



**Utilidad de las herramientas geomáticas en el monitoreo de la gestión predial en el tramo vial Neiva – Campoalegre (Huila)**

Ailin Tatiana Plazas Molano

Julian Camilo Alzate Acuña

July Paola Solorzano Buitrago

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

Asesor: Jose Mauricio Meneses

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

---

<b>Cita</b>	(Alzate Acuña, Buitrago Solorzano, Plazas Molano, 2025)
<b>Referencia</b>	Alzate Acuña et al.,(2025). Utilidad de las herramientas geomáticas en el monitoreo de la gestión predial en el tramo vial Neiva – Campoalegre (Huila)
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	[Trabajo de grado especialización]. Universidad de Manizales. RIDUM: Repositorio Institucional Universidad de Manizales.

---



Especialización en Sistemas de Información Geográfica - Virtual, II

**Declaración de inteligencia artificial:** el o los autores de este trabajo de grado declaran que han utilizado herramientas de inteligencia artificial (IA), tales como [mencionar herramientas utilizadas, por ejemplo, ChatGPT, Grammarly, Turnitin, Copilot, Gemini, 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.

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

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

**Universidad de Manizales:** [www.umanizales.edu.co](http://www.umanizales.edu.co)

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

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

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

## **Agradecimientos**

Expreso mi más sincero agradecimiento a quienes hicieron posible la culminación de este trabajo académico.

A los profesores y tutores del programa de Especialización en Sistemas de Información Geográfica de la Universidad de Manizales, quienes, con su experiencia y compromiso, contribuyeron de manera significativa a mi formación profesional y al fortalecimiento de mis capacidades analíticas y técnicas.

A mis compañeros y compañeras de estudio, por el apoyo, la colaboración y el intercambio de saberes a lo largo de este proceso. Su compañía enriqueció mi experiencia académica y fortaleció el trabajo en equipo como eje fundamental del aprendizaje.

A todos, gracias por hacer parte de este importante logro académico.

## Tabla de contenido

Resumen .....	11
Abstract .....	12
1. Introducción .....	13
2. Planteamiento del problema.....	14
2.1. Antecedentes. ....	14
3. Justificación .....	22
4. Objetivos.....	23
4.1 Objetivo general .....	23
4.2 Objetivos específicos.....	23
5. Marco teórico .....	24
5.1 La gestión predial en proyectos de infraestructura vial.....	24
5.2 Etapas del proceso de gestión predial .....	24
5.2.1. Identificación predial: .....	26
5.2.2. Levantamiento catastral y jurídico:.....	28
5.3 Problemáticas asociadas a la gestión predial convencional .....	31
6. Metodología .....	32
6.1 Enfoque metodológico .....	32
6.2 Tipo de estudio .....	32
6.2.1. Exploratorio, .....	32
6.2.2. Descriptivo-aplicado,.....	32
7. Procedimiento .....	33
7.1 Etapa 1: Análisis técnico, depuración y estandarización de la información predial consolidada.....	33
7.1.1 Análisis Técnico.....	33

## UTILIDAD DE LAS HERRAMIENTAS GEOMÁTICAS EN EL MONITOREO DE LA GESTION...

7.1.2 Depuración y estandarización de la información.....	43
7.1.3 Estandarización de atributos alfanuméricos:.....	53
7.2. Etapa 2: Creación de bases de datos espaciales .....	54
7.2.1. Organización de la Geodatabase (GDB).....	61
7.3. Etapa 3: Análisis predial mediante herramientas SIG.....	62
7.3.1. Identificación de predios afectados por el trazado vial.....	63
7.3.1.1 Paso a paso del proceso .....	63
7.3.1.2. Justificación del uso de la herramienta SIG .....	64
7.3.1.3. Evidencias del proceso .....	64
7.3.1.4. Configuración de la herramienta de intersección o selección espacial. ....	65
7.3.1.5. Resultado obtenido: predios afectados seleccionados o extraídos. ....	66
7.3.2. Cálculo automatizado de áreas afectadas.....	66
7.3.2.1. Paso a paso del proceso .....	67
7.3.3.2. Justificación del uso de la herramienta SIG .....	67
7.3.3.3. Evidencias del proceso .....	67
7.3.3. Visualización temática de estados prediales .....	70
7.3.3.1. Paso a paso del proceso .....	70
7.3.3.2. Justificación del uso de la herramienta SIG .....	71
7.3.3.3. Evidencias del proceso (pantallazos) .....	71
7.3.4. Generación de reportes prediales por zona o tramo.....	72
7.3.4.1. Paso a paso del proceso .....	73
7.3.4.2. Justificación del uso de la herramienta SIG .....	73
7.3.4.5. Evidencias del proceso (pantallazos) .....	73
7.3.5. Análisis comparativo de precisión.....	74
7.3.5.1. Paso a paso del proceso .....	76

## UTILIDAD DE LAS HERRAMIENTAS GEOMÁTICAS EN EL MONITOREO DE LA GESTION...

7.3.5.2. Justificación del uso de la herramienta SIG .....	76
7.3.5.3. Evidencias del proceso (pantallazos) .....	76
7.4. Etapa 4: Generación de productos cartográficos .....	78
8. Resultados .....	80
9. Discusión.....	82
10. Conclusiones .....	84
11. Recomendaciones.....	86
12. Referencias .....	88
13. Anexos.....	91
.....	91

### Tabla de cuadros

<b>Tabla 1.</b> Estandarización de la información predial.....	34
<b>Tabla 2.</b> Estandarización de capas.....	38
<b>Tabla 3.</b> Asignación temática .....	41
<b>Tabla 4.</b> Depuración y estandarización de capas del AutoCAD .....	48
<b>Tabla 5.</b> Campos resultantes de la depuración de la sabana predial.....	50
<b>Tabla 6.</b> Estructura base de la geodatabase .....	61
<b>Tabla 7.</b> Tabla comparativa de resultados. ....	77

### Tabla de figuras

<b>Figura 1.</b> Etapas del proceso de gestión predial.....	24
<b>Figura 2.</b> Desglose de procesos de gestión predial .....	26
<b>Figura 3.</b> Procedimiento técnico .....	28
<b>Figura 4.</b> Procedimiento jurídico.....	30
<b>Figura 5</b> Agrupación visual por bloques temáticos.....	40
<b>Figura 6.</b> Capas tira topográfica inicial. ....	44
<b>Figura 7.</b> Vista clasificación estado predios.....	45
<b>Figura 8.</b> Depuración capa predios requeridos.....	45
<b>Figura 9.</b> Muestra capas de diseño tira topográfica inicial.....	46
<b>Figura 10.</b> Muestra Duplicidad en la información tira topográfica inicial.....	47
<b>Figura 11.</b> Capas depuradas y estandarizadas en AutoCAD.....	49
<b>Figura 12.</b> Fragmento de la sabana predial original con agrupaciones visuales .....	51
<b>Figura 13.</b> Fragmento de la sabana predial depurada.....	52
<b>Figura 14.</b> Columnas resultantes del proceso de depuración. ....	53

<b>Figura 15.</b> Asignación identificador predios requeridos en AutoCAD.....	54
<b>Figura 16.</b> Cargue archivos DXF en QGIS .....	56
<b>Figura 17.</b> Georreferenciación archivos DFX en WGIS.....	57
<b>Figura 18.</b> Unión capas vectoriales por ubicación .....	58
<b>Figura 19.</b> Depuración tabla de atributos predios requeridos. ....	58
<b>Figura 20.</b> Visualización capa unida predios requeridos. ....	59
<b>Figura 21.</b> Información Exportada en formato Shape .....	60
<b>Figura 22.</b> Visualización conjunta del trazado y la base predial.....	64
<b>Figura 23.</b> Configuración de la herramienta de intersección o selección espacial.....	65
<b>Figura 24.</b> Resultado obtenido: predios afectados seleccionados o extraídos. ....	66
<b>Figura 25.</b> Vista de predios ajustados con topografía. ....	67
<b>Figura 26.</b> Creación del campo de área afectada.....	68
<b>Figura 27.</b> Resultado del cálculo automático de áreas. ....	68
<b>Figura 28.</b> Vista de simbología configurada. ....	71
<b>Figura 29.</b> Mapa resultante con clasificación visual. ....	71
<b>Figura 30.</b> Tabla con agrupación configurada.....	73
<b>Figura 31.</b> Resumen estadístico por tramo.....	73
<b>Figura 32.</b> Exportación de resultados.....	74
<b>Figura 33.</b> Vista del análisis en CAD.....	76
<b>Figura 34.</b> Vista del análisis en SIG.....	77

### **Tabla de Anexos**

<b>Anexo 1.</b> DWG Tira topográfica depurada y UF 1 .....	91
<b>Anexo 2.</b> Geodatabase Proyecto Neiva- Campoalegre .....	91
<b>Anexo 3.</b> KMZ Proyecto Neiva – Campoalegre .....	91
<b>Anexo 4.</b> Clasificación estado de predios .....	92

<b>Anexo 5.</b> Cruce áreas requeridas Vs. Uso de Suelo.....	93
<b>Anexo 6.</b> Desplazamiento base catastral Vs. Levantamiento topográfico.....	94
<b>Anexo 7.</b> Digitalización Uso de Suelo.....	95
<b>Anexo 8.</b> Identificación de polígonos urbanos.....	96
<b>Anexo 9.</b> Identificación de Polígonos Rurales.....	97
<b>Anexo 10.</b> Polígonos catastrales Vs Línea compra.....	98
<b>Anexo 11.</b> Sabana predial depurada.....	99

**Siglas, acrónimos y abreviaturas**

<b>APA</b>	American Psychological Association
<b>Cms.</b>	Centímetros
<b>ERIC</b>	Education Resources Information Center
<b>Esp.</b>	Especialista
<b>MP</b>	Magistrado Ponente
<b>MSc</b>	Magister Scientiae
<b>Párr.</b>	Párrafo
<b>PhD</b>	Philosophiae Doctor
<b>PBQ-SF</b>	Personality Belief Questionnaire Short Form
<b>PostDoc</b>	PostDoctor
<b>UManizales</b>	Universidad de Manizales
<b>SIG</b>	Sistemas de información Geográfica

## Resumen

Este proyecto de especialización tiene como objetivo la implementación de las herramientas geomáticas para el monitoreo de la gestión predial en un proyecto de infraestructura vial en el tramo comprendido entre los municipios de Neiva y Campoalegre, en el departamento del Huila. Estas herramientas permitirán la visualización y el análisis geoespacial de la información catastral y jurídica de los predios afectados, facilitando la toma de decisiones en procesos de adquisición, compensación y reasentamiento. Mediante el uso de tecnologías SIG (Sistemas de Información Geográfica) y a través de software especializado en visualización espacial de datos como Qgis, Arcgis pro, Google Earth, mejorara el uso interactivo para la actualización y consulta de datos en tiempo real, optimizando la gestión y seguimiento del proceso predial en el marco del desarrollo vial.

Es por esto por lo que usando el avance tecnológico y las herramientas que nos brindan los sistemas de información geográfica, se propone la implementación una solución que permita el monitoreo eficiente y optimo de la gestión predial que se desarrolla en un proyecto de infraestructura vial en este caso en un tramo comprendido en la vía que comunica los municipios de Neiva y Campoalegre en el departamento del Huila, Colombia.

### **Palabras clave:**

**SIG, Geovisor, Herramientas geoespaciales, infraestructura vial, monitoreo geoespacial, análisis espacial, cartografía digital, gestión predial, toma de decisiones.**

### **Abstract**

This specialization project aims to implement geoinformatics tools for monitoring land management in a road infrastructure project along the section between the municipalities of Neiva and Campoalegre, in the department of Huila, Colombia. These tools will enable the spatial visualization and analysis of cadastral and legal information related to affected properties, facilitating decision-making processes in land acquisition, compensation, and resettlement.

By employing Geographic Information Systems (GIS) technologies and specialized spatial data visualization software such as QGIS, ArcGIS Pro, and Google Earth, the project will enhance interactive data usage for real-time updates and queries, thereby optimizing the management and monitoring of the land management process within the framework of road development.

Therefore, leveraging technological advances and the capabilities offered by geographic information systems, this project proposes the implementation of a solution that enables efficient and optimal monitoring of land management in a road infrastructure project—specifically, along the section connecting the municipalities of Neiva and Campoalegre, in the department of Huila, Colombia.

#### **Keywords:**

**GIS, Geoportal, Geospatial tools, Road infrastructure, Geospatial monitoring, Spatial analysis, Digital cartography, Land management, Decision-making.**

## 1. Introducción

La ejecución de proyectos de infraestructura vial requiere procesos técnicos, jurídicos y administrativos, entre los cuales la gestión predial es importante porque garantiza la disponibilidad oportuna de la gestión en los terrenos requeridos, tradicionalmente, este proceso se basa en registros físicos y bases de datos, lo que dificulta la actualización, seguimiento y coordinación interinstitucional. En este contexto, surge la necesidad de incorporar herramientas tecnológicas que optimicen estos procedimientos y mejoren la eficiencia de la toma de decisiones.

El presente proyecto de investigación se desarrolla en el tramo vial Neiva- Campoalegre, en el departamento del Huila, y tiene como propósito establecer la utilidad de las herramientas de información geográfica (SIG) en el monitoreo y actualización de la información, La aplicación de las tecnologías representa un avance metodológico significativo, ya que permite consolidar datos geoespaciales y alfanuméricos en una sola plataforma, facilitando el control, la estandarización de los procesos.

Desde un punto de vista innovador, este estudio busca demostrar que el uso de herramientas como Excel, Arcgis, Autocad, Google Earth pueden integrarse eficazmente para desarrollar una solución geoespacial aplicada a la gestión territorial en proyectos de infraestructura, adoptar un enfoque mixto, que combina el análisis cuantitativo de datos y la interpretación cualitativa de normas y procesos administrativos, permitiendo así una visión integral al proyecto en mención.

En conclusión, el estudio no solo contribuye con el conocimiento técnico en el ámbito de la gestión predial y territorial, sino que también propone una metodología aplicable a otros proyectos de infraestructura vial, destacando el uso estratégico de las herramientas geomáticas como planificación y ejecución de obras.

## **2. Planteamiento del problema**

En la gestión de proyectos de infraestructura vial, la actualización y precisión de la información sobre la gestión predial es un factor crucial para la toma de decisiones y la planificación efectiva.

A nivel general, la gestión predial en Colombia y particularmente en el proyecto vial del tramo Neiva – Campoalegre (Huila) enfrenta limitaciones significativas relacionadas con la falta de integración, sistematización y espacialización de la información. Actualmente, es común que las consultas sobre el estado de los predios, su ubicación, situación jurídica y grado de afectación dentro de un proyecto, se realicen a través de archivos alfanuméricos dispersos, como hojas de cálculo en Excel, o mediante planos en software como AutoCAD, que no cuentan con sistemas de referencia espacial ni permiten la vinculación dinámica con bases de datos. Esta situación genera procesos operativos ineficientes, repetitivos y propensos a errores, lo cual afecta directamente la capacidad de seguimiento, actualización y reporte oportuno del avance predial. La carencia de una plataforma que centralice la información y permita visualizar espacialmente los predios limita la toma de decisiones, retrasa la identificación y debilita la trazabilidad de las actividades dentro de la gestión predial.

Ante esta situación, las herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) ofrecen una solución innovadora y efectiva para mejorar la gestión predial en proyectos de infraestructura vial. Estas tecnologías permiten recopilar, analizar y visualizar datos espaciales de manera dinámica y en tiempo real, facilitando la identificación de predios afectados, la actualización de su estado jurídico y el seguimiento de procesos administrativos.

Implementar SIG en este contexto no solo optimizaría la administración de la información predial, sino que también contribuiría a la toma de decisiones con información más precisa, reduciendo los riesgos de retrasos y promoviendo una mayor transparencia en la ejecución del proyecto.

### **2.1. Antecedentes.**

Desde el año 2013, Colombia ha venido implementando una modernización significativa en su infraestructura vial, con el objetivo de responder a las exigencias del comercio internacional,

reducir los costos logísticos y promover el desarrollo territorial. Esta transformación fue respaldada legalmente por la Ley 1682 de 2013, que dio origen a la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), encargada de estructurar y ejecutar proyectos viales mediante esquemas de Asociación Público-Privada, como las concesiones 4G y 5G (Brigard Urrutia, 2023) Gracias a esta estrategia, se han proyectado beneficios como la reducción del 30 % en los tiempos de viaje de mercancías, una disminución del 20 % en los costos operacionales vehiculares y un aporte significativo a la reducción de emisiones de dióxido de carbono (Sebastian, 2023) Esta experiencia demuestra cómo una adecuada planificación, apoyada en herramientas tecnológicas y un marco normativo sólido, puede mejorar la gestión de grandes proyectos. En nuestro caso, estos principios se pueden aplicar mediante el uso de herramientas geomáticas para el monitoreo de la gestión predial, optimizando procesos como la adquisición de predios, las compensaciones y la organización del territorio.

A nivel regional, el Departamento del Huila ha venido avanzando en la planificación de su infraestructura vial mediante el proyecto “Formulación de los Planes Viales Municipales, Actualización del Plan Vial Departamental y Caracterización de la Red Vial del Huila” para el periodo 2024–2027, liderado por la Secretaría de Vías e Infraestructura. Esta iniciativa, que se articula con los lineamientos del Sistema Integral Nacional de Carreteras (SINC), destaca la importancia de contar con información georreferenciada confiable y actualizada como base para una adecuada toma de decisiones en la planeación vial. En este contexto, el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se vuelve clave, ya que permiten una caracterización detallada del territorio y apoyan procesos como la gestión predial y ambiental. Para nuestro proyecto, esta experiencia resalta cómo los SIG no solo mejoran la precisión en el análisis territorial, sino que también optimizan las acciones relacionadas con el seguimiento y planificación de predios afectados por proyectos viales (Gobernación del Huila, 2025)

En el marco de la planificación de proyectos de infraestructura vial, el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) publicó en 2020 el *Apéndice Predial*, un documento técnico que proporciona lineamientos clave para la correcta ejecución de la gestión predial. Este instrumento subraya la importancia de contar con información georreferenciada precisa y sistemas de monitoreo eficaces que permitan hacer seguimiento continuo al proceso de adquisición de predios. Además, plantea la necesidad de identificar posibles retrasos y garantizar que se cumplan las metas establecidas en los cronogramas del proyecto (INVIAS, 2020) En el contexto de nuestro proyecto, este documento

representa una guía valiosa, ya que respalda el uso de herramientas geomáticas para asegurar una gestión predial más organizada, transparente y eficiente, lo cual es fundamental cuando se trabaja en la planificación de tramos viales con múltiples actores e impactos territoriales.

Como complemento a las iniciativas de planificación territorial en el Huila, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) desarrolló un geoportal que permite visualizar la cartografía ambiental del departamento. Esta plataforma ha resultado muy útil para integrar información espacial con variables ambientales, lo cual es fundamental en el desarrollo de proyectos de infraestructura que deben cumplir con criterios de sostenibilidad y normativas ambientales vigentes. En la práctica, herramientas como QGIS, ArcGIS, AutoCAD Map 3D y Google Earth han sido esenciales para realizar análisis técnicos, especialmente en zonas con alta sensibilidad ecológica, ya que permiten identificar áreas protegidas, cuerpos de agua y otros elementos clave para la toma de decisiones (Magdalena, 2019) En nuestro proyecto, esta experiencia reafirma la importancia de incorporar herramientas geomáticas no solo para la gestión predial, sino también para asegurar que el desarrollo vial se lleve a cabo con un enfoque ambientalmente responsable.

Asimismo, en 2024, el Ministerio de Transporte de Colombia actualizó la metodología para el reporte de información al SINC, buscando estandarizar criterios técnicos y mejorar la calidad de los datos recopilados por las entidades territoriales. Esto obliga a que cualquier herramienta tecnológica o geovisor implementado en proyectos viales esté alineado con dichos lineamientos para asegurar la interoperabilidad (Ministerio de transporte, 2024)

Desde una perspectiva académica, Castro Henao y Domínguez (2022) desarrollaron un geovisor orientado a la gestión predial en Antioquia, obteniendo resultados positivos en cuanto al acceso a la información actualizada y la generación de reportes en tiempo real. Por su parte, (Sanchez, 2024) analizó los principales factores que afectan la eficiencia en la gestión predial, entre ellos, la falta de articulación entre bases catastrales, la obsolescencia de datos y la baja digitalización del proceso.

Diversos estudios recientes han demostrado que la aplicación de tecnologías geomáticas en la gestión predial aporta significativamente al control técnico y la eficiencia en proyectos de infraestructura vial. Por ejemplo, Gutiérrez (2021) y (Acosta, 2018) destacan el uso de herramientas como la tira topográfica digital y las geodatabases, las cuales permiten visualizar en tiempo real las afectaciones prediales, facilitando así la trazabilidad de las decisiones técnicas y administrativas. De manera complementaria, investigaciones como las de (Rodríguez, 2017) (Presiga, 2023) (Becerra Avila, 2019) (Hernández, 2021) y (Cubides, 2021) coinciden en que la incorporación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) no solo mejora la gestión técnica y administrativa de los proyectos viales, sino que también fortalece la transparencia, ayuda a prevenir conflictos relacionados con los predios y promueve una mejor concertación con las comunidades involucradas. En este sentido, nuestro proyecto se ve fortalecido al adoptar estos enfoques, ya que las herramientas geomáticas permitirán una gestión predial más clara, eficiente y alineada con criterios de responsabilidad social y territorial.

A nivel nacional, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) ha impulsado desde 2019 una estrategia de articulación entre Catastro, Registro y Planeación con el objetivo de mejorar la gestión predial en proyectos de infraestructura de gran escala. Esta articulación se ha promovido mediante el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), lo cual facilita los procesos de adquisición predial al integrar información espacial, jurídica y administrativa de manera más eficiente (Borroero, 2023) Además, la Ley 1955 de 2019, que corresponde al Plan Nacional de Desarrollo, establece directrices para el uso de tecnologías geoespaciales como soporte técnico clave para el desarrollo de la infraestructura vial del país (Colombia, 2025) En el contexto de nuestro proyecto, estas políticas son fundamentales, ya que respaldan el uso de herramientas geomáticas como medios para lograr una gestión predial más estructurada, trazable y alineada con las metas del desarrollo territorial.

Desde un enfoque global, la Organización de las Naciones Unidas (UN-GGIM, 2020) y la FAO (2017) han documentado experiencias exitosas de uso de SIG en países como México y Chile, donde estas herramientas han facilitado la planificación territorial, mitigado conflictos prediales y fortalecido la gestión sostenible del suelo.

Estos antecedentes reafirman que la incorporación de herramientas geomáticas es una estrategia clave para mejorar los procesos de planificación, seguimiento y control predial en proyectos de infraestructura vial. En este sentido, el presente trabajo propone una solución basada en SIG orientada al monitoreo de la gestión predial en el tramo vial Neiva–Campoalegre (Huila), articulando las herramientas tecnológicas disponibles con los marcos normativos y técnicos vigentes.

