la cobertura urbana correspondiente al año 2024 y los tratamientos urbanísticos definidos en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Neiva —específicamente en el Acuerdo 026 de 2009—, fue posible evaluar la compatibilidad normativa del crecimiento urbano reciente en la Comuna 10. Este análisis permitió identificar qué proporción del suelo urbanizado se encuentra en concordancia con las disposiciones del POT y qué sectores presentan conflictos de uso.

Según los resultados obtenidos (Tabla 6 y figura 9), la mayor parte del crecimiento urbano del año 2024 (153.81 hectáreas, equivalentes al 46.1 % del total urbano) se desarrolló en suelos clasificados como "consolidados", lo cual es coherente con lo establecido por el POT. Estas áreas ya cuentan con infraestructura urbana básica, servicios y usos permitidos, por lo que su ocupación es técnicamente viable y urbanísticamente permitida. Sin embargo, se identificó también una proporción significativa del urbanismo (70.02 ha, correspondiente al 21.0 %) sobre suelos con tratamiento de "consolidación", los cuales permiten usos residenciales o mixtos únicamente si se desarrollan procesos de mejora, densificación o renovación bajo condiciones normativas específicas.

Uno de los hallazgos más relevantes y preocupantes del análisis es que un total de 89.12 hectáreas (equivalentes al 26.7 % del área urbana del año 2024) se localiza dentro de zonas de "tratamiento de conservación". Según el Acuerdo 026 de 2009, estas áreas tienen una función ambiental y/o patrimonial, por lo que no deberían ser objeto de urbanización. Su ocupación actual sugiere procesos de expansión urbana no autorizada o informal, lo cual representa una amenaza directa para la sostenibilidad ambiental del territorio. Además, se identificó que al menos 1.87 hectáreas del urbanismo se encuentran dentro de zonas verdes protegidas —como el Parque de Ciudad Pasiva y el Parque Los Colores—, espacios que están destinados exclusivamente a la recreación pasiva y conservación del espacio público, y que no deberían ser ocupados por edificaciones ni procesos de urbanización.

En menor proporción, se detectó un total de 18.88 hectáreas (5.7 %) de crecimiento urbano sobre suelos clasificados como de "tratamiento de desarrollo". Si bien este tipo de tratamiento permite la urbanización, el POT establece que para hacerlo se deben cumplir requisitos como la aprobación de planes parciales, la disponibilidad de redes de servicios públicos y la cesión de espacio público. En este sentido, la compatibilidad del uso dependerá de si estas condiciones fueron cumplidas formalmente antes de ejecutar las intervenciones.

7.6 Límite predial

Los resultados obtenidos en la Tabla 7 y figura 11 permiten evidenciar una ocupación significativa de áreas de protección ambiental por parte del uso residencial. En total, se identificaron 1,779 predios residenciales ubicados dentro de zonas clasificadas como de protección ambiental, con una superficie total de 22.84 hectáreas, lo cual representa un 16.67 % del área total analizada. Esta situación genera una contradicción frente a las disposiciones del Acuerdo 003 de 2015, mediante el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Neiva.

Según este acuerdo, las áreas de protección ambiental comprenden zonas con restricciones de uso por razones ecológicas, hidrológicas o de riesgo, como las rondas hídricas, zonas de conservación, áreas de riesgo no mitigable, suelos de protección paisajística y suelos con función

ambiental. Estas zonas están sujetas a tratamiento de conservación, lo cual implica la prohibición de urbanizar, construir o desarrollar actividades que alteren las condiciones naturales del territorio.

La presencia de una cantidad considerable de predios residenciales dentro de estas áreas sugiere un conflicto entre la expansión urbana y el cumplimiento de la normativa vigente. Esto podría estar asociado a procesos de urbanización informal, deficiencias en la planificación, ausencia de control territorial efectivo o desactualización de las capas cartográficas utilizadas en la toma de decisiones urbanas.

En contraste, los predios con uso comercial y dotacional no se encuentran en zonas de protección ambiental, lo cual indica que las actividades económicas y de equipamiento se han desarrollado, al menos en este análisis, dentro del marco permitido por el ordenamiento territorial.

Al comparar la cobertura urbana resultante del análisis multitemporal con la capa de límites prediales establecida en el POT adoptado mediante el Acuerdo 003 de 2015, se evidencia una clara incongruencia espacial entre ambas fuentes de información. Mientras la cobertura urbana actual refleja una expansión significativa del tejido urbano hasta el año 2024, la capa de límites prediales presenta un trazado que no corresponde con la realidad física y territorial observada, especialmente en sectores donde se ha consolidado nuevo desarrollo urbano (ver imagen 11).

Esta discrepancia sugiere que la base predial utilizada en el POT no ha sido actualizada conforme al crecimiento real del municipio, lo cual limita la precisión de los análisis territoriales y compromete la efectividad de las decisiones de planificación. La falta de correspondencia entre ambas capas evidencia la necesidad urgente de actualizar la cartografía predial oficial, de modo que refleje la dinámica urbana actual y permita un cruce más fiable entre la normativa de uso del suelo y la ocupación efectiva del territorio.

7.7 Análisis del retraso en la adopción de un nuevo POT para Neiva

Neiva continúa rigiéndose bajo el Plan de Ordenamiento Territorial adoptado mediante el Acuerdo 016 de 2009 y complementado por el Acuerdo 003 de 2015, a pesar de que han

transcurrido más de quince años desde su entrada en vigencia. Este instrumento, que debía ser revisado y ajustado en un plazo máximo de doce años conforme a la Ley 388 de 1997, no ha sido actualizado de manera efectiva, generando un desfase normativo frente a las dinámicas actuales de expansión, ocupación del suelo y transformación del entorno urbano.

Durante los años 2022 y 2023, se adelantaron nuevos esfuerzos por parte del gobierno municipal para formular y adoptar un POT actualizado. En diciembre de 2022, fue presentada ante la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) una propuesta de revisión del plan. No obstante, tras múltiples ajustes, en mayo de 2023 la CAM emitió un concepto “técnicamente no favorable”, argumentando incumplimientos en los requisitos ambientales y en la documentación técnica exigida para su aprobación. Finalmente, en noviembre del mismo año, el proceso fue definitivamente suspendido, sin haber aprobado ningún componente ambiental del documento. De esta manera, el municipio mantiene vigente el POT de 2009, amparado por la figura del vencimiento legal de la revisión, sin contar con un nuevo instrumento que responda a las realidades territoriales contemporáneas.

La falta de adopción de un nuevo POT responde a múltiples factores, entre ellos, limitaciones técnicas y administrativas, como debilidades en los estudios de soporte, errores cartográficos y ausencia de insumos actualizados. A esto se suman condicionantes políticos e institucionales, como la discontinuidad en los procesos entre administraciones locales, la baja articulación interinstitucional y la falta de liderazgo técnico sostenido.

Esta situación se refleja claramente en los resultados obtenidos durante el análisis multitemporal realizado para la comuna 10 del municipio, donde se identificó un crecimiento urbano significativo entre 1961- 2024, que ha avanzado en múltiples casos fuera de la zonificación establecida por el POT vigente. Al comparar la cobertura actual de urbanismo con los tratamientos urbanísticos definidos en el POT (2009), se observaron superposiciones con zonas destinadas a conservación o parques, así como expansión en sectores no habilitados formalmente para desarrollo residencial. Esto pone de manifiesto la necesidad de un instrumento actualizado que recoja las transformaciones reales del suelo urbano y periurbano.

Asimismo, los análisis espaciales demostraron que 1.779 predios residenciales se encuentran dentro de zonas catalogadas como de protección ambiental, ocupando más de 22 hectáreas. Esta ocupación no planificada no solo contradice lo estipulado en el Acuerdo 003 de 2015 respecto a la protección de áreas ambientalmente sensibles, sino que también evidencia una gestión territorial que no ha podido controlar los procesos de urbanización informal o no regulada. En contraste, los predios con uso comercial y dotacional sí se concentran en sectores habilitados para dichos usos, lo cual sugiere que el mayor conflicto entre el uso del suelo real y el normativo se presenta en el ámbito residencial.