En el Eje Cafetero, (Corredor, 2020) desarrollaron un sistema de monitoreo predial en tiempo real a partir de la implementación de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), lo que permitió optimizar significativamente la gestión predial en proyectos viales de la región. Su estudio evidenció que, al digitalizar los procesos mediante el uso de mapas interactivos y formularios georreferenciados, se logró una reducción del 35 % en los tiempos requeridos para la validación de predios. Además, se fortaleció la transparencia en los procesos de compensación y legalización predial, lo que generó mayor confianza entre las comunidades y las entidades responsables. Este caso es especialmente útil para nuestro proyecto, ya que demuestra cómo el uso adecuado de tecnologías SIG puede agilizar los procedimientos, facilitar el seguimiento y aumentar la eficiencia en cada etapa de la gestión predial (Corredor & Mejía, 2020).

(Sepúlveda, 2019) llevaron a cabo un estudio enfocado en la gestión de predios en zonas rurales caracterizadas por alta presión territorial, encontrando que más del 60 % de los predios involucrados en proyectos viales presentaban conflictos de tenencia. Esta situación evidenció la necesidad de contar con herramientas técnicas que permitieran gestionar con mayor precisión los procesos de adquisición predial. En este contexto, la implementación de plataformas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) resultó fundamental, ya que permitió identificar y mapear con claridad las áreas en disputa, superposiciones entre predios y otras afectaciones relevantes. Gracias a ello, fue posible aportar información objetiva y georreferenciada para apoyar la resolución de conflictos y tomar decisiones más transparentes y fundamentadas. Este enfoque resulta muy pertinente para nuestro proyecto, ya que demuestra cómo los SIG pueden ser clave para abordar de manera técnica y eficiente los problemas de tenencia en territorios complejos (Cárdenas & Sepúlveda, 2019).

En el campo de la teledetección, Pérez y Valenzuela (2021) demostraron que el uso de sensores remotos, ortofotos y capas ráster en plataformas SIG como ArcGIS puede ser una herramienta eficaz para identificar afectaciones prediales directamente desde la oficina. Este enfoque permite analizar zonas de difícil acceso sin necesidad de desplazamientos constantes, lo que representa un ahorro considerable en términos de tiempo y recursos logísticos. Además, el uso de estos insumos geoespaciales posibilita la generación de alertas tempranas ante posibles conflictos de ocupación o irregularidades en la delimitación predial. Para nuestro proyecto, este estudio es especialmente útil, ya que destaca el valor de integrar tecnologías de percepción remota en la gestión predial, permitiendo una planificación más proactiva y precisa en el marco de la infraestructura vial (valenzuela, 2021)

En la región del Magdalena Medio, Moreno y Rodríguez (2022) desarrollaron una base de datos espacial utilizando la plataforma QGIS, con el fin de integrar información catastral, jurídica y ambiental de los predios involucrados en un proyecto vial. Esta integración permitió construir un sistema geográfico robusto, en el cual la interoperabilidad entre las distintas capas temáticas facilitó la priorización de los procesos de adquisición predial. Gracias a esta estructuración de datos, fue posible mejorar la trazabilidad de los procedimientos legales, lo que permitió llevar un control más preciso sobre el estado de cada predio y su respectiva gestión. Para nuestro proyecto, este caso representa una referencia técnica muy valiosa, ya que evidencia cómo el uso adecuado de herramientas SIG y el manejo estructurado de información espacial pueden optimizar significativamente la planificación y ejecución predial en obras de infraestructura (A, 2022)

En el proyecto vial de la vía Ibagué–Cajamarca, Ramírez (2023) desarrolló un visor web geográfico orientado a la gestión predial, el cual integró información recolectada desde dispositivos móviles directamente en campo. Esta herramienta permitió sincronizar los datos en tiempo real con las oficinas técnicas encargadas del seguimiento, lo que redujo significativamente los errores por transcripción manual y mejoró la calidad de los datos. Además, facilitó la elaboración de informes prediales consolidados, agilizando el análisis y la toma de decisiones en las etapas de adquisición y legalización. Esta experiencia demuestra la importancia de implementar soluciones geomáticas conectadas con dispositivos móviles para lograr una gestión predial más eficiente, precisa y

actualizada, lo cual resulta especialmente útil en nuestro proyecto enfocado en la trazabilidad predial en infraestructura vial (P, 2023)

Hernández y López (2020) realizaron un estudio en el que analizaron el potencial de integrar AutoCAD Civil 3D con plataformas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para mejorar el diseño y la planificación de trazados viales. Su investigación concluyó que la combinación de estas herramientas permite identificar con mayor precisión los predios afectados por proyectos de infraestructura lineal, lo cual resulta fundamental para evitar errores topográficos frecuentes durante las etapas iniciales de diseño. Esta integración tecnológica facilita la alineación entre el diseño geométrico del proyecto y las condiciones reales del terreno, mejorando así la eficiencia en la planificación predial. En el contexto de nuestro proyecto, esta experiencia refuerza la utilidad de vincular software de diseño con herramientas SIG para optimizar los análisis espaciales y minimizar impactos prediales no previstos (Lopez, 2020)

La Agencia Nacional de Tierras (2020) implementó el Catastro Multipropósito como una política nacional para mejorar la calidad de la información predial. Esta estrategia fomenta el uso de herramientas SIG para armonizar las bases de datos catastrales, registrales y geoespaciales, siendo una referencia obligatoria para los proyectos de infraestructura que requieren información territorial confiable y actualizada.

(Borrore, 2023)

Zuluaga (2021) propuso una metodología innovadora basada en el uso de drones y técnicas de procesamiento digital de imágenes para la actualización de inventarios prediales en zonas rurales caracterizadas por alta dispersión territorial. Esta estrategia permitió generar cartografía detallada con alta precisión espacial, superando las limitaciones de las metodologías tradicionales que suelen presentar mayores márgenes de error y requieren más tiempo en campo. Al aplicar esta técnica, se logró optimizar el levantamiento de información geográfica en áreas de difícil acceso, lo que representa un avance significativo en términos de eficiencia, cobertura y calidad de los datos prediales. En el marco de nuestro proyecto, esta experiencia demuestra el valor de incorporar tecnologías aéreas no tripuladas y procesamiento digital como apoyo para actualizar de manera ágil y confiable la información territorial en corredores viales (Zuluaga, 2021)

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2019) emitió lineamientos técnicos orientados a armonizar el ordenamiento territorial con los proyectos de infraestructura vial, promoviendo una visión integrada entre el desarrollo urbano-rural y la planificación de obras públicas. En este documento se resalta la necesidad de utilizar herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como apoyo para alinear los usos del suelo con los requerimientos legales y ambientales asociados a las intervenciones viales. Esta integración permite una planificación espacial más eficiente, evita conflictos normativos y fortalece la sostenibilidad del desarrollo territorial. En nuestro proyecto, estos lineamientos son relevantes, ya que respaldan el uso de geo tecnologías como una práctica recomendada para garantizar que la gestión predial y la infraestructura vial se ejecuten de manera coordinada con las políticas de ordenamiento del territorio (Minvivienda.gov.co, 2019)

En el proyecto vial de la vía Bucaramanga–Pamplona, Ortega y Londoño (2023) implementaron un sistema de información geográfica (SIG) para hacer seguimiento a la gestión predial, encontrando que uno de los principales retos era la falta de estandarización en las nomenclaturas utilizadas en las bases de datos prediales. Esta situación generaba inconsistencias en el análisis y dificultaba la integración de información entre entidades. Además, los autores resaltaron el uso de mapas interactivos como una herramienta pedagógica efectiva para socializar el proyecto con las comunidades rurales, lo cual favoreció una mayor aceptación social del mismo. En el contexto de nuestro proyecto, esta experiencia demuestra la importancia de contar con bases de datos limpias y estandarizadas, y de utilizar recursos visuales interactivos para facilitar el diálogo con los actores territoriales involucrados (Londoño, 2023)

### 3. Justificación

La gestión predial es un proceso clave en la ejecución de proyectos de infraestructura vial, ya que permite la adquisición legal y oportuna de los terrenos necesarios para su desarrollo.

Sin embargo, la falta de integración sistematizada que centralice la información catastral y jurídica genera retrasos significativos en los procedimientos administrativos, afectando la planificación y ejecución de los proyectos. La motivación principal de esta investigación radica en la necesidad de optimizar estos procesos mediante la implementación de herramientas geomáticas, lo que permitirá mejorar los procedimientos repetitivos e ineficientes. Desde un enfoque práctico, esta investigación responde a la problemática concreta de la ineficiencia en la gestión predial, mientras que, desde un enfoque teórico, contribuirá al análisis de cómo las herramientas geomáticas como QGIS y ArcGIS pueden mejorar la administración de datos en proyectos de infraestructura.

El uso de las herramientas geomáticas para este proyecto facilitará la toma de decisiones, reducirá los tiempos de respuesta y permitirá una mejor planificación de las actividades prediales, contribuyendo así al desarrollo de la infraestructura vial a nivel regional. Además, el uso de las herramientas permitirá una correcta distribución de metas y una asignación eficiente de recursos humanos, optimizando el enfoque de esfuerzos del personal encargado del proceso. Esto beneficiará tanto a las entidades y empresas ejecutoras de los proyectos viales como a la sociedad en general, al garantizar una infraestructura más eficiente y oportuna.

Desde una perspectiva innovadora, este proyecto representa un avance metodológico en la gestión predial al aplicar herramientas geomáticas para el monitoreo geoespacial de los predios involucrados en un proyecto de infraestructura vial. A diferencia de las metodologías tradicionales basadas en registros físicos o bases de datos dispersas, la aplicación de herramientas geomáticas permitirá consolidar información en tiempo real, estandarizar procedimientos y facilitar la interoperabilidad entre entidades. Esta investigación contribuirá al conocimiento científico en el ámbito de la gestión territorial y podrá servir de referencia para futuras aplicaciones en otros proyectos de infraestructura, tanto a nivel nacional como internacional.

## **4. Objetivos**

### **4.1 Objetivo general**

Establecer la utilidad de las herramientas geomáticas en el monitoreo y actualización de la información dentro de la gestión predial realizada en el proyecto vial Neiva – Campoalegre (Huila).

### **4.2 Objetivos específicos**

- Recopilar, analizar y depurar la información predial, proveniente de fuentes analógicas y digitales, con el fin de preparar su integración en un entorno geomático.
- Generar la base de datos espacial correspondiente a los predios ubicados en la zona de estudio.
- Realizar análisis prediales a través de la herramienta geomáticas.
- Elaborar productos cartográficos orientados a la gestión predial, mediante el uso de herramientas geomáticas.

## 5. Marco teórico

### 5.1 La gestión predial en proyectos de infraestructura vial

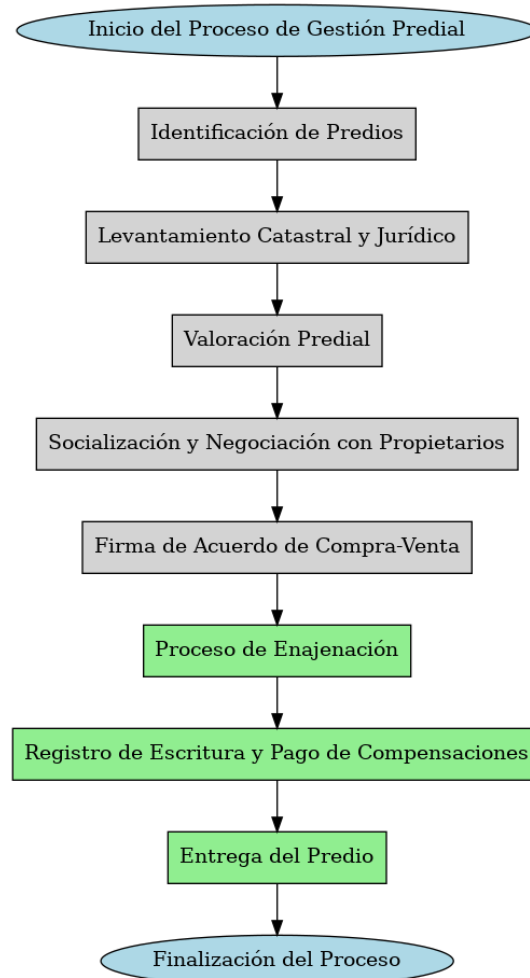
En Colombia, la gestión predial es una fase crítica dentro del desarrollo de proyectos de infraestructura, especialmente en aquellos de carácter vial, ya que condiciona la disponibilidad física y jurídica de los terrenos requeridos para la ejecución de obras. Esta etapa se refiere al conjunto de actividades técnicas, jurídicas y administrativas que permiten identificar, valorar, adquirir y legalizar los predios necesarios para el desarrollo del proyecto, así como gestionar los acuerdos con sus propietarios o poseedores y garantizar su entrega libre de obstáculos.

Con la entrada en vigor de la Ley 1682 de 2013, conocida como Ley de Infraestructura, y sus decretos reglamentarios, se establecieron lineamientos normativos para agilizar los procedimientos de adquisición predial. A su vez, la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) han dispuesto instrumentos técnicos como el Apéndice Técnico 7 - Gestión Predial, que define los requerimientos documentales, bases de datos mínimas, procedimientos y productos que deben elaborarse durante esta fase (ANI, 2021) En este sentido, la gestión predial no solo debe cumplir con principios legales, sino también con estándares técnicos que permitan garantizar trazabilidad, transparencia y eficiencia.

### 5.2 Etapas del proceso de gestión predial

El proceso de gestión predial se estructura en diversas etapas que, aunque pueden variar en su forma de ejecución según el tipo de proyecto o entidad contratante, conservan una lógica secuencial común. La Figura 1 ilustra de forma simplificada las principales etapas del proceso, desde la identificación de los predios hasta su entrega formal para la ejecución de la obra.

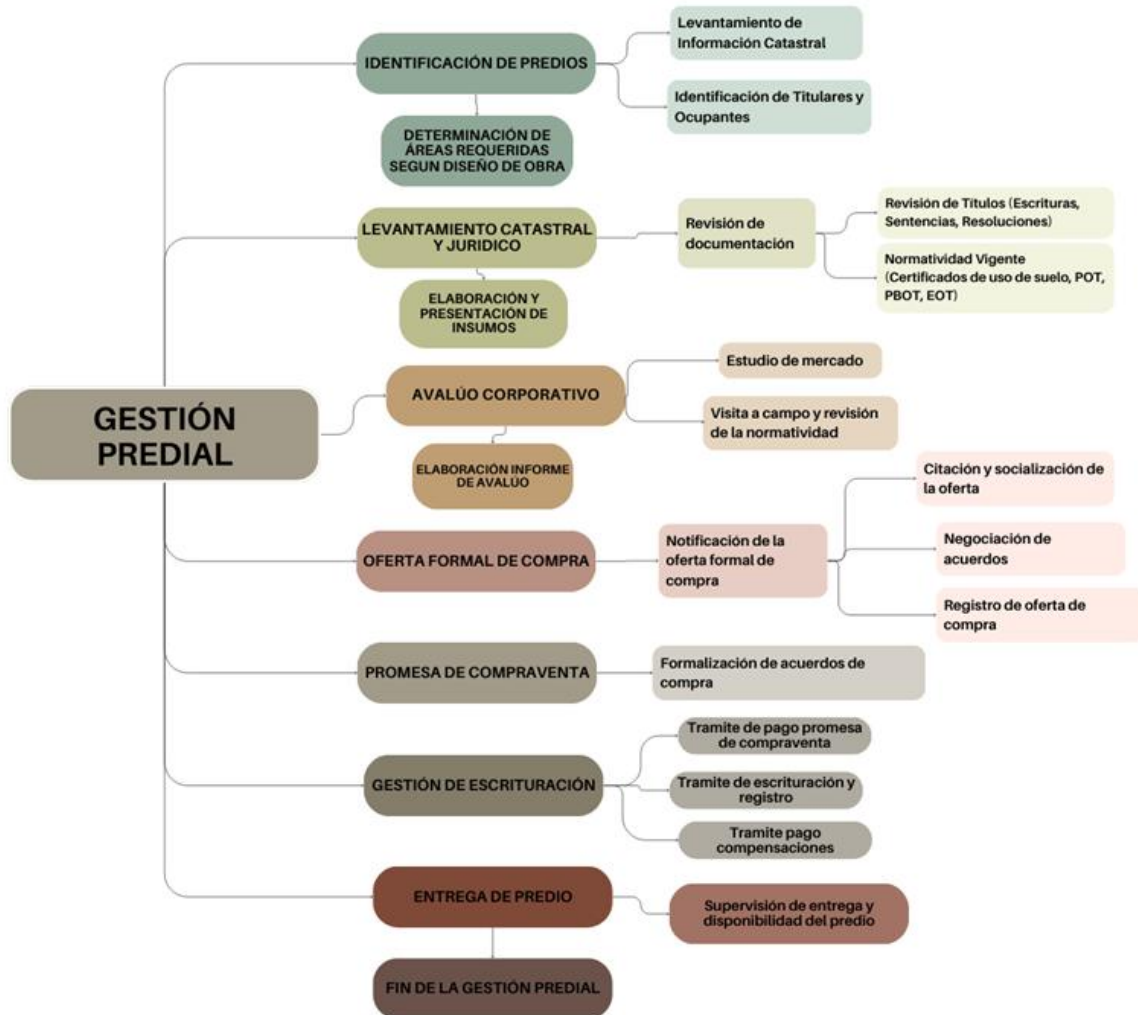
**Figura 1.** *Etapas del proceso de gestión predial*



Cada una de estas etapas implica una serie de procedimientos internos que integran el levantamiento de información física y jurídica, análisis normativo, evaluación económica, tramitación de instrumentos notariales y, en ocasiones, la expropiación administrativa. La complejidad de este proceso exige una correcta sistematización de los datos, coordinación interinstitucional y seguimiento técnico riguroso.

Para comprender en mayor detalle los procedimientos involucrados, la Figura 2 desglosa las etapas en subprocesos y actividades específicas, tal como lo establecen los manuales operativos de las entidades contratantes. Esta representación permite identificar los puntos clave en los que se requiere consolidar información alfanumérica, gestionar trámites legales o aplicar criterios técnicos como la normatividad de uso del suelo o los avalúos corporativos.

**Figura 2.** *Desglose de procesos de gestión predial*



Entre los componentes más relevantes se destacan:

**5.2.1. Identificación predial:** Dentro de los procesos técnicos que anteceden al inicio formal de la gestión predial, la identificación de las áreas requeridas para el desarrollo de la infraestructura constituye un insumo fundamental. Este proceso tiene como propósito determinar espacialmente los polígonos que deberán ser gestionados, partiendo del diseño vial aprobado y la línea de compra predial definida por el constructor o diseñador del proyecto. En otras palabras, es el punto de articulación entre el diseño geométrico del proyecto y la intervención sobre los predios existentes.

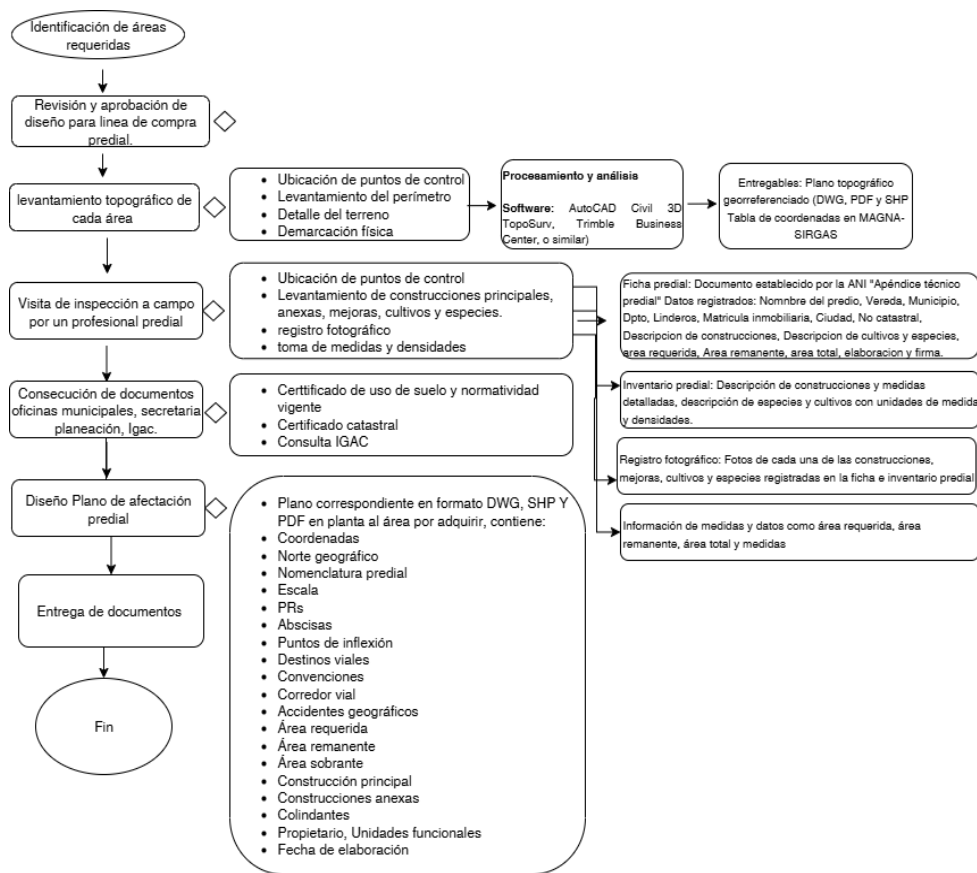
El procedimiento inicia con la revisión del diseño aprobado, que debe incluir planos DWG con la línea de adquisición o área a gestionar. A partir de esta línea, se realiza el levantamiento topográfico de cada área, en el que se marcan físicamente los límites, se ubican puntos de control y se definen perímetros precisos. Este levantamiento debe realizarse con equipos geodésicos ajustados al sistema de referencia oficial en Colombia (MAGNA-SIRGAS), de forma que los insumos obtenidos (archivos DWG, SHP y PDF) puedan ser integrados sin pérdida de precisión en entornos SIG.

Posteriormente, un profesional predial ejecuta una visita de inspección a campo, durante la cual se realiza el inventario detallado de construcciones, mejoras y cultivos. Este registro se complementa con material fotográfico y con la toma de medidas necesarias para la elaboración de la ficha predial y el inventario técnico exigido por el Apéndice Técnico 7 de la ANI.

De manera paralela, se recopilan documentos normativos y catastrales de diferentes fuentes institucionales, los cuales se integran con la información de campo para consolidar la información base del predio. Con estos insumos, se elabora el Plano de Afectación Predial, documento técnico que delimita el área a adquirir y que debe contener información como coordenadas, nomenclatura predial, PRs, puntos de inflexión, colindancias, área requerida, remanente y sobrante, así como las construcciones principales.

Este proceso técnico garantiza que las decisiones en la gestión predial se sustenten en datos georreferenciados, verificables y estandarizados, lo cual facilita su integración en sistemas de información geográfica. La **Figura 3** sintetiza de manera esquemática el flujo de trabajo seguido para identificar las áreas requeridas, desde la aprobación del diseño hasta la entrega de los documentos técnicos correspondientes.

Figura 3. Procedimiento técnico



**5.2.2. Levantamiento catastral y jurídico:** Una de las etapas fundamentales dentro del proceso de gestión predial es el levantamiento catastral y jurídico, el cual tiene como finalidad consolidar una visión integral del estado legal y físico de cada predio a intervenir. Esta fase se constituye en un insumo clave para garantizar que los procesos de adquisición y enajenación se realicen con seguridad jurídica y conforme a lo estipulado en el Apéndice Técnico 7 de la ANI (ANI, 2021)

Desde el punto de vista catastral, el levantamiento implica la recopilación de información relacionada con el área del predio, linderos, ubicación, uso del suelo y presencia de construcciones o mejoras. Esta información es contrastada con fuentes oficiales como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y bases catastrales municipales, y complementada con inspecciones en campo. En dicha visita, se ubican y describen las

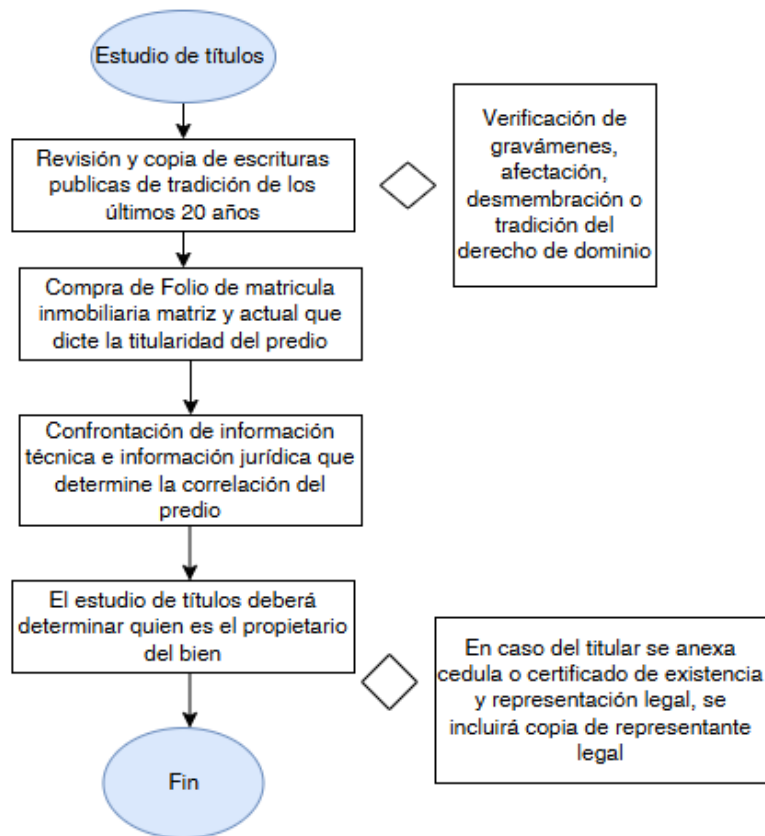
construcciones principales y anexas, se identifican cultivos o elementos productivos y se toman medidas y densidades, conforme a la metodología del inventario predial.

En paralelo, se realiza el levantamiento jurídico, que contempla el análisis de la titularidad y situación legal del bien. Este proceso inicia con la revisión de los documentos de tradición, incluyendo las escrituras públicas correspondientes a los últimos 20 años, conforme a la práctica establecida en el estudio de títulos. Asimismo, se adquiere el folio de matrícula inmobiliaria, tanto matriz como actual, el cual permite verificar la información sobre el propietario inscrito y los gravámenes que puedan afectar el dominio del predio (embargos, hipotecas, servidumbres, etc.).

Una etapa crítica de este proceso es la confrontación entre la información técnica y la jurídica, cuyo objetivo es validar que los datos físicos del predio (localización, área, colindancias) coincidan con los descritos en los documentos legales. Esta correlación es necesaria para determinar la seguridad jurídica del bien y evitar futuras controversias durante la adquisición.

El estudio de títulos debe permitir determinar con claridad la titularidad del predio, es decir, establecer si la persona registrada es efectivamente el propietario y si cuenta con capacidad legal para enajenar el bien. En caso de ser una persona jurídica, se deberá anexar el certificado de existencia y representación legal, junto con la copia del representante legal correspondiente.

Además, como se ilustra en la Figura 4, durante este proceso también se verifica la existencia de condiciones especiales como afectaciones urbanísticas, desmembraciones, o limitaciones al dominio, las cuales pueden alterar la viabilidad de la adquisición. Este procedimiento jurídico no solo aporta seguridad legal al proceso, sino que también permite una adecuada planeación financiera y técnica para las siguientes fases del proyecto.

**Figura 4.** *Procedimiento jurídico*

- **Avalúo corporativo:** valoración técnica conforme a la normatividad vigente, incluyendo mejoras y cultivos.
- **Negociación:** citación, socialización y registro de la oferta formal de compra.
- **Formalización y adquisición:** firma de promesas, escrituras, pagos y registro.
- **Entrega del predio:** supervisión de la disponibilidad física del bien para la obra.

Estos procesos, en conjunto, exigen una infraestructura documental robusta y una base de datos depurada que permita el seguimiento de cada predio, su estado jurídico, su disponibilidad y los hitos del proceso de adquisición. Es aquí donde el uso de herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) cobra especial relevancia, al permitir integrar la información espacial y alfanumérica en un entorno interoperable que facilita el control y análisis del avance predial.

### 5.3 Problemáticas asociadas a la gestión predial convencional

Pese a la existencia de marcos normativos y técnicos claramente definidos, en la práctica se presentan múltiples dificultades en el proceso de gestión predial, especialmente cuando la información es manejada en formatos ofimáticos dispersos (Excel, Word, AutoCAD), sin una estructura normalizada o sistemas que permitan visualizar espacialmente los avances.

Entre los principales problemas identificados se encuentran:

- Falta de integración entre bases gráficas (DWG) y alfanuméricas (sabana predial).
- Duplicidad o inconsistencia de datos entre diferentes fuentes.
- Dificultad para realizar consultas temáticas o reportes dinámicos.
- Carencia de herramientas de visualización que respalden la toma de decisiones.
- Obstáculos para el seguimiento del estado predial en tiempo real.

Estos vacíos justifican la necesidad de avanzar hacia procesos más integrados, donde el componente geoespacial se articule con las bases de datos prediales a través de un modelo SIG. Como lo señala el IGAC (2018), los Sistemas de Información Geográfica permiten integrar datos gráficos y alfanuméricos, facilitando el análisis de coberturas, usos del suelo, afectaciones prediales y normativas vigentes en un entorno digital interoperable.

Además, los SIG se convierten en una herramienta fundamental para el monitoreo, evaluación y toma de decisiones, al permitir la gestión espacial de los predios involucrados, su estado jurídico y su disponibilidad física (*Salazar, 2020*) La ANI también reconoce que los SIG permiten mejorar la trazabilidad de los procesos, especialmente cuando es necesario cruzar información jurídica, técnica y económica. (*Paul A. Longley, 2015*) resumen esta potencialidad señalando que los SIG permiten gestionar información espacial y temática de forma integrada, lo cual es esencial en procesos tan complejos como la gestión predial.

## 6. Metodología

En este capítulo se desarrollará la metodología a utilizar en el desarrollo del trabajo de grado indicando el enfoque metodológico utilizado, el diseño metodológico a desarrollar y las etapas que hacen parte de esta.

### 6.1 Enfoque metodológico

El presente estudio adopta un **enfoque mixto**, combinando métodos **cuantitativos y cualitativos** para abordar la problemática de la desactualización de la información sobre la gestión predial en proyectos de infraestructura vial.

El enfoque cuantitativo se emplea en la recopilación, estructuración y análisis de datos alfanuméricos y geoespaciales, lo que permite una representación objetiva de la situación actual de los predios en la zona de estudio.

El enfoque cualitativo complementa este análisis mediante la interpretación de la normativa vigente, la identificación de los procesos administrativos involucrados y la validación del sistema geoespacial con actores clave en la gestión predial. Esta combinación garantiza un análisis integral, permitiendo no solo caracterizar los procesos de gestión predial, sino también desarrollar e implementar una herramienta SIG para su monitoreo y seguimiento.

### 6.2 Tipo de estudio

El estudio se clasifica como exploratorio y descriptivo-aplicado.

**6.2.1. Exploratorio**, porque se analiza la normativa, los procedimientos administrativos y la integración de datos en herramientas geomáticas para la gestión predial, un área con escasa documentación en proyectos de infraestructura vial en Colombia.

**6.2.2. Descriptivo-aplicado**, ya que busca caracterizar el estado actual de la gestión predial en la zona de estudio, categorizando los predios según su estado y desarrollando un modelo de datos espaciales que facilite su integración en un SIG.

El estudio no solo documenta y analiza la situación actual, sino que también propone e implementa soluciones tecnológicas para optimizar la gestión predial en proyectos viales.

## 7. Procedimiento

El proceso metodológico se desarrolla en 4 etapas interrelacionadas:

### **7.1 Etapa 1: Análisis técnico, depuración y estandarización de la información predial consolidada**

Esta etapa se enfoca en el análisis, validación técnica y estandarización de la información predial previamente recopilada y consolidada en el marco del cumplimiento del Apéndice Técnico 7 de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI). Dicha información, proveniente de fuentes institucionales y archivos físicos y digitales, incluye planos, escrituras, certificados catastrales, archivos en formato .DWG o .DXF de AutoCAD y bases de datos alfanuméricas en Excel, entre otros.

#### ***7.1.1 Análisis Técnico***

Como punto de partida del proceso de depuración y estandarización de la información predial, se llevó a cabo un análisis técnico exhaustivo del archivo DWG correspondiente a la Unidad Funcional 1. Este archivo, generado en entorno AutoCAD, contiene un conjunto diverso de capas gráficas que integran información tanto geométrica como simbólica, utilizada en el desarrollo de diseños viales y urbanísticos.

El objetivo principal de esta revisión fue identificar y clasificar las capas con base en su relevancia para los fines específicos del análisis predial, distinguiendo aquellas que aportan información útil para la delimitación, clasificación y caracterización de los predios, de aquellas que corresponden a elementos complementarios, decorativos, de referencia externa o generadas por defecto por el software.

La metodología consistió en una revisión visual y categorización manual de cada capa listada en el archivo, tomando como criterio de utilidad su aporte a la identificación de límites prediales, tipologías de afectación, representación de la infraestructura vial proyectada, referencias catastrales y demás insumos que respaldan los requerimientos de la gestión predial. Entre las capas identificadas como esenciales se destacan: LINDERO, LINDERO\_PREDIOS, LIMITE PREDIAL, BORDE DE VIA, EJE\_PROYECTADO, PREDDIO, PREDIO\_ADQUIRIDO, PREDIO\_DISPONIBLE, PREDIO\_REQ, ZONA DE EXCLUSION, FUENTES HIDRICAS y RONDAS DE RIO, entre otras. Estas capas contienen la información fundamental para la

definición espacial y normativa de las áreas objeto de análisis, por lo que fueron marcadas como insumo base para su posterior incorporación al entorno SIG.

**Tabla 1.** Estandarización de la información predial.

ID	Nombre de capa	Clasificación final
1	ACCESO	Basura
2	ARQ_I-AMOBAMIEN TO	Elementos del mobiliario urbano
3	ARQ_I-HATCH BALDOSAS	Elementos del mobiliario urbano
4	ARQ_I-HATCH PISOS	Elementos del mobiliario urbano
5	LINDERO	Esencial
6	0	Basura
7	A-AREA	Elementos del mobiliario urbano
8	A-AREA-IDEN	Elementos del mobiliario urbano
9	A-DETL	Elementos del mobiliario urbano
10	A-DETL-THIN	Elementos del mobiliario urbano
11	A-DOOR	Elementos del mobiliario urbano
12	A-DOOR-FRAM	Elementos del mobiliario urbano
13	A-FLOR-HRAL	Elementos del mobiliario urbano
14	A-FLOR-PATT	Elementos del mobiliario urbano
15	A-GENM	Elementos del mobiliario urbano
16	A-GLAZ	Elementos del mobiliario urbano
17	A-WALL-PATT	Elementos del mobiliario urbano
18	ABS PREDIAL-200	Textos
19	Abs_CD	Textos
20	Abs_CI	Textos
21	ABSCISAS	Textos
22	ABSCISAS_PREDIAL	Textos
23	ACHURADO	Elementos de diseño visual
24	AR ACHURADOS	Elementos de diseño visual
25	AR EJES	Diseño geométrico
26	ARBOL 0 0 1_dwg	Basura
27	ARBOL 0_dwg	Basura
28	ARBOLES	Basura
29	AREA_SERVICIO_UF7	Basura
30	ATR02	Diseño geométrico
31	ATR03	Diseño geométrico
32	automóvil	Elementos del mobiliario urbano
33	BORDE DE VIA	Diseño geométrico
34	BORDE_CARRIL	Diseño geométrico
35	BORDE_VIA_PROYECTADA	Diseño geométrico
36	C-PRKG-HDLN	Basura

<b>ID</b>	<b>Nombre de capa</b>	<b>Clasificación final</b>
37	C-ROAD-BORDE CARRIL	Diseño geométrico
38	C-ROAD-CORR	Diseño geométrico
39	C-ROAD-CORTE-CHAFLAN	Diseño geométrico
40	C-ROAD-CORTE-INICIO	Diseño geométrico
41	C-ROAD-LINE-EXTN	Diseño geométrico
42	C-ROAD-MARK	Diseño geométrico
43	C-ROAD-RELLENO-CHAFLAN	Diseño geométrico
44	C-ROAD-RELLENO-INICIO	Diseño geométrico
45	CAPAS	Basura
46	CHAFLAN CORTE	Diseño geométrico
47	CHAFLAN RELLENO	Diseño geométrico
48	CONSTRUCCION ANEXA	Basura
49	CONSTRUCCION ANX	Basura
50	CONSTRUCCIONES	Basura
51	CONSTRUCCIONES ANEX	Basura
52	COORD 1	Referencia cartográfica
53	coor Par	Referencia cartográfica
54	cotas	Textos
55	Cuadrícula Coordenadas	Referencia cartográfica
56	CUADRO ESCALA	Referencia cartográfica
57	CUADROS	Referencia cartográfica
58	CULTIVO	Basura
59	DE_Achurados1	Elementos de diseño visual
60	DE Línea Gruesa	Diseño geométrico
61	DE Línea Media	Diseño geométrico
62	DE Proyecciones1	Diseño geométrico
63	DE Proyecciones2	Diseño geométrico
64	DE Proyecciones3	Diseño geométrico
65	Default_MERGE_OBRAS	Diseño geométrico
66	Defpoints	Basura
67	Desplazado_Arcen	Diseño geométrico
68	Desplazado_Calzada	Diseño geométrico
69	Desplazado_Eje	Diseño geométrico
70	Desplazado_Eje Sobreancho	Diseño geométrico
71	Desplazado_Giro	Diseño geométrico
72	DISEÑO	Diseño geométrico
73	EJE DE VIA PROYECTADO	Diseño geométrico
74	EJE_PROYECTADO	Diseño geométrico
75	ESTRUCTURA	Basura
76	foto	Basura
77	FUENTES HIDRICAS	Esencial

<b>ID</b>	<b>Nombre de capa</b>	<b>Clasificación final</b>
78	G-ANNO-DIMS	Basura
79	GIRO PMR_dwg	Diseño geométrico
80	GRID_NE_TXT	Elementos de diseño visual
81	GRILLA-PL 1-11	Elementos del mobiliario urbano
82	GRILLA 1_750	Referencia cartográfica
83	HH_BLOQUES	Basura
84	HS-A-FRIA	Elementos del mobiliario urbano
85	HS-A-HG	Elementos del mobiliario urbano
86	HS-ACCESORIOS	Elementos del mobiliario urbano
87	HS-DETALLES	Elementos del mobiliario urbano
88	HS-TEXTO	Elementos del mobiliario urbano
89	I-FURN-HDLN	Elementos del mobiliario urbano
90	I-FURN-PNLS	Elementos del mobiliario urbano
91	L_CORTE	Basura
92	LC_V3_AJUSTADA	Basura
93	LC_V3	Basura
94	LIMITE PREDIAL	Esencial
95	LINDEROS_PREDIOS	Esencial
96	LINEA	Diseño geométrico
97	LINEA COMPRA	Diseño geométrico
98	LINEA COMPRA_PREDIAL	Diseño geométrico
99	LOGO ANI	Elementos de diseño visual
100	Marcas_Kilometros	Basura
101	Marcas_Singulares	Basura
102	MUEBLE	Elementos del mobiliario urbano
103	MURO	Elementos del mobiliario urbano
104	MURO BAJO	Elementos del mobiliario urbano
105	no imprimir	Basura
106	obras propuesta	Basura
107	ORTOFOTOS	Basura
108	P-SANR-FIXT	Basura
109	P-SANR-FIXT-HDLN	Basura
110	PARQUEADERO	Elementos del mobiliario urbano
111	PISO	Elementos del mobiliario urbano
112	PLANTA ELECTRICA_dwg	Elementos del mobiliario urbano
113	PLANTA RCI_dwg	Elementos del mobiliario urbano
114	PLANTILLA	Elementos de diseño visual
115	Posible Alcantarilla	Basura
116	POSTES DE LUZ	Elementos del mobiliario urbano
117	PR2_PUNTO DE INFLEXION	Diseño geométrico
118	PR2_TXT2.5	Diseño geométrico
119	PREDIO	Esencial

<b>ID</b>	<b>Nombre de capa</b>	<b>Clasificación final</b>
120	PREDIO DISPONIBLE	Esencial
121	PREDIO REMANENTE	Esencial
122	PREDIO REQUERIDA	Esencial
123	PREDIO_ADQUIRIDO	Esencial
124	PREDIO_DISPONIBLE	Esencial
125	PREDIO_NO_DISPONIBLE	Esencial
126	PROY_ESTRUCTURA	Basura
127	proyeccion	Diseño geométrico
128	PV	Basura
129	Q-CASE	Basura
130	Q-SPCQ	Basura
131	Rampa	Basura
132	REMANENTE	Basura
133	REQUERIDA	Basura
134	RIO	Basura
135	RONDA DE RIO	Esencial
136	rotulo	Textos
137	Rotulos_Kilometros	Textos
138	Rotulos_Singulares	Textos
139	S-GRID	Elementos de diseño visual
140	S-GRID-IDEN	Elementos de diseño visual
141	T_TEXTO1	Textos
142	TALUD DE CORTE	Diseño geométrico
143	TALUD DE RELLENO	Diseño geométrico
144	Talud_Cabeza_Terraplen	Diseño geométrico
145	Talud_Piano_Terraplen	Diseño geométrico
146	Talud_Pie_Terraplen	Diseño geométrico
147	TEL PUBLICO_dwg	Basura
148	TEX_CONSTRUCCIONES	Textos
149	TEXTOS ROTULO	Textos
150	TEXTOS_PREDIAL	Textos
151	TEXTURAS	Textos
152	U-ACHU-254	Basura
153	U-ACHU-255	Basura
154	U-ADO-ARCILLA	Basura
155	U-ADO-ARENA	Basura
156	U-ADO-CAFE	Basura
157	U-ADO-GRIS	Basura
158	U-ADO-OCRE	Basura
159	U-ADO-VERDE	Basura
160	U-ANDEN-BORDILLO	Basura

ID	Nombre de capa	Clasificación final
161	U-ANDEN-BORDILLO-(0.20 0	Basura
162	U-LOSETA-ALERTA	Elementos del mobiliario urbano
163	U-LOSETA-GUIA	Elementos del mobiliario urbano
164	VIEW	Elementos de diseño visual
165	XREF A-PESAJE	Elementos del mobiliario urbano
166	XREF A-PROY	Elementos del mobiliario urbano
167	XREF A-SEÑALIZACION	Elementos del mobiliario urbano
168	XREF A-TEXTO-ESPACIOS	Elementos del mobiliario urbano
169	XREF-DG	Basura
170	ZONA DE EXCLUSION	Esencial

En contraste, se identificó un volumen considerable de capas que no aportan valor técnico al análisis predial, bien sea por corresponder a elementos de mobiliario urbano (ARQ\_I-AMOBILAMIENTO), detalles arquitectónicos (A-DOOR, A-FLOR-HRAL, A-WALL-PATT), infraestructura complementaria (MUEBLE, PISO, RAMPA), anotaciones técnicas o simbología (TEXTOS\_PREDIAL, ROTULOS\_SINGULARES) o incluso capas generadas por defecto o repetidas del software (0, Defpoints, XREF-\*). Estas capas fueron clasificadas como prescindibles, con el fin de reducir la carga gráfica del modelo y evitar posibles interferencias en la lectura o procesamiento geoespacial de la información.

**Tabla 2.** Estandarización de capas

Clasificación	Cantidad
Basura	49
Diseño geométrico	42
Elementos del mobiliario urbano	37
Textos	14
Esencial	13
Elementos de diseño visual	9
Referencia cartográfica	6
<b>TOTAL</b>	<b>170</b>

Previo al proceso de depuración, se identificó un total de **170 capas** en el archivo DWG correspondiente a la Unidad Funcional 1. Estas fueron clasificadas en siete categorías según su utilidad en el contexto del análisis predial: *esencial, diseño geométrico, elementos del mobiliario urbano, textos, referencia cartográfica, elementos de diseño visual y basura*. Del total, una porción

significativa corresponde a capas categorizadas como “basura”, es decir, aquellas que no presentan utilidad técnica, documental ni visual en el marco del objetivo predial, lo cual evidencia una acumulación de información redundante o proveniente de procesos de diseño paralelos. De igual forma, se observa una concentración importante en capas asociadas a elementos de diseño geométrico y anotaciones gráficas, lo que resalta el enfoque proyectual con que fue construido el modelo. En contraste, el número de capas estrictamente esenciales para la gestión predial representa una fracción menor, lo que anticipa la necesidad de realizar una depuración sistemática que permita reducir el volumen de información y conservar únicamente aquella de carácter estratégico para su posterior migración e integración en el entorno SIG.

Adicionalmente, se identificaron capas duplicadas o con denominaciones redundantes, tales como PREDIO, PREDIO DISPONIBLE, PREDIO\_DISPONIBLE, lo cual evidencia la necesidad de unificar criterios de nomenclatura antes de proceder con la conversión al entorno SIG. Este hallazgo refuerza la importancia de la estandarización, ya que una base gráfica sin control sobre su codificación puede derivar en errores de interpretación o duplicidad de registros al momento de generar geodatabases.

Como complemento al análisis técnico del modelo gráfico DWG, se procedió a examinar la sabana predial correspondiente a la Unidad Funcional 1. Esta base de datos constituye un insumo obligatorio en la gestión predial conforme a lo establecido en el Apéndice Técnico 7 del manual de gestión predial de la Agencia Nacional de Infraestructura, el cual exige el levantamiento sistemático de información estructurada sobre cada uno de los predios objeto de gestión. El archivo, originalmente diseñado con estructura tabular en Excel, contiene un volumen amplio de columnas que han sido organizadas bajo una lógica de agrupación visual por bloques temáticos.