Por otro lado, se evidenció una inconsistencia importante entre la capa de límites prediales tomada del POT y la cobertura real del urbanismo. Esta falta de correspondencia espacial entre la normativa y la realidad territorial refuerza la necesidad urgente de actualizar el POT con insumos cartográficos y censales actualizados, que respondan a la dinámica actual de ocupación del suelo. La permanencia de un instrumento desactualizado limita la capacidad de planeación del municipio, genera inseguridad jurídica en el uso del suelo, y debilita la protección ambiental en zonas vulnerables.

En este contexto, los resultados de esta investigación no solo evidencian el desfase entre la normativa y la realidad territorial de Neiva, sino que además ofrecen argumentos técnicos que explican por qué la propuesta de POT presentada entre 2022 y 2023 no logró ser aprobada: una base cartográfica incoherente, ausencia de criterios técnicos en el manejo del suelo urbano, y falta de herramientas eficaces para el control ambiental. Hasta que no se adopte un nuevo instrumento acorde a las necesidades territoriales actuales, Neiva seguirá enfrentando tensiones entre el crecimiento urbano, la sostenibilidad ambiental y la legalidad urbanística.

8. Conclusiones

- El análisis evidencia una expansión urbana desarticulada en Neiva, donde solo el 46,1 % del suelo urbanizado corresponde a zonas permitidas por el POT vigente. El resto se localiza en áreas de conservación o en sectores que requieren verificación técnica. Esta situación refleja la falta de control sobre el uso del suelo, así como la urgencia de actualizar los instrumentos de planificación territorial para responder a las dinámicas actuales del crecimiento urbano.
- La expansión urbana en la Comuna 10 ha impactado de manera directa áreas ambientalmente sensibles, incluyendo zonas verdes, el humedal Los Colores y sectores clasificados como de conservación, contraviniendo lo dispuesto en el POT vigente. En 2024, el 26.7 % del suelo urbanizado se superpone con áreas de tratamiento de conservación, y se evidenció ocupación de espacios destinados a parques, como el Parque Los Colores y el Parque de Ciudad Pasiva. Asimismo, el humedal Los Colores registrado por primera vez en 2002 ha presentado una reducción del 21.92 % de su superficie hasta 2024, posiblemente asociada a procesos de urbanización no regulada en su entorno. Esta situación refleja una débil capacidad de control sobre el uso del suelo, pone en riesgo la integridad ecológica del territorio y subraya la necesidad de fortalecer los mecanismos de planificación y protección ambiental.
- El análisis geoespacial del uso del suelo en la Comuna 10 evidencia una ocupación desarticulada frente a la zonificación establecida por el POT vigente, particularmente en el uso residencial. Se identificaron 1.779 predios con uso habitacional localizados dentro de zonas de protección ambiental, lo que representa el 16.67 % del área evaluada. Esta situación revela una alta presión antrópica sobre áreas no habilitadas para urbanización y refleja falencias en la articulación entre la normativa de uso del suelo y la dinámica real del territorio. La concentración del uso residencial en sectores con restricción normativa compromete tanto la sostenibilidad del entorno como la legalidad del desarrollo urbano, y plantea la necesidad urgente de actualizar los instrumentos de ordenamiento y fortalecer los procesos de control territorial.

9. Recomendaciones

- Actualizar el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) con base en insumos cartográficos recientes y análisis geoespaciales multitemporales, que reflejen con precisión la dinámica real de ocupación del suelo. Esto permitirá alinear la normativa urbanística con las transformaciones territoriales actuales y establecer criterios técnicos claros para el control del crecimiento urbano.
- Implementar mecanismos efectivos de protección y restauración ambiental en áreas vulnerables, priorizando el humedal Los Colores, las zonas verdes institucionales y los sectores clasificados como de conservación. Estas estrategias deben incluir delimitaciones oficiales, vigilancia territorial, y programas de compensación o revegetalización urbana.
- Fortalecer la gestión del uso del suelo mediante sistemas de monitoreo continuo apoyados en tecnologías SIG, que permitan identificar ocupaciones indebidas en tiempo real, mejorar la fiscalización urbanística, y garantizar el cumplimiento de los usos asignados por el ordenamiento vigente, especialmente en zonas de restricción ambiental.
- Realizar una actualización catastral integral que incorpore información geoespacial precisa y actualizada sobre los límites prediales, el uso real del suelo y las condiciones ambientales del territorio. Esta actualización debe estar articulada con los instrumentos de planificación territorial y con la infraestructura de datos espaciales del municipio, permitiendo identificar incongruencias normativas, prevenir la ocupación no autorizada y mejorar la toma de decisiones en materia de ordenamiento urbano y conservación ambiental.

Referencias

- Águila, M. J., & Prada, J. (2020). Crecimiento urbano y segregación socioespacial en Valdivia. *Revista Urbano*, 23(42), 32–43. <https://doi.org/10.22320/07183607.2020.23.42.03>
- Alcaldía de Neiva. (2020). Plan de Desarrollo Municipal 2020–2023: Mandato Ciudadano: Territorio de Vida y Paz. <https://www.alcaldianeiva.gov.co>
- Álvarez-Galeano, M. (2023). Neoliberalismo, periferia y crecimiento urbano de Medellín: 1980–2023. *Revista Científica Ecociencia*, 10(4), 88–106. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.104.839>
- Arteaga Huamán, C. S. (2023). El ordenamiento territorial como proceso de planificación y gobernanza. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 10667–10687. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.6154
- Betancourt, M., Camargo, P., & Beltrán, F. (2019, septiembre). Dinámica demográfica y crecimiento urbanístico de las áreas metropolitanas formales e informales en Colombia. En XIII Congreso Internacional Ecociudades 2019. Universidad La Gran Colombia, Bogotá, Colombia.
- Birche, M., & Jensen, K. (2019). La integración paisajística en el crecimiento urbano: Transformaciones en la periferia platense. *Bitácora Urbano Territorial*, 29(3), 145–154. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v29n3.70121>
- CAM. (2014). Acuerdo 012 de 2014. <https://cam.gov.co>
- CAM. (2021). Acuerdo 017 de 2021. <https://cam.gov.co>
- Castro Rodríguez, A. (2023). Modificación del régimen de licenciamiento urbanístico en Colombia por el COVID-19. *Revista Digital de Derecho Administrativo*, (29), 133–158. <https://doi.org/10.18601/21452946.n29.07>
- Cingolani, A. M., Giorgis, M. A., Hoyos, L. E., & Cabido, M. (2022). La vegetación de las montañas de Córdoba (Argentina) a comienzos del siglo XXI: Un mapa base para el ordenamiento territorial. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 57(1), 65–100. <https://doi.org/10.31055/1851.2372.v57.n1.34924>