**Figura 5** Agrupación visual por bloques temáticos

RELACION PREDIOS											
Nº	UF	Nº FICHA PREDIAL	TRAYECTO	PROPIETARIO O POSEEDOR	Licencia ambiental ● in licencia ● on licencia	Prop. Priv	Funcion del predio en el proyecto	Estado del predio en la obra	LADO	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL
1	1	SMN-1-003	NEIVA - CAMPOALEGRE	LEANDRO ORTIZ PARRA			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	I	K21+690,24	K21+839,80
2	1	SMN-1-003A	NEIVA - CAMPOALEGRE	LEANDRO ORTIZ PARRA			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	I	K21+703,38	K21+906,12
3	1	SMN-1-005	NEIVA - CAMPOALEGRE	DYLAN JOSUE GONZALEZ CERQUERA (MENOR DE EDAD)			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	I	K21+620,31	K21+690,35
4	1	SMN-1-006	NEIVA - CAMPOALEGRE	NILSON OVIDIO ORTIZ CORDOBA			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	I	K21+415,50	K21+620,31
5	1	SMN-1-006A	NEIVA - CAMPOALEGRE	ARNOLDO ALVAREZ TORRES Y OTROS			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	D	K21+402,50	K21+411,64
6	1	SMN-1-007	NEIVA - CAMPOALEGRE	JAIRO ARAQUE			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	ID	K21+382,88	K21+402,50
7	1	SMN-1-008	NEIVA - CAMPOALEGRE	ARNOLDO ALVAREZ TORRES			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	D	K21+363,47	K21+382,88
8	1	SMN-1-009	NEIVA - CAMPOALEGRE	YEZMIN VALCARCEL JURADO			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	D	K21+334,65	K21+363,47
9	1	SMN-1-010	NEIVA - CAMPOALEGRE	LUZ MIRYAN CORDOBA QUIROZ Y MIGUEL ANTONIO GUTIERREZ NARVAEZ			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	I	K21+059,65	K21+338,45
10	1	SMN-1-011	NEIVA - CAMPOALEGRE	MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	I	K21+046,28	K21+059,65
11	1	SMN-1-012	NEIVA - CAMPOALEGRE	FLOR DELI WIEDA PERDOMO			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	I	K21+010,05	K21+046,28
12	1	SMN-1-013	NEIVA - CAMPOALEGRE	NORMA CONSTANZA MONTEALEGRE LEÓN			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	I	K20+976,38	K21+010,05
13	1	SMN-1-014	NEIVA - CAMPOALEGRE	MARÍA NELCY CORTES			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	I	K20+939,29	K20+976,38
14	1	SMN-1-015	NEIVA - CAMPOALEGRE	MARÍA NIDIA MORALES CASTAÑEDA Y OTRAS			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	I	K20+904,36	K20+939,34
15	1	SMN-1-016	NEIVA - CAMPOALEGRE	BEATRIZ LOZADA TOVAR			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	I	K20+868,06	K20+904,36
16	1	SMN-1-017	NEIVA - CAMPOALEGRE	MARIA ELENA GUTIERREZ DE SILVA Y OTRA.			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	ID	K20+832,52	K20+868,06
17	1	SMN-1-018	NEIVA - CAMPOALEGRE	OFELIA DUSSAN			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	I	K20+797,88	K20+832,53
18	1	SMN-1-019	NEIVA - CAMPOALEGRE	GRACIELA IBARRA DE ORTIZ Y OTROS			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	I	K20+763,49	K20+797,89
19	1	SMN-1-020	NEIVA - CAMPOALEGRE	MARIA ANTONIA VILLAREAL DE FIERRO			CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	SIN INTERVENCIÓN	I	K20+728,09	K20+763,49

Para la presente etapa se llevó a cabo un proceso de identificación, normalización y clasificación de cada una de las columnas de la sabana. Este procedimiento consistió en extraer individualmente todos los campos existentes, eliminar las jerarquías visuales representadas por celdas combinadas, y reasignar de manera única cada encabezado a una categoría de análisis. Las agrupaciones detectadas corresponden a bloques como “Relación predios”, “Datos jurídicos”, “Avalúo”, “Estudio de títulos”, “Ficha predial”, “Oferta de compra”, “Promesa de compraventa”, “Pagos a propietarios”, “Registro oferta”, “Predio en expropiación”, “Avalúo catastral”, entre otros.

El análisis evidenció que la estructura de la sabana predial abarca una combinación de componentes jurídicos, técnicos, administrativos, catastrales y financieros. Cada grupo temático integra atributos de distinta naturaleza, desde identificadores únicos del predio y su localización, hasta valores de avalúo, fechas de escrituras, registros de pagos y estados de disponibilidad. La cantidad de campos identificados en la base evidencia un esfuerzo por consolidar en un solo documento la trazabilidad del proceso predial, aunque también deja ver posibles redundancias o campos duplicados que deben ser depurados en etapas posteriores para optimizar su interoperabilidad con entornos SIG.

Con base en la agrupación realizada, se elaboró una tabla resumen en la que se registran todas las columnas con su respectiva asignación temática, permitiendo así un primer acercamiento estructurado al contenido del archivo. Este paso es fundamental para avanzar hacia un proceso de estandarización, que facilitará no solo la migración de los datos al entorno geoespacial, sino también su validación, actualización y análisis cruzado con la información gráfica proveniente del DWG previamente procesado.

**Tabla 3.** *Asignación temática*

<b>ID</b>	<b>Nombre de columna</b>	<b>Agrupación</b>
1	Nº	Relación Predios
2	UF	Relación Predios
3	Nº Ficha Predial	Relación Predios
4	Trayecto	Relación Predios
5	Propietario o Poseedor	Relación Predios
6	Licencia ambiental al SII	Relación Predios
7	Prop. Priv.	Relación Predios
8	Función del predio en el proyecto	Relación Predios
9	Estado del predio en la obra	Relación Predios
10	Lado	Relación Predios
11	Abscisa Inicial	Relación Predios
12	Abscisa Final	Relación Predios
13	Semáforo Disponibilidad	Relación Predios
14	LONG. Efectiva	Relación Predios
15	Área Terr. Req. (m2)	Relación Predios
16	Área Const. Req. (m2)	Relación Predios
17	Área Remanente (m2)	Relación Predios
18	Área Total Requerida (m2)	Relación Predios
19	Área Total Predio	Relación Predios
20	Área Sobrante (m2)	Relación Predios
21	Matrícula Inmobiliaria	Datos Jurídicos
22	Número Catastral	Datos Jurídicos
23	Número Escritura	Datos Jurídicos
24	Fecha Escritura	Datos Jurídicos
25	Notaría	Datos Jurídicos
26	Ciudad	Datos Jurídicos
27	Valor Unitario M2 Terreno	Avalúo
28	Valor Área Requerida	Avalúo
29	Valor Área Remanente	Avalúo
30	Valor Total Requerido	Avalúo
31	Valor Construcción (Principales)	Avalúo

<b>ID</b>	<b>Nombre de columna</b>	<b>Agrupación</b>
32	Valor Cultivos y Especies	Avalúo
33	Valor Construcciones Anexas (Mejoras)	Avalúo
34	Valor Total Avalúo	Avalúo
35	Daño Emergente	Avalúo
36	Lucro Cesante	Avalúo
37	Valor Total Avalúo + Daño Emergente + Lucro	Avalúo
38	Elaboración 1 Fecha	Estudio de Títulos
39	Aprobación 1 Fecha	Estudio de Títulos
40	Fecha 2	Estudio de Títulos
41	Comunicado	Estudio de Títulos
42	Ficha Predial Elaboración Fecha	Ficha Predial
43	Ficha Predial Aprobación Fecha	Ficha Predial
44	Ficha Predial Comunicado	Ficha Predial
45	Fecha Avalúo	Avalúo Aprobado
46	Avalúo Aprobado Fecha	Avalúo Aprobado
47	Avalúo Aprobado Comunicado	Avalúo Aprobado
48	Valor Avalúo	Avalúo Aprobado
49	Fecha Entrega	Oferta de Compra
50	Valor Oferta	Oferta de Compra
51	Nº Oficio	Oferta de Compra
52	Fecha Oferta	Oferta de Compra
53	Fecha Notificación Oferta	Notificación Oferta
54	Nº Oficio Registro	Registro Oferta
55	Fecha Registro	Registro Oferta
56	Valor Oferta	Alcance de Oferta
57	Nº Oficio	Alcance de Oferta
58	Fecha Oficio	Alcance de Oferta
59	Fecha Notificación	Alcance de Oferta
60	Fecha Promesa	Promesa Compraventa
61	Valor Promesa	Promesa Compraventa
62	Fecha Entrega Acta	Acta de Entrega
63	Fecha Entrega PIV	PIV
64	Fecha Escritura	Escritura
65	Valor Escritura	Escritura
66	Número Escritura	Escritura
67	Notaría	Escritura
68	Ciudad	Escritura
69	Folio Matrícula	Escritura
70	Fecha de Pago 1	Primer Pago Propietarios
71	Valor Pagado 1	Primer Pago Propietarios
72	Fecha de Pago 2	Segundo Pago Propietarios

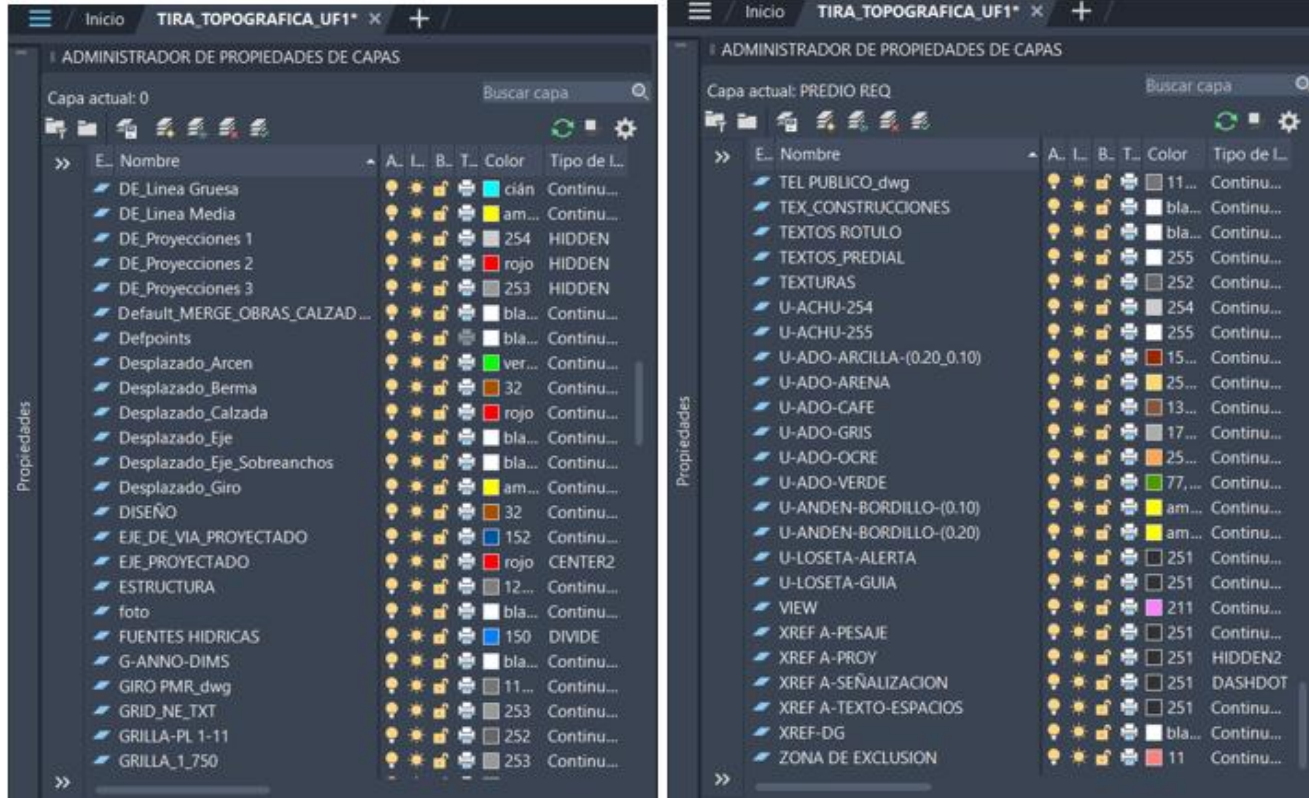
ID	Nombre de columna	Agrupación
73	Valor Pagado 2	Segundo Pago Propietarios
74	Fecha de Pago 3	Tercer Pago Propietarios
75	Valor Pagado 3	Tercer Pago Propietarios
76	Fecha de Pago 4	Cuarto Pago Propietarios
77	Valor Pagado 4	Cuarto Pago Propietarios
78	Pago Total	Pagos Adicionales
79	Gobernación	Pagos Adicionales
80	Registro	Pagos Adicionales
81	Notaría	Pagos Adicionales
82	Otros Derivados Gestión Predial	Pagos Adicionales
83	Entrega Agencia Infraestructura	Predio Comprado
84	Fecha Resolución ANI	Predio en Expropiación
85	Fecha Entrega	Disponibilidad del Predio para Ingreso
86	Área Catastral	Avalúo Catastral
87	Valor de M2	Avalúo Catastral
88	Valor Total Avalúo Catastral	Avalúo Catastral

Este análisis constituye el primer paso dentro del proceso de saneamiento de la información predial consolidada, sentando las bases para la depuración, estandarización y posterior integración de la información en el entorno geográfico, donde podrá ser cruzada con bases alfanuméricas, normativa ambiental, cartografía oficial y otros insumos relevantes para la toma de decisiones prediales en el marco del proyecto vial.

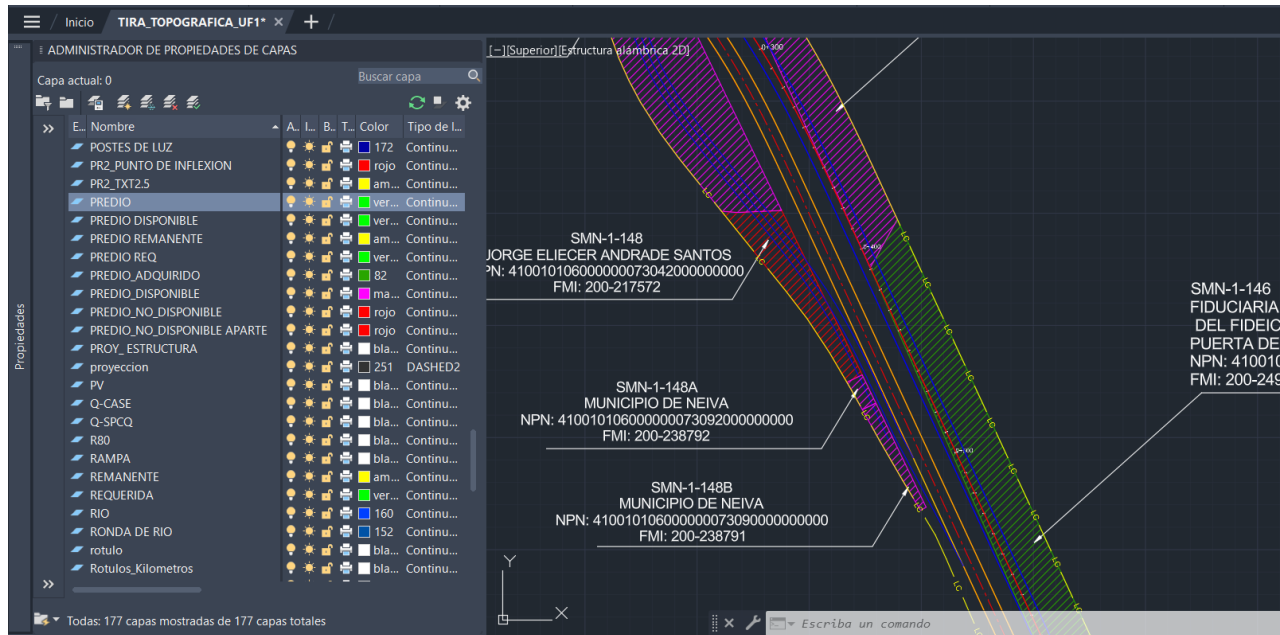
### ***7.1.2 Depuración y estandarización de la información***

La tira topográfica inicial se encuentra conformada por un total de ciento setenta (170) capas, de las cuales no todas resultan útiles para los fines del análisis predial. Por esta razón, se hace necesario llevar a cabo un proceso de análisis, depuración y estandarización de la información, como paso previo a la estructuración de la Geodatabase (GDB) que contendrá los datos espaciales procesados.

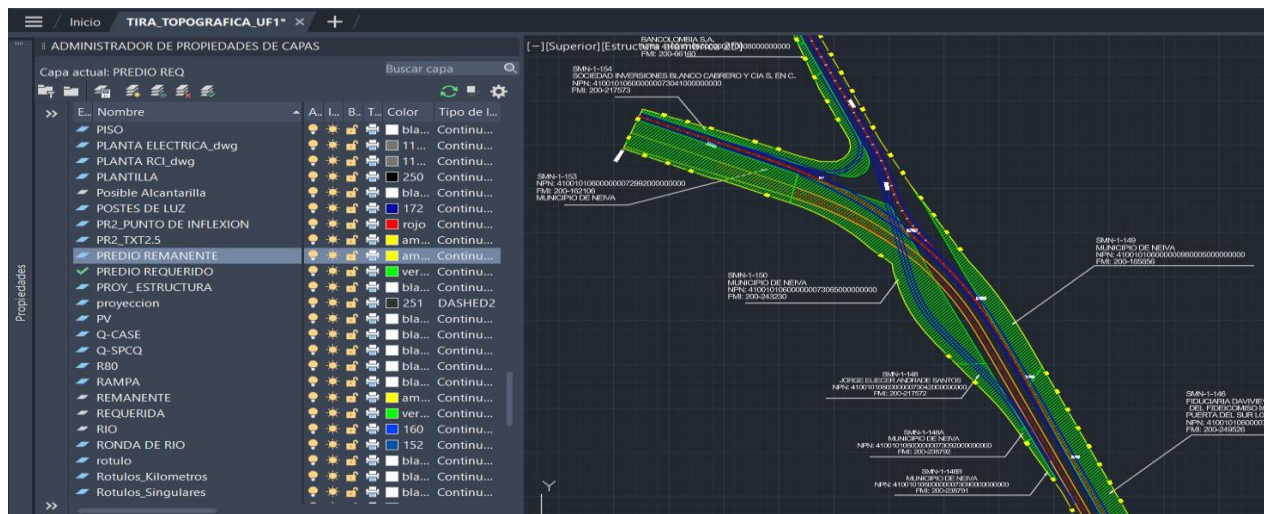
**Figura 6.** Capas tira topográfica inicial.



Durante la revisión detallada del archivo DWG, se identificó que la clasificación del estado de los predios se encuentra distribuida en múltiples capas independientes. Estas capas representan distintas condiciones jurídicas y técnicas de los predios, tales como: disponible, adquirido no disponible, requerido, área remanente y disponible aparte, como se evidencia en la siguiente figura.

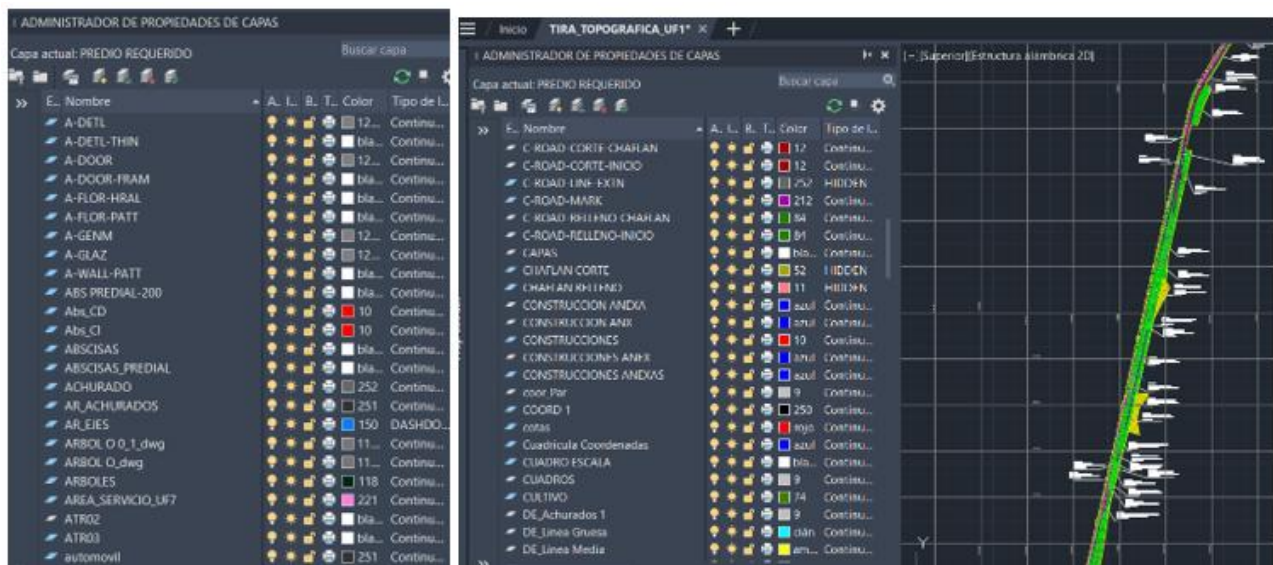
**Figura 7.** Vista clasificación estado predios.

Sin embargo, desde el enfoque de un sistema de información geográfica, no es necesario mantener una capa independiente por cada estado de predio. En su lugar, lo más adecuado es consolidar todos los polígonos prediales en una sola capa temática, incorporando el estado de cada predio como un atributo dentro de la tabla de atributos de dicha capa. Esta práctica mejora la estructura de la base de datos, facilita las consultas espaciales y alfanuméricas, y optimiza el análisis posterior en entornos SIG.

**Figura 8.** Depuración capa predios requeridos.

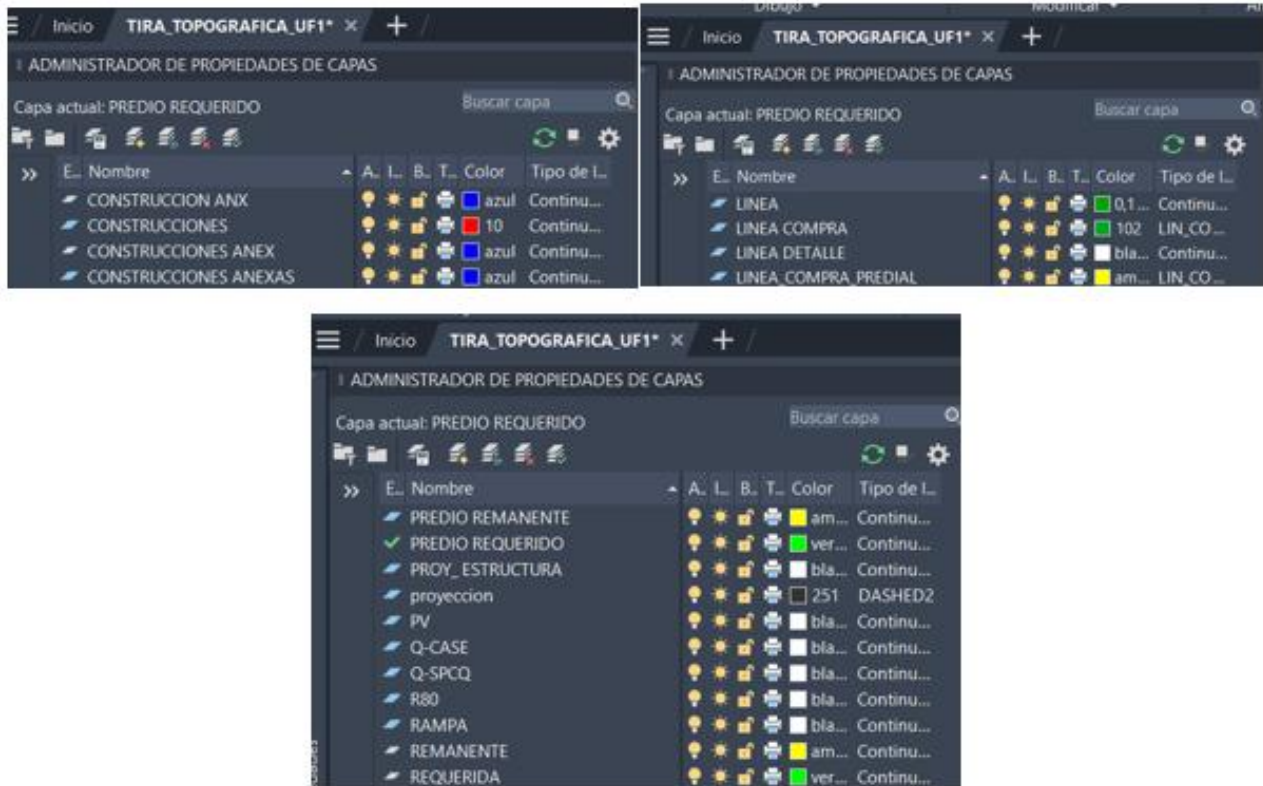
Adicionalmente, se identificaron múltiples capas relacionadas con elementos del diseño de la obra vial, tales como salidas gráficas, grillas, anotaciones y textos técnicos específicos del trazado. Aunque esta información resulta esencial para el desarrollo ingenieril del proyecto, desde la perspectiva del análisis de gestión predial no tiene un valor directo. Por tal motivo, se decide conservar únicamente aquellas capas que contienen el diseño base de los carriles y otros elementos lineales esenciales que permitan una visualización general del trazado, facilitando su interpretación espacial dentro del SIG.

**Figura 9.** Muestra capas de diseño tira topográfica inicial.



Por otro lado, se evidenció la presencia de duplicidad en capas clave como la línea de compra, construcciones y áreas remanentes. Esta redundancia incrementa innecesariamente el número total de capas del archivo DWG, generando registros repetidos, dificultando la depuración y reduciendo la eficiencia tanto en la consulta como en la visualización de la información. La eliminación de dichas duplicidades es fundamental para garantizar una estructura de datos limpia, coherente y lista para su integración en la base de datos geográfica del proyecto.

**Figura 10.** Muestra Duplicidad en la información tira topográfica inicial.



La imagen evidencia una duplicidad y desorganización en la nomenclatura de las capas dentro del archivo de AutoCAD, lo que puede dificultar la lectura, el análisis y la gestión de la información geoespacial. Se observan capas que, aunque representan el mismo tipo de información, han sido creadas con nombres ligeramente diferentes. Por ejemplo, en el caso de las construcciones, se encuentran capas denominadas "CONSTRUCCION ANX", "CONSTRUCCIONES", "CONSTRUCCIONES ANEX" y "CONSTRUCCIONES ANEXAS", las cuales, por su denominación, parecen referirse a una misma categoría de objeto, pero fueron ingresadas sin una convención clara. De igual forma, se presenta redundancia en las capas de líneas, con nombres como "LINEA", "LINEA COMPRA", "LINEA DETALLE" y "LINEA COMPRA PREDIAL", que podrían estar relacionadas, pero carecen de una estandarización que permita identificar fácilmente su función. También se observa duplicidad entre "PREDIO REQUERIDO" y "REQUERIDA", así como entre "PREDIO REMANENTE" y "REMANENTE", lo cual podría

generar confusiones al momento de realizar consultas o aplicar simbologías. Esta falta de homogeneidad en la clasificación de capas compromete la eficiencia del trabajo en entornos CAD y SIG, y resalta la necesidad de implementar una estructura de capas con nomenclatura unificada y criterios claros desde el inicio del levantamiento o diseño.

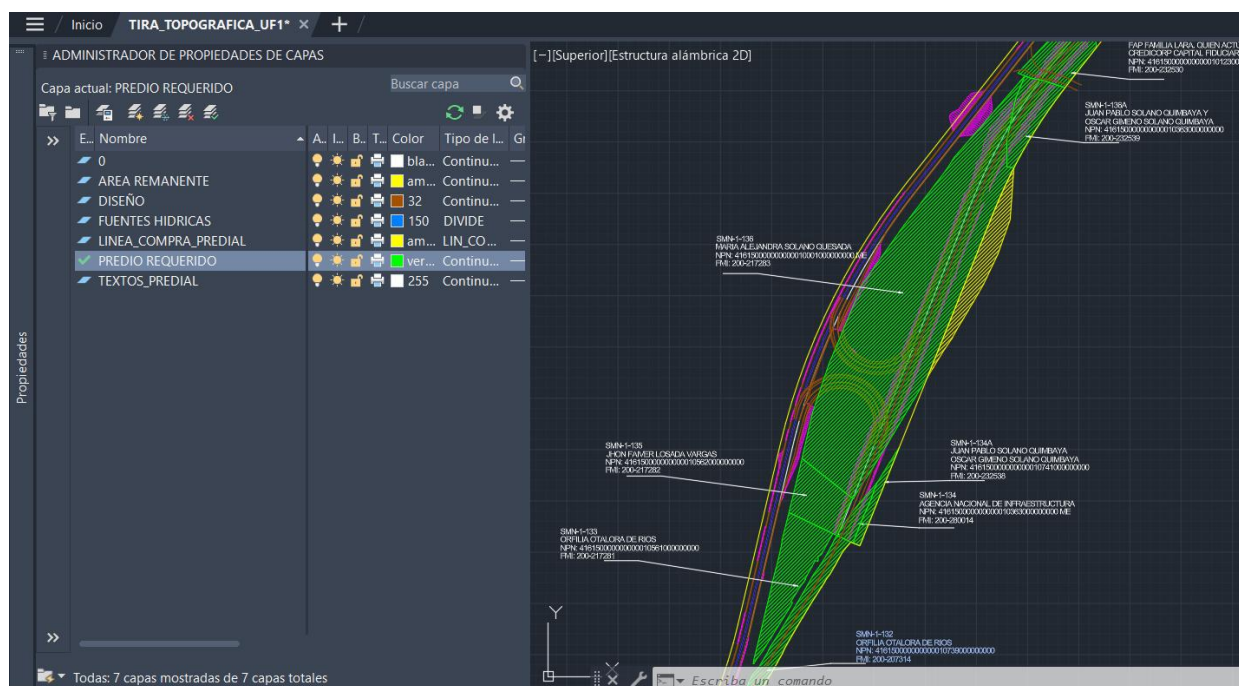
Por lo anteriormente expuesto, se hace necesario realizar un proceso riguroso de depuración de la información contenida en el archivo DWG, con el fin de conformar únicamente aquellas capas que resultan pertinentes para la construcción de la Geodatabases (GDB). Esta depuración no solo permite reducir la carga de información innecesaria, sino que también facilita la estandarización de los datos espaciales y alfanuméricos, condición indispensable para garantizar un monitoreo eficiente y oportuno de la gestión predial dentro del proyecto de infraestructura vial en estudio.

Este proceso de depuración y estandarización permite definir de manera precisa las capas que permanecerán en el archivo AutoCAD, el cual servirá como insumo base para la implementación de la base de datos espacial. Como resultado, se consolida un conjunto reducido y relevante de capas que contienen exclusivamente la información necesaria para el análisis y monitoreo de la gestión predial, entre las que se destacan:

**Tabla 4.** *Depuración y estandarización de capas del AutoCAD*

ID	NOMBRE CAPA
1	PREDIO REQUERIDO
2	ÁREA REMANENTE
3	TEXTO PREDIAL
4	LÍNEA DE COMPRA PREDIAL
5	DISEÑO
6	FUENTES HIDRICAS

**Figura 11.** Capas depuradas y estandarizadas en AutoCAD.



Entre las capas seleccionadas, se conserva la capa de “TEXTO\_PREDIAL”, la cual contiene la información para identificar los polígonos correspondientes a los predios requeridos. Esta capa cumple una función fundamental en el proceso de vinculación entre la geometría espacial y la información alfanumérica asociada, facilitando así el posterior procesamiento mediante herramientas geomáticas.

Tras el análisis técnico inicial y la clasificación temática de los campos contenidos en la sabana predial original, se procedió a ejecutar un proceso sistemático de depuración, con el objetivo de

conservar únicamente aquellos campos relevantes para el análisis de gestión predial, eliminando redundancias, columnas vacías, campos sin utilidad para el entorno SIG y aquellos cuya trazabilidad no resultaba indispensable.

La depuración se llevó a cabo a partir de los siguientes criterios:

- **Pertinencia técnica:** Se conservaron únicamente los campos que permiten realizar seguimiento al estado jurídico, administrativo, físico y económico del predio.
- **Evitar duplicidad:** En los casos donde existían campos duplicados o equivalentes (por ejemplo, múltiples columnas para diferentes fechas de aprobación o pagos), se priorizó la que ofreciera mayor trazabilidad o la que consolidara la información.
- **Simplicidad estructural:** Se eliminaron campos con estructuras fragmentadas, dispersas o cuya agrupación visual era solo decorativa y no aportaba diferenciación funcional.
- **Preparación para integración SIG:** Se priorizó la estandarización de nombres de columnas, eliminación de caracteres especiales y definición clara de encabezados únicos.

El resultado de este proceso se presenta en la Tabla 5, donde se enumeran los campos definitivos que componen la base depurada.

**Tabla 5.** Campos resultantes de la depuración de la sabana predial

ID	Columna Depurada
1	ID
2	N.º FICHA PREDIAL
3	MUNICIPIO
4	PROPIETARIO
5	CEDULA
6	DIRECCIÓN
7	FUNCIÓN DEL PREDIO EN EL PROYECTO
8	MARGEN
9	ABSCISA INICIAL
10	ABSCISA FINAL
11	LONGITUD CON RESPECTO FICHA PREDIAL
12	AREA TOTAL PREDIO
13	ÁREA TERR. REQ.
14	ÁREA (Cuando aplique adquirir) REMANENTE
15	AREA TOTAL REQUERIDA PROYECTO
16	ÁREA SOBRANTE
17	ÁREA CONST. REQ.

<b>ID</b>	<b>Columna Depurada</b>
18	MATRÍCULA INMOBILIARIA
19	NÚMERO CATASTRAL
20	ESCRITURA PUBLICA TITULARIDAD
21	FECHA DE ESCRITURA PUBLICA DE TITULARIDAD
22	VIABILIDAD JURÍDICA
23	FECHA INSUMOS TECNICO JURIDICO
24	AVALUOS APROBADOS
25	VALOR TOTAL DE AVALUO
26	FICHA SOCIAL APROBADA
27	NOTIFICADAS
28	FECHA NOTIFICACION DE OFERTA
29	REGISTRADAS
30	FECHA DE REGISTRO
31	ELABORADA
32	FECHA PROMESA
33	FECHA DE ESCRITURA PUBLICA
34	VALOR DE ESCRITURA PUBLICA
35	No DE EP
36	REGISTRADA
37	FOLIO MATRICULA ANI
38	FECHA FMI ANI
39	PAGO TOTAL
40	PAGO PENDIENTE
41	ELABORADA.1
42	RESOLUCION DE EXPROPIACIÓN (NUMERO)
43	DISPONIBILIDAD DEL PREDIO

A modo ilustrativo, en la Figura 12 se muestra un fragmento del archivo original con las agrupaciones visuales que dificultaban su tratamiento analítico. En contraste, la Figura 13 expone la versión depurada con encabezados únicos y alineación horizontal simplificada, lista para su integración con entornos geográfico.

**Figura 12.** *Fragmento de la sabana predial original con agrupaciones visuales*

## UTILIDAD DE LAS HERRAMIENTAS GEOMÁTICAS EN EL MONITOREO DE LA GESTION...

ESTUDIO DE TÍTULOS					FICHA PREDIAL					AVALÚO								
ELABORACION N	APROBACION				ELABORACION	APROBACION				ELABORACION	APROBADO				VALOR AVALÚO			
1	FECHA	1	FECHA 1	FECHA 2	COMUNICADO	2	FECHA	2	FECHA 1	FECHA 2	COMUNICADO	3	FECHA AVALUO	3	FECHA 1	FECHA 2	COMUNICADO	VALOR AVALÚO
1	10/9/2017	1	24/11/2017	0/01/1900	INMS-448-17-1540	1	10/9/2017	1	24/11/2017	0/01/1900	INMS-448-17-1540	1	28/11/2017	1	14/02/2018	0/01/1900	INMS-448-18-269	\$ 126.340.064
1	15/12/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	1/12/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	18/03/2022	1	13/05/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0575	\$ 33.195.410
1	4/02/2022	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	1/12/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	18/03/2022	1	13/05/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0575	\$ 75.990.072
1	4/02/2022 09/03/2022	1	23/03/2022	6/12/2022	INMS-448-22-0385 INMS-448-22-1736	1	30/11/2021 05/12/2022	1	23/03/2022	6/12/2022	INMS-448-22-0385 INMS-448-22-1736	1	9/12/2022	1	31/05/2022	13/01/2023	INMS-448-22-0643 INMS-448-23-0065	\$ 271.048.231
1	1/10/2017 17/01/2023	1	23/04/2018	26/01/2023	INMS-448-18-861 INMS-448-23-0137	1	10/9/2017 17/11/2022	1	23/04/2018	26/01/2023	INMS-448-18-861 INMS-448-23-0137	1	7/03/2023	1	22/03/2023	0/01/1900	INMS-448-23-0543	\$ 30.476.255
1	20/05/2022	1	21/06/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0746	1	20/05/2022	1	21/06/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0746	1	24/06/2022	1	18/07/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0893	\$ 101.313.747
1	16/05/2022	1	21/06/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0746	1	16/05/2022	1	21/06/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0746	1	24/06/2022	1	22/07/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0893	\$ 160.383.258
1	13/05/2022	1	25/05/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0629	1	13/05/2022	1	25/05/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0629	1	10/06/2022	1	13/07/2022	19/08/2022	INMS-448-22-0870 INMS-448-22-1104	\$ 133.574.519
1	30/11/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	30/11/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	18/03/2022	1	13/05/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0575	\$ 353.305.407
1	30/11/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	30/11/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	28/11/2017	1	4/04/2018	0/01/1900	INMS-448-18-500	\$ 12.372.794
1	28/11/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	28/11/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	18/03/2022	1	13/05/2022	18/07/2022	INMS-448-22-0575 INMS-448-22-0893	\$ 127.505.258
1	15/12/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	1/12/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	6/05/2022	1	13/06/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0705	\$ 163.392.085
1	4/02/2022	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	1/12/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	18/03/2022	1	13/05/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0575	\$ 115.783.500
1	15/12/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	1/12/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	10/4/2022	1	13/05/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0575	\$ 143.606.921
1	15/12/2021 25/07/2022	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	1/12/2021 25/07/2022	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	27/03/2022	1	31/05/2022	25/08/2022 28/10/2022	INMS-448-22-0643 INMS-448-22-1132	\$ 282.731.154
1	23/12/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	15/12/2021	1	14/03/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0285	1	22/04/2022	1	25/05/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0627	\$ 213.858.813
1	19/03/2022	1	30/04/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0506	1	19/03/2022	1	30/04/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0506	1	6/05/2022	1	13/06/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0705	\$ 127.021.285
1	19/03/2022	1	30/04/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0506	1	19/12/2021	1	30/04/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0506	1	6/05/2022	1	23/06/2022	0/01/1900	INMS-448-22-0769	\$ 162.436.128

Figura 13. Fragmento de la sabana predial depurada

FECHA INSUMOS TECNICO JURIDICO	AVALUOS APROBADOS	VALOR TOTAL DE AVALUO	FICHA SOCIAL APROBADA	NOTIFICADAS	FECHA NOTIFICACION DE OFERTA
24/11/2017	14/02/2018	\$ 126.340.064,00	25/05/2018	1	23/01/2018
14/03/2022	13/05/2022	\$ 33.195.410,00	15/06/2022	1	7/06/2022
14/03/2022	13/05/2022	\$ 75.990.072,00	15/06/2022	1	31/05/2022
6/12/2022	13/01/2023	\$ 271.048.231,00	30/06/2022	1	19/01/2023
26/01/2023	22/03/2023	\$ 30.476.255,00	26/04/2023	1	4/08/2023
21/06/2022	18/07/2022	\$ 101.313.747,00	19/08/2022	1	6/08/2022



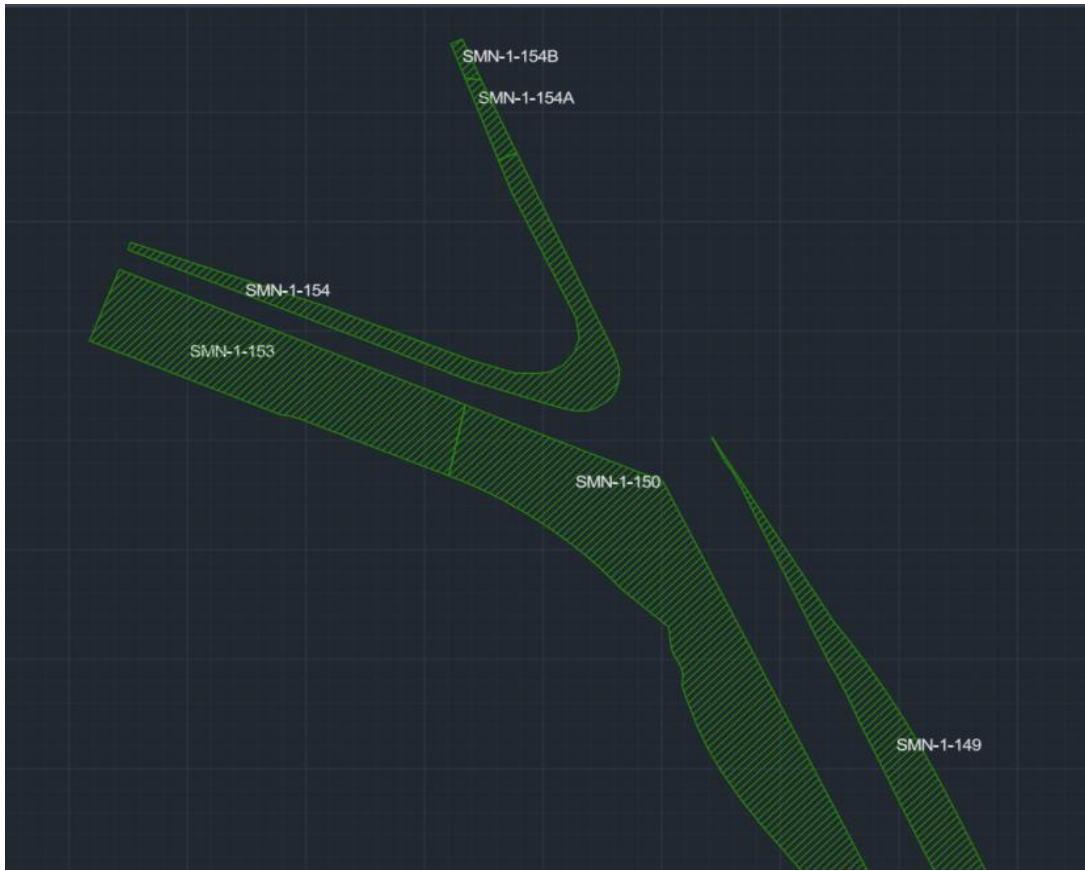
VIA BILI DAD JURÍ DIC A	FEC HA INS UM OS TEC NIC O JUR IDI CO	AVA LUO S APR OBA DOS	VALO R TOTA L DE AVAL UO	FIC HA SOC IAL APR OBA DA	NOTI FICA DAS	FECH A NOTI FICA CIÓN DE OFER TA	REGISTRADAS	FEC HA DE REG IST RO	ELABORADA	FEC HA PRO ME SA	FEC HA ESC RIT URA PUB LIC A	VALO R DE ESCR ITUR A PUBL ICA	N o D E P P	REGISTRADA	FOLI O MAT RICU LA ANI	FEC HA FMI ANI	PAGO TOTA L	PAG O PEN DIE NTE	ELABORADA	RESOLUCIÓN DE EXPROPIACIÓN	DISPONIBILIDAD DEL PREDIO
VIA BLE	24/1 1/20 17	14/0 2/20 18	\$ 126.3 40.06 4,00	25/0 5/20 18	1	23/01/ 2018	1	25/0 1/20 18	1	13/0 4/20 18	03/0 4/20 21	\$ 126.3 40.06 4,00	2 5 0	1	200- 2797 02	01/0 6/20 21	\$ 126.34 0.064, 08	\$ -	0		26/0 1/20 18

## 7.2. Etapa 2: Creación de bases de datos espaciales

En esta etapa se llevará a cabo la georreferenciación de la información previamente depurada y estandarizada proveniente de la tira topográfica en formato DWG. Este proceso incluye varios pasos orientados a la creación de la base de datos espacial, teniendo como base las capas conservadas en el archivo de AutoCAD.

Se parte de los polígonos correspondientes a los predios requeridos y de la capa de texto predial, la cual proporciona la identificación individual de cada predio. Durante esta etapa, se conservará únicamente el número de identificación predial (ID predial), ya que los polígonos en AutoCAD no contienen atributos asociados que permitan su vinculación directa con otras capas, como sí sucede en los datasets de una geodatabase (GDB). El número de ID predial servirá posteriormente como campo clave para realizar la unión de atributos con la información contenida en la sabana predial (archivo en formato Excel), donde se encuentra el detalle completo de los predios. Esta estrategia permite estructurar adecuadamente los datos espaciales y alfanuméricos para su integración y análisis en un entorno SIG.

**Figura 15.** *Asignación identificador predios requeridos en AutoCAD*



En AutoCAD, los archivos DWG no cuentan con un sistema de referencia espacial geográfico incorporado por defecto, como ocurre en los sistemas de información geográfica (SIG). A diferencia de los formatos utilizados en entornos GIS (como los shapefiles o geodatabases), que incluyen información sobre el sistema de proyección y coordenadas geográficas, los archivos DWG manejan un sistema de coordenadas cartesianas locales basados en un punto de origen definido por el usuario o por el archivo base.