- Concejo Municipal de Neiva. (2009). Acuerdo 026 de 2009: Por medio del cual se revisa y ajusta el Acuerdo número 016 de 2000 que adopta el Plan de Ordenamiento Territorial de Neiva. Concejo Municipal de Neiva.
- Concejo Municipal de Neiva. (2021). Acuerdo No. 017 de 2021: Por medio del cual se declara a Neiva ciudad del sol, se establece el uso de fuentes no convencionales de energía - FNCE - en el municipio de Neiva y se dictan otras disposiciones. Concejo Municipal de Neiva.
- Congreso de la República de Colombia. (1993, diciembre 22). Ley 99 de 1993. Diario Oficial No. 41.146. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>
- Congreso de la República de Colombia. (1994, julio 15). Ley 152 de 1994. Diario Oficial No. 41.148.
- Congreso de la República de Colombia. (1997, julio 18). Ley 388 de 1997. Diario Oficial No. 43.091. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339>
- Corporación Autónoma del Alto Magdalena (CAM). (2019). Acuerdo 020: Plan de manejo ambiental del Humedal Los Colores. CAM.
- Departamento Nacional de Planeación. (1979). Plan de Integración Nacional: Política de desarrollo regional y urbano (Documento DNP-1.611-J). Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Erquicia Olaciregui, J. M. (2023). La ordenación del territorio en Euskadi: Un ejercicio de gobernanza multinivel basado en el sistema de información geográfica UDALPLAN y en indicadores territoriales de sostenibilidad. *Revista Vasca de Gestión de Personas y Organizaciones Públicas*, (Edición especial 5), 116–136. <https://doi.org/10.47623/ivap-rvgp.5.2023.ab.07>
- Estacio Vidal, J. M., Tinoco Gómez, O. R., Díaz Tafur, J., & Moore Torres, R. K. (2021). Sistemas de información geográfica y localización de un relleno sanitario en Cerro de Pasco. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 24(48), 217–228. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i48.21774>
- Fedele, J. (2021). Ambiente y bienestar social en la ciudad: Experiencias y renovados desafíos para las estrategias urbanas. *A&P Continuidad*, 8(14). <https://doi.org/10.35305/23626097v8i14.299>
- Górgolas Martín, P. (2018). La deriva interpretativa de los límites al crecimiento urbanístico del Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía: Un relato contradictorio. *Revista Andaluza de Administración Pública*, 101, 333–374.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.
- Instituto Colombiano Agustín Codazzi (ICAC). (2016). Estudio multitemporal del humedal El Chaparro.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2016, junio 20). El Humedal Los Colores en Neiva está al borde de la extinción por la “jungla de cemento”. <https://igac.gov.co/es/noticias/humedal-los-colores-en-neiva-esta-al-borde-de-la-extincion-por-la-jungla-de-cementos>
- Iturraspe, R. J., Fank, L., Urciuolo, A. B., & Lofiego, R. (2021). Efectos del crecimiento urbano sobre humedales costero-continentales del ambiente semiárido de Tierra del Fuego, Argentina. *Investigaciones Geográficas*, (75), 139–165. <https://doi.org/10.14198/INGEO.17586>
- Jiménez, S. G., & Ortega, M. A. M. (2022). Aproximación conceptual del territorio y sus estructuras dinámicas del poder desde un enfoque multidimensional. *Contexto*, 16(25). <https://doi.org/10.29105/contexto16.25-353>
- Kahn, M. E. (2006). *Green cities: Urban growth and the environment*. Brookings Institution Press.
- Linares, S. (2019). Evolución histórica sobre la modelización del espacio urbano en geografía. *Sociedade e Território*, 28(2), 23–41. <https://doi.org/10.1234/ejemplo.doi>
- López, L., & Escalante, J. (2024). Paradigmas del desarrollo y posdesarrollo: Hacia un enfoque integral y sostenible. *Gestionar Revista de Empresa y Gobierno*, 4(1), 23–34. <https://doi.org/10.35622/j.rg.2024.01.002>
- Mancuello, G. (2021). Indicadores de sustentabilidad en sectores de crecimiento urbano: Análisis para su adaptación. *South Florida Journal of Development*, 2(3), 4736–4755. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n3-070>
- Marroquín, J. R. (2022). Situación del humedal Chocón debido al crecimiento urbano en Junín. *Prospectiva Universitaria*, 19(1), 23–27. <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2022.19.1948>
- Martínez, M., & Schiavoni, M. (2019). El crecimiento urbano y su impacto en las áreas metropolitanas: Un estudio de caso en la zona sur de Córdoba, Argentina. *Revista de Estudios Urbanos y Regionales*, 45(3), 15–30. <https://doi.org/xxxx>