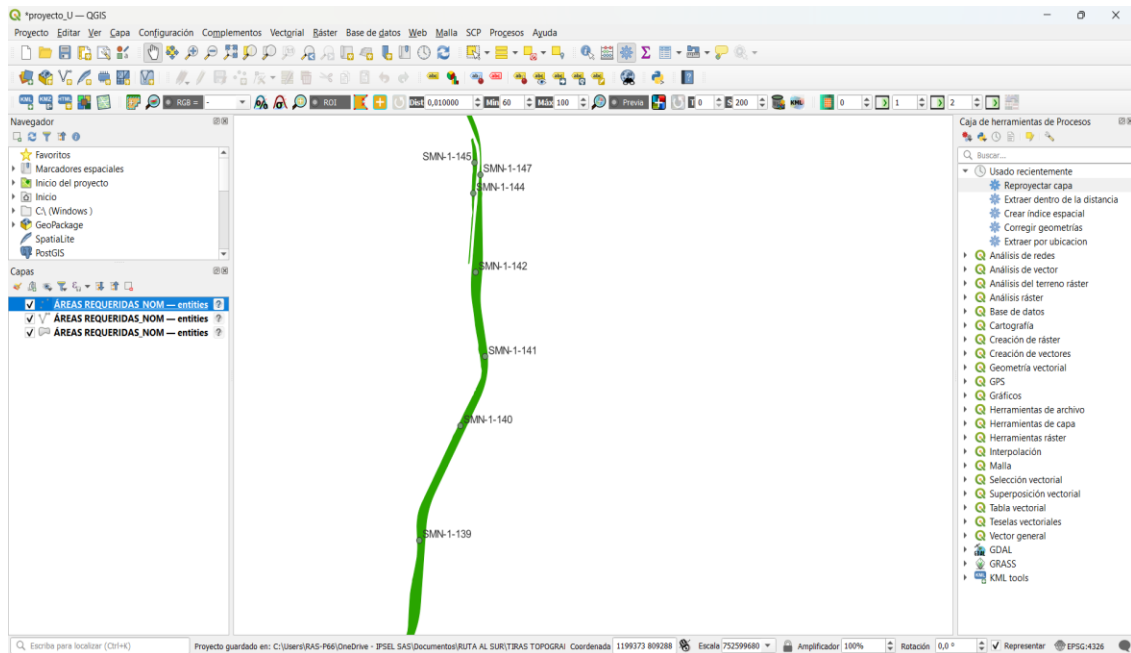
Esto significa que, aunque es posible trabajar con coordenadas precisas dentro de AutoCAD, el software no asocia automáticamente esas coordenadas con un sistema geodésico específico (como WGS 84, MAGNA-SIRGAS o proyecciones UTM). Por ello, al trabajar con datos geoespaciales, es necesario establecer manualmente un punto de origen dentro del DWG que coincida con el origen del sistema de proyección sobre el cual se está desarrollando el proyecto.

Este punto de origen actúa como una referencia local, y su correcta ubicación es fundamental para asegurar la compatibilidad con otras plataformas que sí manejan sistemas de referencia geográfica. En muchos casos, este proceso se complementa con la georreferenciación del archivo dentro de software GIS, como ArcGIS o QGIS, donde se define formalmente el sistema de referencia espacial correspondiente para que los datos puedan integrarse correctamente con otras capas geográficas. En el procesamiento inicial se optó por utilizar el software QGIS, esto al ser un software de fácil acceso y descarga libre, así como su capacidad para manejar formatos como SHP, KML y DXF. Para ello, se convirtió el archivo DWG a DXF, formato que ofrece mayor compatibilidad con herramientas SIG.

En el caso de las capas correspondientes a predios requeridos, área remanente y texto predial, al ser cargadas en el software QGIS, estas se dividen automáticamente según su tipo de geometría. De esta manera, los elementos que en AutoCAD estaban contenidos en una sola capa pasan a separarse en polígonos, líneas y puntos. Por ejemplo, los polígonos de los predios requeridos se representan como capas poligonales y lineales independientes, mientras que el texto predial es interpretado como una capa de puntos.

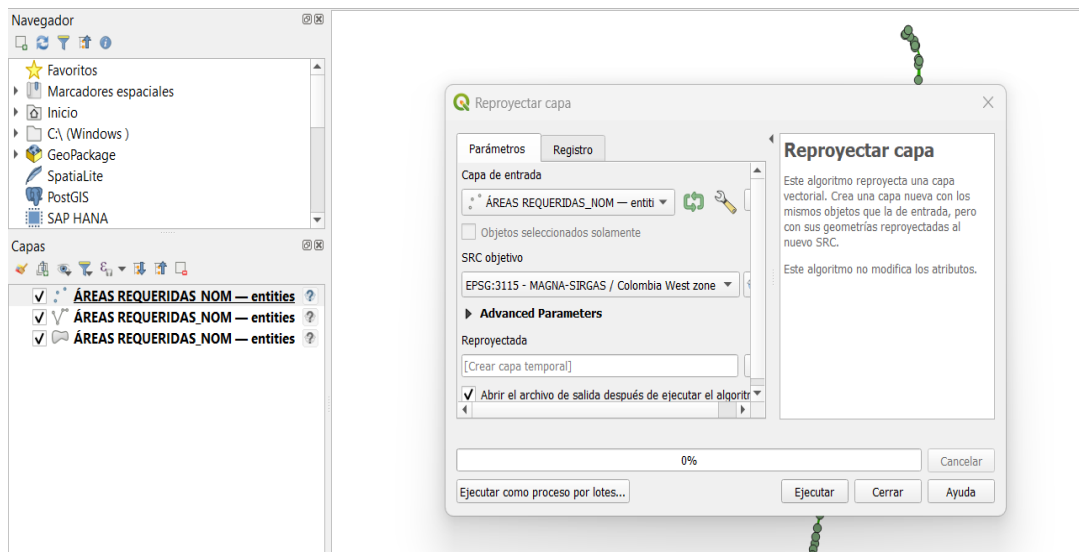
**Figura 16.** *Cargue archivos DXF en QGIS*

## UTILIDAD DE LAS HERRAMIENTAS GEOMÁTICAS EN EL MONITOREO DE LA GESTION...



Una vez cargados los archivos DXF y obtenidos los polígonos con su respectiva identificación predial, se procede a la Reproyección de las capas utilizando la herramienta “Reproyectar capa” en QGIS. Se asigna el sistema de referencia espacial MAGNA-SIRGAS / Colombia Oeste (EPSG:3115), en correspondencia con la ubicación geográfica del área de estudio.

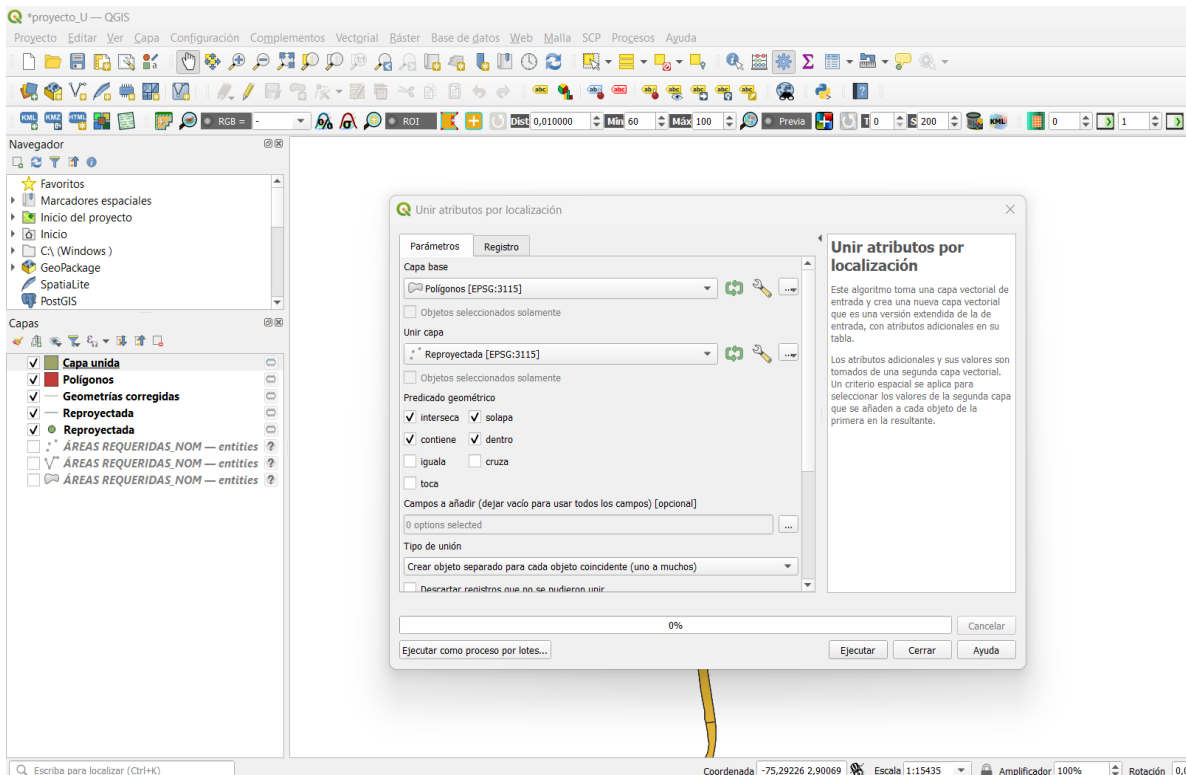
**Figura 17.** Georreferenciación archivos DFX en WGIS.



## UTILIDAD DE LAS HERRAMIENTAS GEOMÁTICAS EN EL MONITOREO DE LA GESTIÓN...

Dado que los polígonos carecen de atributos asociados, es necesario aplicar una unión por ubicación (spatial join) entre la capa de texto predial (puntos con el identificador del predio) y los polígonos generados, de modo que estos últimos adquieran el atributo que los identifica. Este procedimiento es esencial, ya que el único vínculo entre los polígonos y la información alfanumérica es la proximidad espacial.

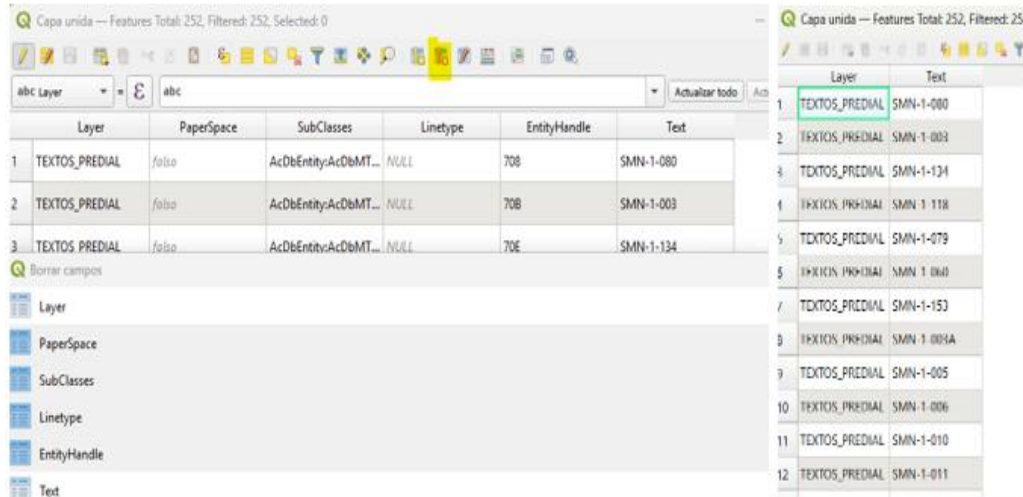
**Figura 18.** Unión capas vectoriales por ubicación



Luego de realizar la unión espacial, la nueva capa resultante contiene en su tabla de atributos la identificación de cada predio, información clave para su posterior vinculación dentro de la base de datos espacial (GDB). Durante este proceso también se generan campos adicionales que no son relevantes para el análisis, por lo que se depura la tabla de atributos, eliminando aquellos que no aportan valor y conservando únicamente los datos esenciales, como el campo de texto que identifica cada predio.

**Figura 19.** Depuración tabla de atributos predios requeridos.

## UTILIDAD DE LAS HERRAMIENTAS GEOMÁTICAS EN EL MONITOREO DE LA GESTION...

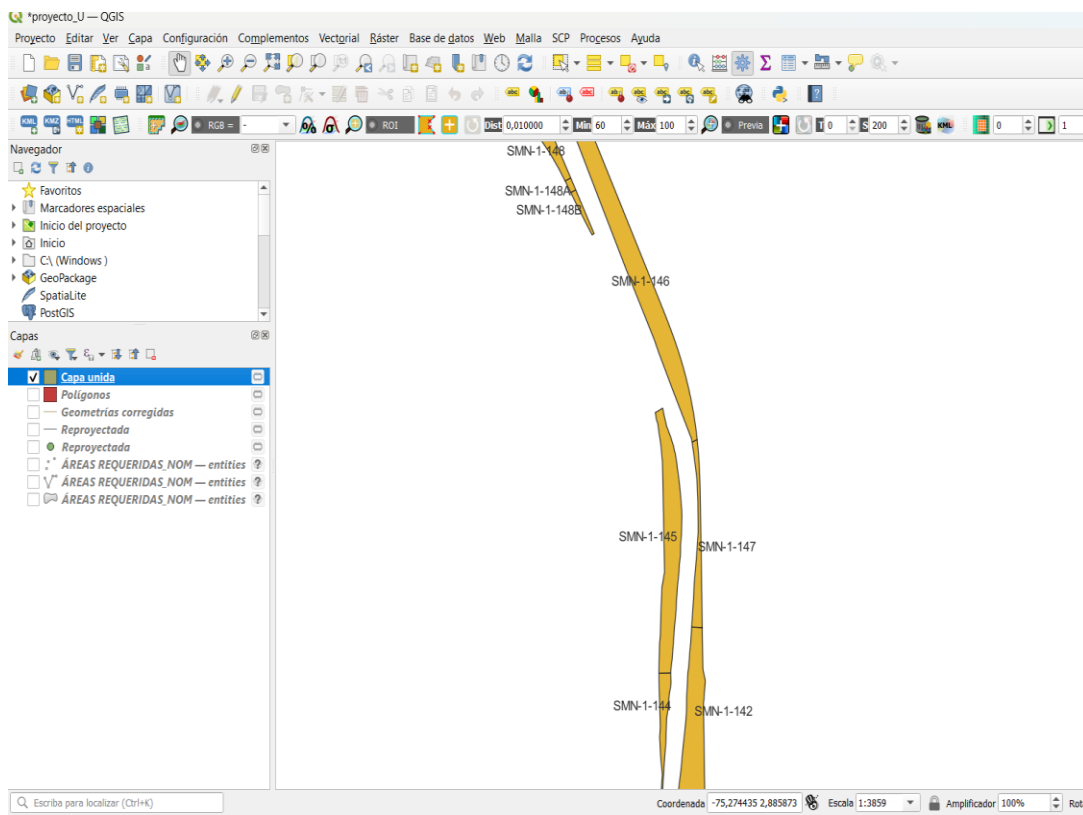


Layer	PaperSpace	SubClasses	Linetype	EntityHandle	Text	
1	TEXTOS_PREDIAL	falso	AcDbEntity:AcDbMT...	NULL	708	SMN-1-080
2	TEXTOS_PREDIAL	falso	AcDbEntity:AcDbMT...	NULL	708	SMN-1-003
3	TEXTOS_PREDIAL	falso	AcDbEntity:AcDbMT...	NULL	70E	SMN-1-134

Layer	Text
1	TEXTOS_PREDIAL SMN-1-080
2	TEXTOS_PREDIAL SMN-1-003
3	TEXTOS_PREDIAL SMN-1-134
4	TEXTOS_PREDIAL SMN-1-118
5	TEXTOS_PREDIAL SMN-1-079
6	TEXTOS_PREDIAL SMN-1-080
7	TEXTOS_PREDIAL SMN-1-153
8	TEXTOS_PREDIAL SMN-1-080A
9	TEXTOS_PREDIAL SMN-1-005
10	TEXTOS_PREDIAL SMN-1-006
11	TEXTOS_PREDIAL SMN-1-010
12	TEXTOS_PREDIAL SMN-1-011

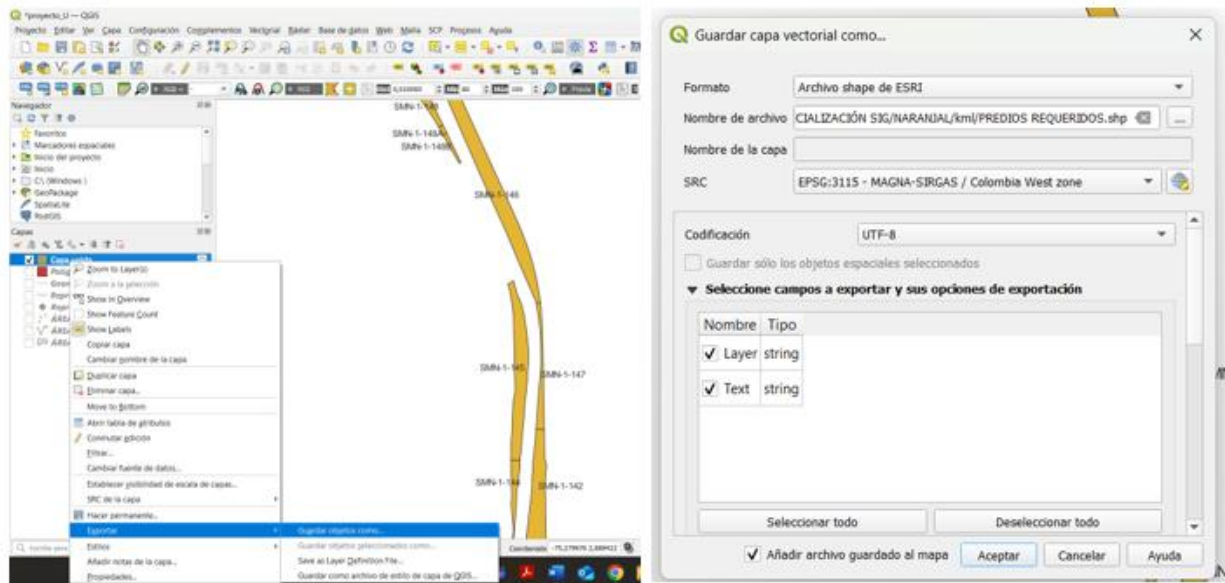
Figura 20. Visualización capa unida predios requeridos.



Con este procedimiento, se obtiene la capa de predios lista para su geoprocesamiento e integración en la base de datos espacial. Asimismo, para las capas de línea de compra y línea de diseño, es necesario reprojectarlas al mismo sistema de referencia (EPSG:3115), con el fin de estandarizar todas las capas vectoriales provenientes de AutoCAD. Una vez finalizada la reprojectación y

depuración de atributos, se exportan todas las capas a formato Shapefile (SHP) desde QGIS, lo cual permite su posterior integración y estructuración dentro de la geodatabase (GDB) que se está construyendo para el proyecto.

**Figura 21.** Información Exportada en formato Shape



La imagen de la izquierda muestra el entorno de trabajo en QGIS, donde se realiza el proceso de exportación de una capa vectorial proveniente de AutoCAD previamente reproyectada. En este paso, el usuario accede al menú contextual de la capa en el panel de capas y selecciona la opción **“Exportar → Guardar como...”**, lo cual permite definir los parámetros de exportación hacia el formato Shapefile (SHP). Este procedimiento es fundamental para garantizar la interoperabilidad con otros entornos SIG y estandarizar los insumos gráficos del proyecto.

La imagen de la derecha corresponde a la ventana emergente **“Guardar capa vectorial como...”**, en la que se definen los atributos clave de la exportación. En ella se especifica el nombre del archivo de salida (.shp), el sistema de referencia espacial objetivo (EPSG:3115 – MAGNA-SIRGAS / Colombia Oeste), el tipo de codificación (UTF-8) y los campos a incluir en la capa exportada. Este paso asegura que los datos vectoriales cumplan con los requisitos técnicos para su integración en la geodatabase del proyecto y se encuentren estructurados correctamente para su posterior análisis espacial.

### 7.2.1. Organización de la Geodatabase (GDB)

Una vez completados los procesos de depuración, reproyección y vinculación alfanumérica, se procedió a estructurar una geodatabase (GDB) que integra los insumos espaciales relevantes para la gestión predial del proyecto. Esta geodatabase fue desarrollada en el entorno SIG bajo el sistema de referencia espacial MAGNA-SIRGAS / Colombia Oeste (EPSG:3115), en correspondencia con el sistema adoptado institucionalmente desde la firma del contrato de concesión en 2015.

La GDB fue organizada mediante la creación de un feature dataset principal denominado “Gestión\_Predial\_Proyecto”, dentro del cual se incluyeron las capas geográficas más relevantes para el análisis. Cada capa contiene atributos estandarizados que permiten realizar consultas temáticas, operaciones espaciales y generación de productos cartográficos. A continuación, se presenta la estructura base de la geodatabase:

**Tabla 6.** Estructura base de la geodatabase

Nombre del Dataset	Tipo	Atributos Clave / Uso	Descripción
Area_Requerida	Feature Class	ID predial, área requerida	Polígonos que representan los predios requeridos para el proyecto.
Construcciones	Feature Class	Tipo, localización, ID predial	Ubicación de construcciones identificadas durante el inventario predial.
Corregimiento_ZI	Feature Class	Nombre, código, municipio	Zonificación por corregimientos en el área de influencia.
Diseño	Feature Class	Clasificación vial, PR, sentido	Diseño geométrico del trazado vial del proyecto.
Línea_Compra	Feature Class	PR inicio, PR fin	Línea de afectación predial proyectada.
Municipio_ZI	Feature Class	Nombre municipio, código DANE	División política municipal del área de influencia.
Polígonos_rurales	Feature Class	Uso, código, jurisdicción	Delimitación de zonas rurales según planificación territorial.

<b>Nombre del Dataset</b>	<b>Tipo</b>	<b>Atributos Clave / Uso</b>	<b>Descripción</b>
Polígonos_urbanos	Feature Class	Uso, código, jurisdicción	Delimitación de zonas urbanas normadas por el POT.
Uso_Suelo_Rivera	Feature Class	Tipo de uso, código normativo	Zonas normativas de uso del suelo del municipio de Rivera.
Veredas_ZI	Feature Class	Nombre vereda, municipio	Delimitación y nombres de veredas en la zona de influencia.
POT_Campoalegre	Raster Dataset	Imagen raster	Plano escaneado del POT del municipio de Campoalegre.
POT_Neiva_Rural	Raster Dataset	Imagen raster	Plano del POT de la zona rural de Neiva.
POT_Neiva_Urbano	Raster Dataset	Imagen raster	Plano del POT de la zona urbana de Neiva.
POT_Rivera	Raster Dataset	Imagen raster	Plano del POT del municipio de Rivera.

Esta estructura permitió realizar cruces espaciales entre los predios y los usos del suelo, identificar superposiciones, clasificar por tramos y generar productos cartográficos en múltiples formatos (.SHP, .PDF, .KML). Además, la modularidad de la GDB facilita su actualización progresiva conforme se obtenga nueva información técnica, jurídica o social, garantizando así su adaptabilidad y escalabilidad dentro del proyecto.

### **7.3. Etapa 3: Análisis predial mediante herramientas SIG**

El análisis predial mediante herramientas SIG constituye un avance significativo frente a los métodos convencionales basados en software de diseño asistido por computadora, como AutoCAD, que tradicionalmente se han utilizado para la identificación y delimitación de predios afectados por obras de infraestructura. Si bien los procesos convencionales permiten una representación gráfica básica del trazado vial y de los predios, presentan limitaciones importantes en cuanto a la automatización del análisis espacial, la consistencia topológica y la integración con bases de datos alfanuméricas.

En este contexto, el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) permite implementar procesos automatizados de análisis espacial que mejoran notablemente la precisión, la eficiencia y

la trazabilidad del trabajo predial. Mediante operaciones como la intersección espacial, la selección por ubicación y la generación de salidas temáticas, es posible identificar con rapidez y exactitud los predios afectados por un trazado vial, analizar su relación con variables jurídicas o ambientales, y exportar resultados estructurados listos para su integración en una geodatabase.

El presente análisis busca justamente contrastar ambas metodologías, recreando los procedimientos de identificación y clasificación de predios afectados, tanto en entornos CAD como en plataformas SIG. Este ejercicio comparativo permitirá comprobar empíricamente la funcionalidad y ventajas operativas del entorno SIG, evidenciando su superioridad en términos de organización de la información, análisis geoespacial y soporte para la toma de decisiones en la gestión predial de proyectos de infraestructura.

### ***7.3.1. Identificación de predios afectados por el trazado vial***

En los procesos tradicionales de identificación predial mediante software como AutoCAD, la delimitación de los predios afectados por el trazado vial parte del diseño lineal del proyecto, usualmente representado como un eje o línea central. A partir de esta línea se genera un buffer manual mediante la herramienta *offset*, que define una franja de afectación provisional hacia ambos lados del diseño. Esta franja se utiliza como referencia para superponerla con la cartografía catastral disponible, la cual generalmente se encuentra en formato poligonal dentro del mismo archivo. El cruce visual entre el buffer y los polígonos catastrales permite realizar un proceso manual de selección, achurado y delineación de contornos sobre los predios potencialmente afectados. Finalmente, se trazan manualmente los límites de cada predio identificado dentro del área de influencia, generando polígonos independientes que representan la afectación estimada. Aunque funcional, este procedimiento es altamente dependiente de la precisión del dibujo, carece de validación topológica y no permite automatizar la relación entre atributos alfanuméricos y espaciales, lo que dificulta su integración en bases de datos o análisis posteriores.

Este procedimiento tiene como objetivo determinar los predios directamente afectados por el trazado vial del proyecto, utilizando una operación de selección o intersección espacial.

#### **7.3.1.1 Paso a paso del proceso**

1. Cargar la capa vectorial del trazado vial del proyecto y la capa de predios georreferenciada.

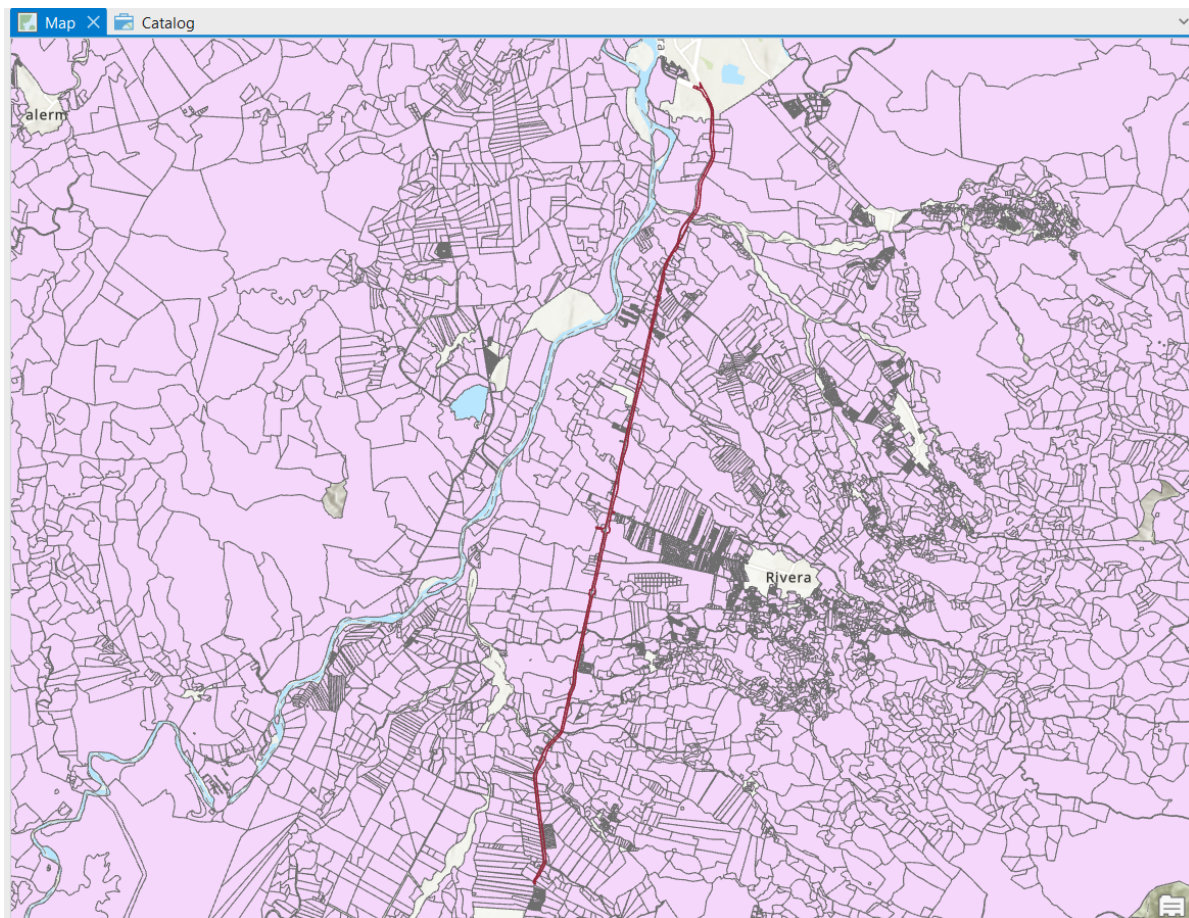
2. Validar la consistencia espacial entre ambas capas.
3. Ejecutar una operación de intersección espacial o selección por ubicación.
4. Generar una nueva capa de salida con los predios afectados.
5. Exportar o guardar el resultado para análisis posterior.

### 7.3.1.2. Justificación del uso de la herramienta SIG

Este análisis permite automatizar la identificación de predios afectados, reduciendo tiempos frente al método visual tradicional y asegurando consistencia geométrica.

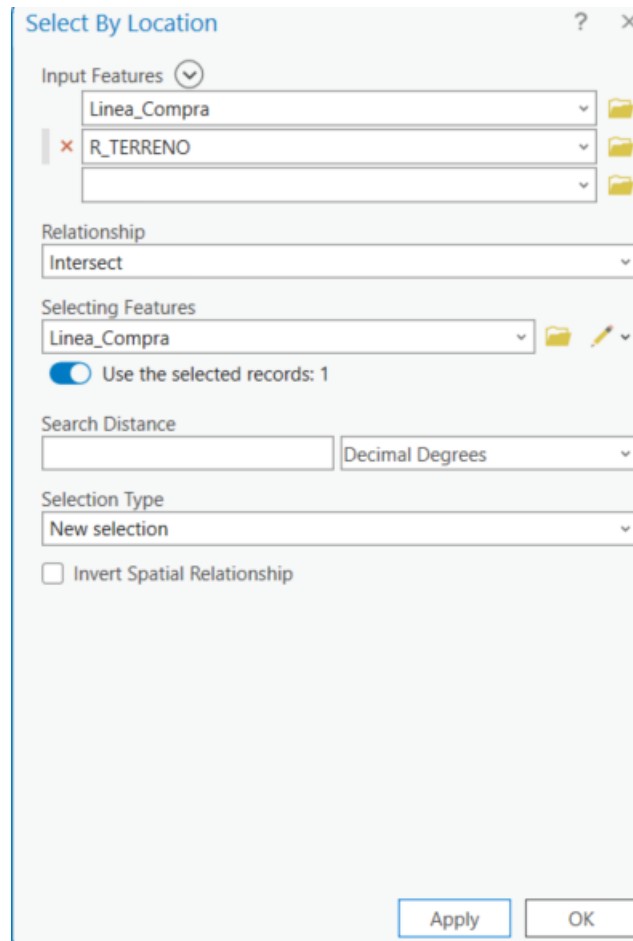
### 7.3.1.3. Evidencias del proceso

**Figura 22.** Visualización conjunta del trazado y la base predial.



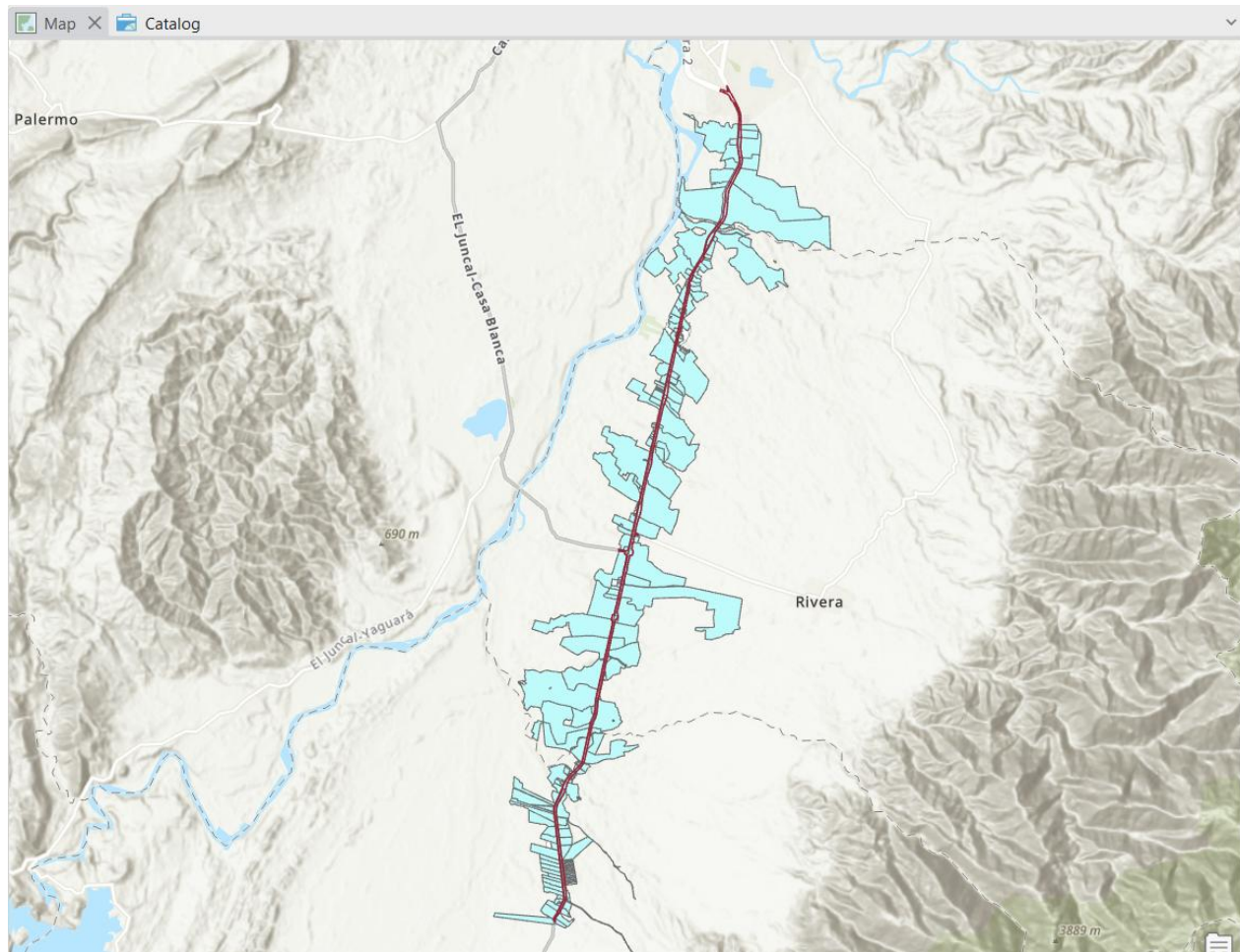
#### 7.3.1.4. Configuración de la herramienta de intersección o selección espacial.

**Figura 23.** Configuración de la herramienta de intersección o selección espacial.



### 7.3.1.5. Resultado obtenido: predios afectados seleccionados o extraídos.

**Figura 24.** Resultado obtenido: predios afectados seleccionados o extraídos.



### 7.3.2. Cálculo automatizado de áreas afectadas

El cálculo de áreas en los procesos tradicionales mediante AutoCAD se realiza a través de una secuencia manual que inicia con el achurado de cada polígono identificado como afectado. Este achurado permite visualizar de forma diferenciada los predios seleccionados dentro del área de interés. Una vez completado este paso, se procede a generar los contornos de cada polígono utilizando herramientas de edición para cerrar correctamente las geometrías, asegurando que formen figuras cerradas necesarias para el cálculo del área. Posteriormente, se utiliza la herramienta

de propiedades del objeto o el comando AREA para consultar el valor del área de cada polígono de forma individual. Este valor, expresado normalmente en metros cuadrados, es registrado manualmente en una tabla de Excel, donde se lleva el control del área afectada por predio. Este proceso, aunque viable, presenta riesgos de error por la intervención manual en cada etapa, carece de automatización y no garantiza consistencia entre las geometrías y los valores reportados, especialmente en proyectos con una alta cantidad de predios o múltiples iteraciones del diseño.

Se busca calcular de forma automatizada el área afectada de cada predio en función del diseño vial, mediante operaciones geométricas en el entorno SIG.

#### **7.3.2.1. Paso a paso del proceso**

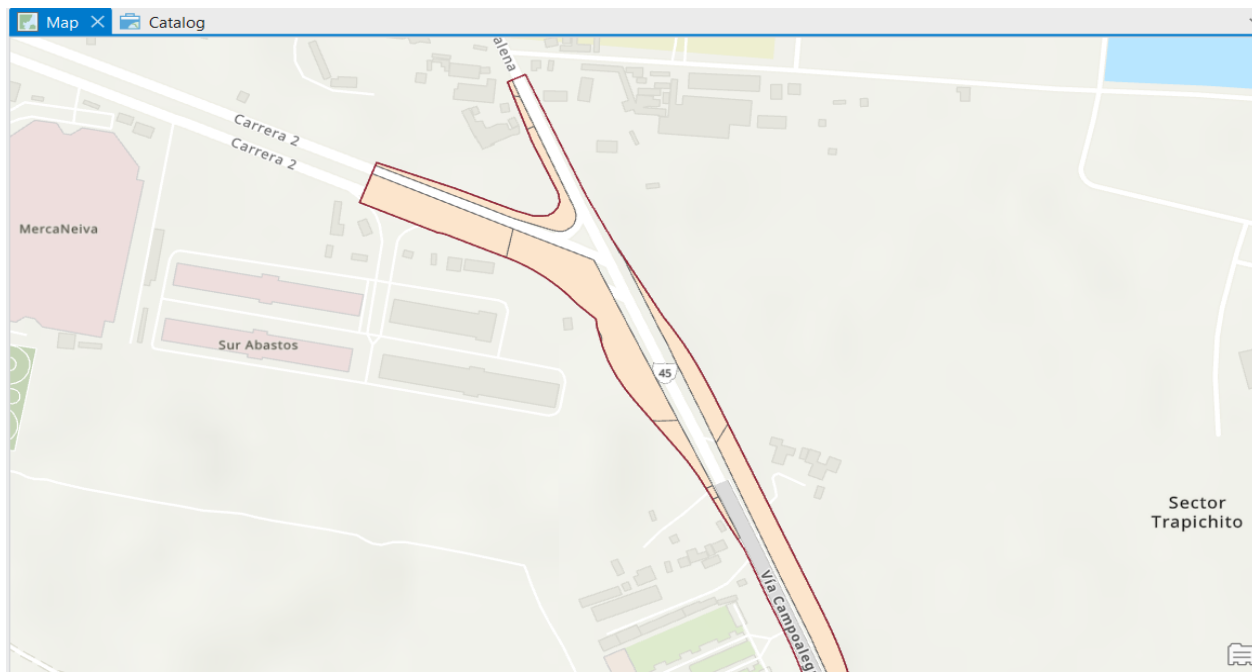
1. Utilizar la capa resultante del ajuste de áreas con los linderos reales en campo.
2. Agregar un campo nuevo para almacenar el área afectada.
3. Aplicar una herramienta de cálculo de geometría sobre dicho campo.
4. Verificar las unidades de medida (metros cuadrados o hectáreas).
5. Exportar la tabla con los resultados.

#### **7.3.3.2. Justificación del uso de la herramienta SIG**

El entorno SIG permite cálculos precisos de área, sin errores humanos, con posibilidad de auditoría y estandarización de unidades.

#### **7.3.3.3. Evidencias del proceso**




**Figura 25.** *Vista de predios ajustados con topografía.*



**Figura 26.** Creación del campo de área afectada.

<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Field Name	Alias	Data Type	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visible	Read Only					Allow NULL	Highlight
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		CEDULA	CEDULA	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		DIRECCIÓN	DIRECCIÓN	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		FUNCIÓN_DEL_PREDIO_EN_EL_PROYEC	FUNCIÓN DEL PREDIO EN EL PROYECTO	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		MARGEN	MARGEN	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		ABSCISA_INICIAL	ABSCISA INICIAL	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		ABSCISA_FINAL	ABSCISA FINAL	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		LONGITUD_CON_RESPECTO_FICHA_PRE	LONGITUD CON RESPECTO FICHA PREDIAL	Double	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		AREA_TOTAL_PREDIO	AREA TOTAL PREDIO	Double	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		ÁREA_TERR_REQ	ÁREA TERR# REQ#	Double	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Area_Calculada	Área Calculada	Double	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		ÁREA_REMANENTE_Cuando_aplique_	ÁREA REMANENTE_(Cuando aplique adquirir)	Double	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		AREA_TOTAL_REQUERIDA_PROYECTO	AREA TOTAL REQUERIDA PROYECTO	Double	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		ÁREA_SOBRANTE	ÁREA SOBRANTE	Double	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		ÁREA_CONST_REQ	ÁREA CONST# REQ#	Double	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		MATRÍCULA_INMOBILIARIA	MATRÍCULA INMOBILIARIA	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		NÚMERO_CATASTRAL	NÚMERO CATASTRAL	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		ESCRITURA_PUBLICA_TITULARIDAD	ESCRITURA PUBLICA TITULARIDAD	Text	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Figura 27.** Resultado del cálculo automático de áreas.

Field:  Add  Calculate		Selection:  Select	
	OBJECTID *	ÁREA TERR# REQ#	Area_Calculada
1	1	54,4	54,34797
2	2	79,06	78,980257
3	3	99,44	99,336682
4	4	102,54	102,438737
5	5	128,63	128,508743
6	6	133,22	133,089538
7	7	151,39	27,1604
8	8	151,39	124,083724
9	9	163,38	163,218289
10	10	194,64	194,446006
11	11	233,51	233,288673
12	12	238,14	237,904846
13	13	239,95	239,677267
14	14	255,11	254,857186
15	15	259,54	259,287942
16	16	261,18	260,923164
17	17	264,97	264,715414
18	18	285,93	285,652201
19	19	293,52	272,687364
20	20	330,4	330,084209
21	21	331,44	331,112373
22	22	334,22	333,901541

Al comparar los valores de área obtenidos desde AutoCAD con los calculados en la herramienta GIS para los mismos polígonos, se evidencian diferencias mínimas en la mayoría de los casos, y diferencias significativas en unos pocos registros. Estas variaciones se explican principalmente por la forma en que cada software interpreta y procesa la geometría: mientras AutoCAD realiza cálculos sobre un entorno plano sin sistema de referencia geográfico explícito, el entorno GIS emplea modelos de cálculo que consideran el sistema de coordenadas proyectado o geodésico asignado al archivo, lo cual introduce ajustes por distorsión cartográfica.

### **7.3.3. Visualización temática de estados prediales**

En los procesos tradicionales desarrollados en AutoCAD, la visualización temática de los elementos gráficos, como los predios afectados por un proyecto de infraestructura, carece de herramientas automatizadas para la clasificación simbólica basada en atributos. En su lugar, se recurre a la asignación de colores manual como método para representar condiciones o categorías prediales, lo cual presenta importantes limitaciones en cuanto a eficiencia, escalabilidad y trazabilidad.

Una opción común consiste en crear múltiples capas, cada una asignada a un color específico, representando alguna condición temática previamente definida (por ejemplo: predios disponibles, adquiridos, requeridos). En este enfoque, cada polígono debe ser trasladado manualmente a la capa correspondiente según su categoría, lo cual implica una carga operativa significativa y propensa a errores, especialmente en proyectos con gran cantidad de predios.

Otra alternativa, aún más limitada, es modificar directamente el color de los objetos gráficos sin cambiar su capa de origen. Este procedimiento, si bien puede ser más ágil en ciertos casos, pierde completamente la noción de clasificación temática estructurada, ya que no existe una relación verificable entre el color asignado y un atributo identificable del predio. Además, en ambos casos, los cambios deben aplicarse polígono a polígono de forma individual, lo cual impide una edición masiva o una actualización automática ante cambios en el estado predial.

A diferencia de los entornos SIG, AutoCAD no permite consultas temáticas automatizadas ni simbologías dinámicas, lo que limita su utilidad para el seguimiento de estados prediales y la generación de reportes gráficos consistentes. Por ello, el uso de colores como representación temática en AutoCAD debe considerarse como un recurso visual auxiliar y no como una herramienta técnica confiable para el análisis predial.

Se busca clasificar visualmente los predios según su estado en el proceso de adquisición (ej. identificado, en negociación, adquirido) para facilitar el seguimiento.

#### **7.3.3.1. Paso a paso del proceso**

1. Cargar capa de predios con atributo de estado.
2. Configurar la simbología categórica por estado.
3. Aplicar colores diferenciados por categoría.