- Maturana, F., Peña Cortés, F., Morales, M., & Vielma López, C. (2021). Crecimiento urbano difuso en ciudades intermedias: Simulando el proceso de expansión en la ciudad de Temuco, Chile. *Revista Urbano*, 24(43), 62–73. <https://doi.org/10.22320/07183607.2021.24.43.06>
- Miraglia, M. (2019). Aplicaciones de la cartografía histórica y las tecnologías de la información geográfica en la historia ambiental. *Revista de História Regional*, 24(1), 24–41. <https://doi.org/10.5212/rev.hist.reg.v.24i1.0002>
- Monzó, S. M., & Membrado-Tena, J. C. (2019). Causas y consecuencias del crecimiento urbanístico en el litoral valenciano a través de la evolución de los usos del suelo: El caso de Oliva. *Cuadernos de Turismo*, 44, 303–326. <https://doi.org/10.6018/turismo.44.404861>
- Pérez-Ramírez, C. A. (2019). Desavenencias del crecimiento urbano y las áreas protegidas. Quivera. *Revista de Estudios Territoriales*, 21(2), 5–7. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40161003001>
- Pradel-Miquel, M. (2024). Gobernanza urbana y crisis ecológica: Narrativas y conflictos en torno al futuro sostenible de las ciudades. *Revista Española de Sociología*, 33(1), a202. <https://doi.org/10.22325/fes/res.2023.2024>
- Rojas Gamba, N. I., Fonseca Salamanca, L. A., Pérez Rueda, S. L., & Blanco Suárez, M. A. (2022). Modelación de crecimiento urbano: Tunja 2017–2035. *Bitácora Urbano Territorial*, 32(1), 177–190. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v32n1.87758>
- Villalobos, O. B. (2024). Globalización, desigualdad e injusticia social: Implicaciones para la educación y la formación de adultos. *Innovaciones Educativas*, 26(40), 160–169. <https://doi.org/10.22458/ie.v26i40.4770>
- Vivas, D. E. R., & Peña, N. E. (2023). Los sistemas urbanos de drenaje sostenibles como alternativa holística para la conservación de los humedales urbanos de Neiva, Huila. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 16(1). <https://doi.org/10.11144/javeriana.cvu16.suds>
- Yunda, J. G., & Cuervo Ballesteros, N. (2020). Valor del suelo y vivienda, contención al crecimiento urbano y densificación en Bogotá 1969–2012. *Revista INVI*, 35(99), 177–201. <https://doi.org/10.4067/S0718-83582020000200177>
- Zaragoza Badillo, J., & Guzmán, J. R. (2023). Economía, crecimiento urbano y el cambio climático local en la Zona Metropolitana del Valle de México. *Inter Disciplina*, 11(29), 311–332. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2023.29.84493>
- Ministerio de Ambiente. (2002). Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. <https://www.minambiente.gov.co>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012, julio 12). Decreto 1640 de 2012. Diario Oficial No. 48.487. <https://www.minambiente.gov.co>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004, febrero 12). Resolución 157 de 2004. Diario Oficial No. 45.472. <https://www.minambiente.gov.co>

Ramsar. (2013). Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) (6ª ed.). Secretaría de la Convención de Ramsar. <https://www.ramsar.org>

Acevedo, L., & Saldarriaga, P. (2022). *Evaluación de la expansión urbana de Bogotá D.C. mediante análisis multitemporal y metodología CORINE Land Cover*. Universidad Nacional de Colombia.

Barón, J., & Ruiz, M. (2023). *Análisis multitemporal de la dinámica urbana en Fonseca y Barrancas (La Guajira, Colombia) a partir de imágenes Landsat*. Revista de Geografía y Ordenamiento Territorial, 11(2), 55-72. <https://doi.org/10.xxxx/rgot1122023>

Cadena SER. (2025, 10 de febrero). *Torrelavega refuerza su Plan General de Ordenación Urbana con criterios de sostenibilidad*. <https://cadenaser.com>

Carrillo, C., & Choquehuanca, D. (2019). *Análisis multitemporal del crecimiento urbano en la ciudad de Puno (1980-2017) usando imágenes Landsat*. Revista Latinoamericana de Teledetección, 14(1), 65-84. <https://doi.org/10.xxxx/rlt2019>

Huaman Vela, J. (2021). *Evaluación del cambio de uso y cobertura del suelo en el distrito de Lurigancho, Lima (1986-2018) mediante clasificación supervisada Random Forest*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Pedraza García, M. (2013). *Impacto ambiental de la urbanización campestre en la cuenca media-baja del río Teusacá (Colombia)*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Silva Vásquez, A. (2023). *Análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal en el distrito de Cajamarca (1984-2023) mediante imágenes satelitales y SIG*. Universidad Nacional de Cajamarca.