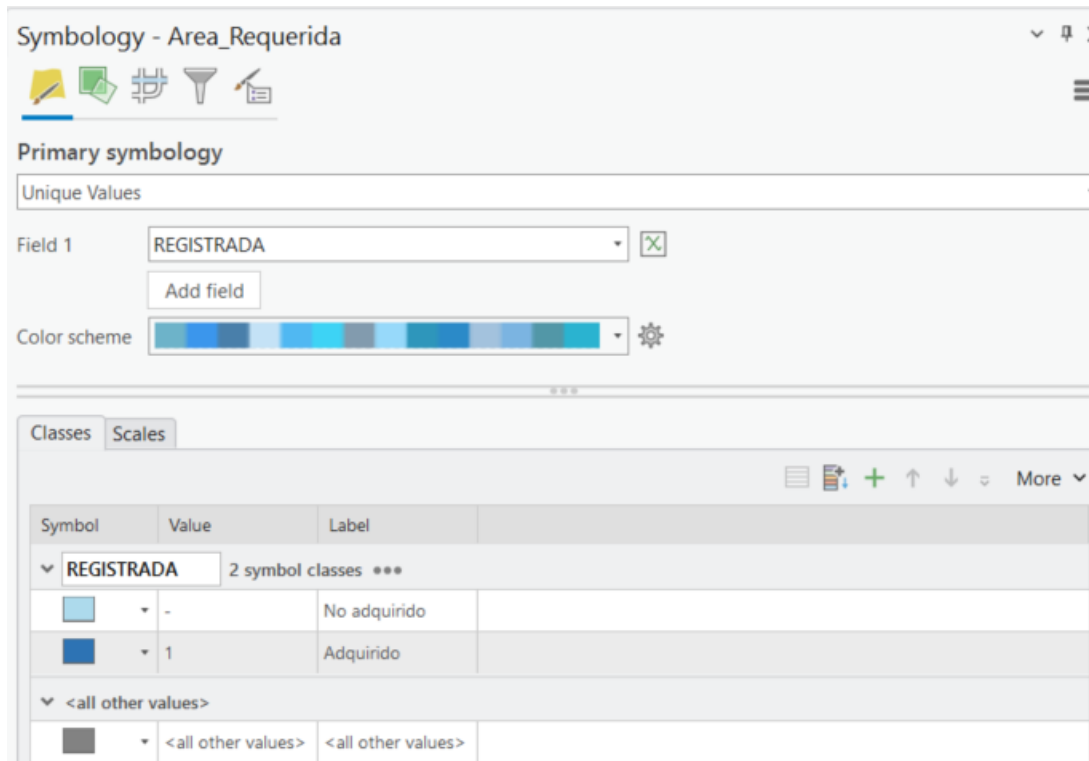
4. Visualizar y validar en el entorno espacial.
5. Exportar la vista para reportes.

### 7.3.3.2. Justificación del uso de la herramienta SIG

La simbología temática mejora la toma de decisiones, facilita la identificación de zonas críticas y agiliza el seguimiento del avance predial.

### 7.3.3.3. Evidencias del proceso (pantallazos)

**Figura 28.** Vista de simbología configurada.



**Figura 29.** Mapa resultante con clasificación visual.



### 7.3.4. Generación de reportes prediales por zona o tramo

En los procesos tradicionales de gestión predial, la elaboración de informes o estadísticas por zonas (como tramos, unidades funcionales o sectores del proyecto) suele realizarse manualmente a partir de hojas de cálculo en Excel. En este enfoque, los datos alfanuméricos sobre los predios —como áreas requeridas, valores de avalúo, estado jurídico o avance del proceso— se organizan en tablas que deben ser filtradas, agrupadas y resumidas mediante funciones como *filtros avanzados*, *tablas dinámicas* o *fórmulas condicionales*. Si bien Excel permite realizar cálculos básicos y presentar resúmenes, la gestión por zonas requiere una estructuración rigurosa del archivo, y cualquier error en la codificación de la zona o en la digitación puede afectar la confiabilidad de los resultados. Además, no existe vinculación directa entre la información numérica y su representación espacial, lo que dificulta la validación visual y la detección de inconsistencias territoriales.

Con este ejercicio se agrupará información predial por tramos u obras, generando estadísticas o resúmenes por zonas.

#### 7.3.4.1. Paso a paso del proceso

1. Agregar campo de agrupación.
2. Usar herramienta de estadísticas o disolución por grupo.
3. Obtener número de predios, área total afectada.
4. Exportar resultados a tabla.
5. Documentar resultados por tramo.

#### 7.3.4.2. Justificación del uso de la herramienta SIG

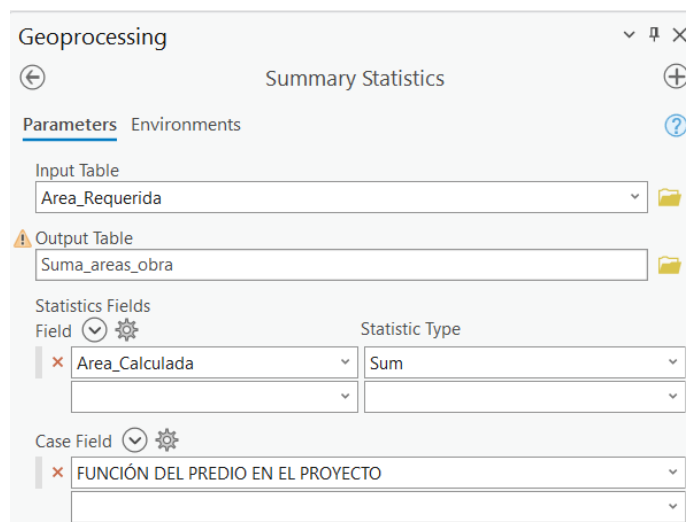
Permite obtener reportes dinámicos por zona, agilizando la generación de informes consolidados y comparativos.

#### 7.3.4.5. Evidencias del proceso (pantallazos)

**Figura 30.** *Tabla con agrupación configurada.*

FUNCIÓN DEL PREDIO EN EL PROYECTO
INTERSECCIÓN SURABASTOS
CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
PEAJE UF1

**Figura 31.** *Resumen estadístico por tramo.*



**Figura 32.** Exportación de resultados.

	OBJECTID *	FUNCIÓN DEL PREDIO EN EL PROYECTO	FREQUENCY	SUM_Area_Calculada
1	1	CONSTRUCCION DOBLE CALZADA	161	840692,116789
2	2	INTERSECCIÓN EL JUNCAL	5	5103,711194
3	3	INTERSECCIÓN SURABASTOS	9	22329,960448
4	4	PEAJE UF1	2	10235,351694
5	5	PESAJE UF1	4	34539,70112

### 7.3.5. Análisis comparativo de precisión

En entornos tradicionales como AutoCAD, la integración de información proveniente de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) requiere un proceso manual de georreferenciación para poder superponer dicha información sobre el diseño del proyecto vial y los predios objeto de gestión. Este procedimiento tiene como propósito identificar sobre qué categorías de uso del suelo recaen los predios afectados por el trazado.

El proceso inicia con la georreferenciación del plano del POT, el cual generalmente se encuentra en formato DWG o PDF y no contiene un sistema de referencia espacial incorporado. Para ello, se identifican al menos dos puntos de control comunes entre el plano del POT y el entorno de trabajo del proyecto, como intersecciones viales, esquinas de manzana o elementos topográficos reconocibles. Con base en estos puntos, se aplica un *traslado de coordenadas* utilizando comandos como ALIGN o MOVE con referencia base, de forma que el plano del POT se ajuste al sistema de

coordenadas utilizado por el proyecto (por ejemplo, MAGNA-SIRGAS / EPSG:3115). Este paso garantiza que ambos insumos compartan una misma referencia espacial dentro del entorno CAD.

Una vez el plano del POT está correctamente posicionado, se procede a superponer los polígonos de afectación predial del proyecto. Esta superposición permite hacer una revisión visual detallada para determinar en qué zonas de uso del suelo recae cada uno de los predios afectados. Para facilitar este análisis, es necesario *digitalizar manualmente* los límites de las zonas de uso del suelo tal como aparecen en el plano del POT, generando así nuevos polígonos que representen cada categoría normativa (residencial, comercial, rural, protección ambiental, etc.).

Cada uno de estos nuevos polígonos se puede diferenciar mediante la aplicación de *achurados* con patrones y colores únicos para cada tipo de uso, permitiendo una lectura visual clara. Posteriormente, se realiza un análisis cruzado entre los polígonos prediales y los polígonos de uso del suelo. Esta operación, aunque no automática, se ejecuta mediante la inspección visual directa, identificando los casos en los que un predio cae total o parcialmente dentro de un uso determinado.

Para cuantificar las áreas involucradas, se realiza el *achurado* de las secciones de cada predio que recaen sobre un uso del suelo específico, generando contornos individuales por cada sección. Mediante el comando AREA, se consulta el valor de área correspondiente a cada sección, el cual es registrado manualmente en una tabla, discriminando por predio y por uso. Este proceso debe repetirse para cada predio y cada categoría de uso involucrada.

Si bien este procedimiento puede brindar resultados válidos, se trata de un proceso totalmente manual, dependiente de la precisión del operador y carente de trazabilidad automática. A diferencia de los entornos SIG, AutoCAD no permite realizar intersecciones espaciales automatizadas ni relacionar atributos de forma directa, lo cual limita la eficiencia y confiabilidad del análisis. Por tanto, este tipo de cruce debe considerarse como una solución de último recurso en casos donde no se dispone de herramientas SIG, o como una etapa preliminar para la migración posterior a un entorno más robusto.

En este ejercicio se realiza la comparación entre resultados obtenidos con técnicas convencionales y los generados mediante herramientas SIG, en cuanto a tiempo, precisión y replicabilidad.

### 7.3.5.1. Paso a paso del proceso

1. Seleccionar tramo de prueba.
2. Realizar análisis de área afectada en CAD.
3. Repetir el análisis en entorno SIG.
4. Comparar resultados y tiempos empleados.
5. Presentar conclusiones del ejercicio.

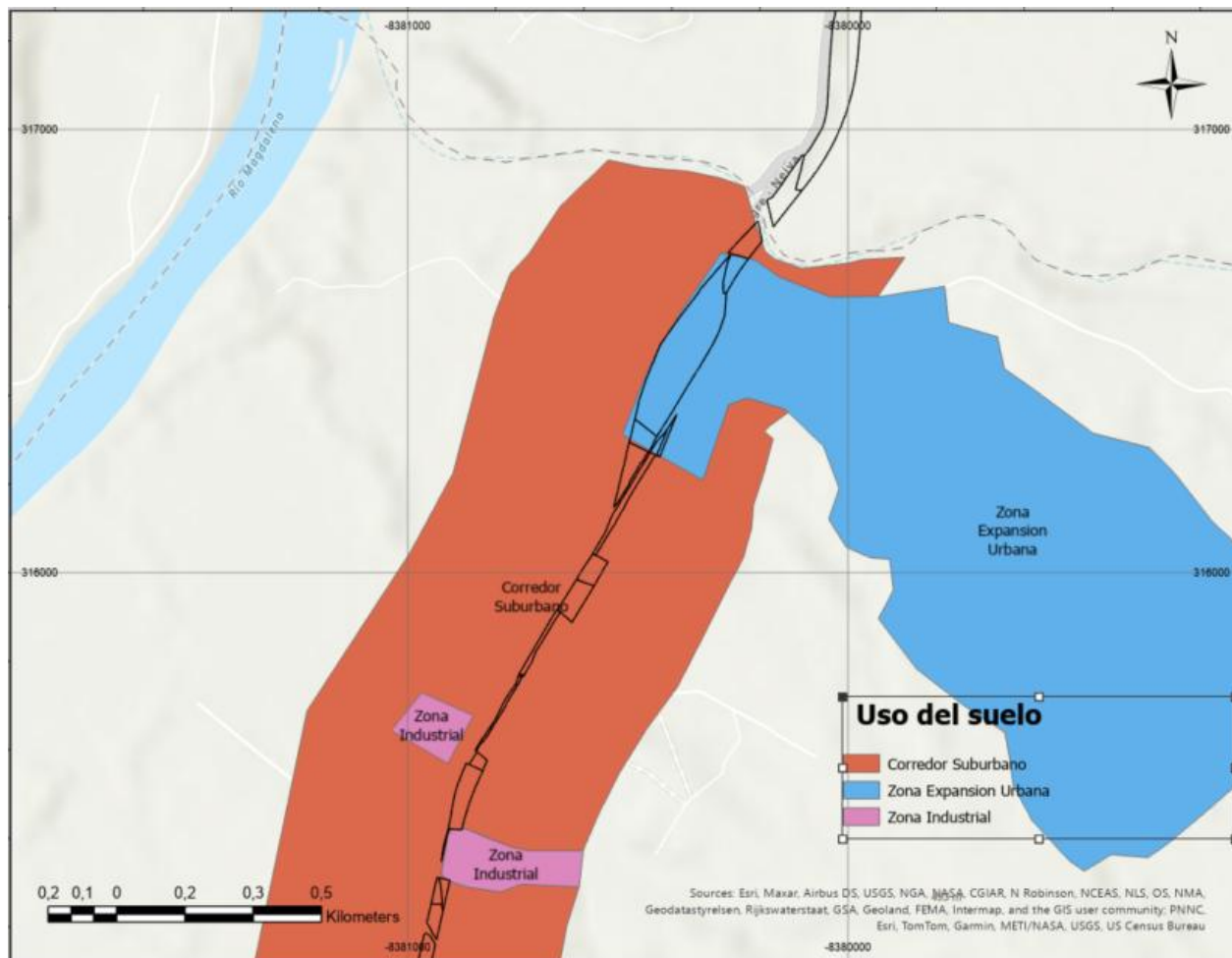
### 7.3.5.2. Justificación del uso de la herramienta SIG

Evidencia objetiva las ventajas del entorno SIG frente al método tradicional, reforzando la propuesta metodológica.

### 7.3.5.3. Evidencias del proceso (pantallazos)

*Figura 33.* Vista del análisis en CAD.



**Figura 34.** Vista del análisis en SIG.**Tabla 7.** Tabla comparativa de resultados.

Aspecto	AutoCAD (con planos PDF georreferenciados)	Software GIS (SIG)
Georreferenciación inicial	Requiere transformar el plano PDF mediante la ubicación de mínimo dos puntos de control conocidos (coordenadas del PDF vs proyecto).	Se realiza mediante herramienta de georreferenciación directa, con múltiples puntos de control y ajuste RMS.
Sistema de coordenadas	No se trabaja con sistema de referencia espacial definido; el plano se ajusta manualmente a una escala aproximada.	Utiliza sistemas de coordenadas definidos (p. ej. MAGNA-SIRGAS UTM), lo que garantiza precisión geoespacial.

Aspecto	AutoCAD (con planos PDF georreferenciados)	Software GIS (SIG)
Digitalización de polígonos	Se trazan manualmente las zonas sobre el plano georreferenciado (líneas, polilíneas o polígonos).	Se digitalizan directamente sobre capas vectoriales georreferenciadas, permitiendo precisión y topología válida.
Atributos de uso del suelo	La asignación del uso se realiza de forma manual en textos separados o anotaciones externas al polígono.	Se integra directamente como un campo de atributos en la tabla asociada a cada polígono (uso, código, categoría).
Análisis espacial	Limitado. No se pueden hacer intersecciones, uniones espaciales o superposiciones automáticas.	Amplias herramientas para análisis espacial: Join Spatial, Intersect, Clip, consultas por ubicación y atributos.
Vinculación con otras capas	No es posible asociar el uso del suelo con otras capas (predios, zonas normativas, etc.) de forma automática.	Se pueden realizar consultas espaciales o atributos relacionales entre múltiples capas (predios vs usos).
Resultados cartográficos	La salida suele ser un plano en PDF o DWG, sin metadatos, ni estructura de base de datos.	Permite exportar mapas temáticos en distintos formatos (.PDF, .SHP, .KML), con simbología, leyendas y metadatos.
Tiempo y trazabilidad	Proceso manual y repetitivo, dependiente del operador. Difícil replicar o auditar el procedimiento.	Proceso automatizable y trazable mediante modelos o scripts (ModelBuilder, Python).
Escalabilidad	Poco escalable para grandes volúmenes de información.	Altamente escalable, ideal para proyectos territoriales amplios o institucionales.
Compatibilidad institucional	Generalmente no cumple con los estándares técnicos requeridos para proyectos con componente SIG (como INVIAS, ANI, IGAC).	Compatible con requerimientos institucionales y normativos, integrable a geovisores y plataformas oficiales.

#### 7.4. Etapa 4: Generación de productos cartográficos

Con base en el análisis realizado, se elaborarán productos cartográficos orientados a respaldar técnica y visualmente la toma de decisiones dentro del proceso de gestión predial. Entre los productos a generar se encuentran:

- Mapas de afectación predial por tramo y por estado del proceso.
- Mapas de zonificación predial o agrupación por tipo de titularidad y condición jurídica.
- Salidas cartográficas interoperables en distintos formatos (.PDF para informes impresos, .SHP y .KML para intercambio y análisis digital).

## UTILIDAD DE LAS HERRAMIENTAS GEOMÁTICAS EN EL MONITOREO DE LA GESTION...

Estos productos servirán como insumo para la elaboración de informes técnicos, presentaciones institucionales y como herramienta de soporte para procesos administrativos, jurídicos y sociales asociados al proyecto vial.

## 8. Resultados

A partir del desarrollo de las fases metodológicas, se obtuvo una base de datos alfanumérica estructurada y depurada, la cual integra la información detallada de los predios afectados. Se generaron capas vectoriales georreferenciadas, integradas a una geodatabase que permitió realizar análisis espaciales y visualizaciones temáticas, entre ellas, mapas de afectación predial y estados jurídicos. El uso de herramientas SIG facilitó la categorización de predios, el cálculo automatizado de áreas, y la comparación de precisión frente a métodos tradicionales, evidenciando una mejora en trazabilidad, eficiencia y capacidad de análisis. Los productos cartográficos resultantes fueron útiles para respaldar la toma de decisiones en la gestión predial del tramo Neiva-Campoalegre. Adicionalmente, la estructura de la geodatabase desarrollada permite incorporar nuevos atributos o capas temáticas conforme avance el proyecto, lo que convierte al modelo implementado en una herramienta dinámica y escalable. A través de consultas espaciales y temáticas se logró priorizar tramos críticos según el estado jurídico de los predios, identificar inconsistencias entre planos y registros oficiales, y generar reportes consolidados útiles para la toma de decisiones en tiempo real. Este enfoque metodológico no solo optimizó la visualización del avance predial, sino que facilitó la articulación interinstitucional entre entidades técnicas, jurídicas y ambientales involucradas en la gestión territorial. En suma, los resultados demuestran que la implementación de herramientas geomáticas es una estrategia efectiva para garantizar el monitoreo, trazabilidad y transparencia de la gestión predial en proyectos de infraestructura vial.

Se realizó un análisis técnico detallado de los archivos DWG, identificando 170 capas, de las cuales solo 13 fueron clasificadas como esenciales para la gestión predial. Se consolidó una base alfanumérica depurada a partir de la sabana predial, con más de 80 columnas organizadas por bloques temáticos (jurídicos, técnicos, financieros y administrativos). Este proceso permitió eliminar redundancias, normalizar nomenclaturas y establecer una base de datos estructurada, lista para integrarse al entorno SIG.

Se desarrolló una geodatabase (GDB) que integra polígonos georreferenciados provenientes de archivos DWG, reproyectados al sistema MAGNA-SIRGAS / Colombia Oeste (EPSG:3115). La elección de este sistema se fundamentó en que el contrato de concesión bajo el esquema de Alianza

Público-Privada (APP) fue suscrito en el año 2015, y desde esa fecha, tanto los diseños como los insumos técnicos del proyecto adoptaron este sistema de referencia como estándar institucional. A través de herramientas como “Join por ubicación”, se vinculó la identificación predial contenida en los textos CAD a las geometrías espaciales, creando así una base cartográfica robusta. El resultado fue un conjunto de capas vectoriales estandarizadas, alineadas con la proyección oficial del proyecto, listas para análisis y consulta.

Se aplicaron herramientas SIG como intersección espacial para determinar predios afectados por el trazado vial, cálculo automatizado de áreas afectadas por obra, simbología temática para visualizar el estado jurídico de los predios, y agrupaciones por tramos u obras para generar reportes dinámicos. Este análisis permitió detectar superposiciones, inconsistencias y clasificar zonas prioritarias para seguimiento. Las simbologías implementadas en este documento fueron diseñadas como ejemplo orientativo para ilustrar las capacidades del entorno SIG en la representación visual de datos prediales, y no se limitan exclusivamente a los ejercicios aquí documentados. Este tipo de visualización resulta útil también para procesos como la identificación de predios con condicionantes ambientales, priorización por etapa del proceso de adquisición, clasificación por tipo de titularidad o presencia de conflictos jurídicos, entre otros escenarios de gestión territorial.

Con base en los análisis realizados, se generaron productos cartográficos interoperables en formatos .SHP, .PDF y .KML, incluyendo mapas de afectación, zonificación y estados de adquisición predial. Estos productos fueron diseñados para facilitar la toma de decisiones técnicas, jurídicas y administrativas en el seguimiento del proceso predial, tanto para los responsables del proyecto como para instancias institucionales. Además, como parte de los productos generados, se elaboró la tira topográfica del proyecto, los planos de zonificación de usos del suelo asociados al corredor vial, y archivos KMZ individuales para la ubicación específica de predios particulares. Estos archivos, compatibles con herramientas como Google Earth, facilitan la consulta y geolocalización desde dispositivos móviles, permitiendo a los equipos técnicos y sociales acceder a la información territorial de manera rápida mediante aplicaciones gratuitas disponibles para celular.

## 9. Discusión

Los resultados obtenidos en el desarrollo de este proyecto demuestran con claridad la eficacia de las herramientas geomáticas en el monitoreo y análisis de la gestión predial, al permitir superar las limitaciones de los métodos tradicionales basados en software ofimático y CAD. La consolidación de una base de datos alfanumérica depurada, estructurada por bloques temáticos (jurídico, técnico, financiero y administrativo), permitió establecer un punto de partida sólido para su integración en un entorno SIG, evidenciando cómo la sistematización adecuada de la información predial es un factor determinante para garantizar trazabilidad y confiabilidad en los procesos.

El análisis técnico detallado de los archivos DWG reveló una problemática común en la práctica profesional: el exceso de capas innecesarias, la duplicidad en la nomenclatura y la ausencia de criterios estandarizados en la estructuración de la información gráfica. La depuración de este insumo y la identificación de tan solo 13 capas relevantes para la gestión predial (de un total de 170) demuestran la necesidad de implementar protocolos de control desde el origen de los diseños, que permitan reducir la carga operativa y facilitar la interoperabilidad con entornos geoespaciales.

La implementación de una geodatabase (GDB) georreferenciada bajo el sistema MAGNA-SIRGAS / Colombia Oeste (EPSG:3115), coherente con los lineamientos institucionales adoptados desde la firma del contrato de concesión en 2015, permitió establecer una plataforma técnica confiable para el análisis espacial. Esta integración espacial de datos —lograda mediante herramientas como el Join por ubicación— facilitó el cruce automatizado entre información gráfica y alfanumérica, representando un avance significativo frente a la vinculación manual de registros en AutoCAD y Excel.

El uso de herramientas SIG para realizar intersecciones espaciales, cálculos automatizados de área, visualización temática y generación de reportes dinámicos, permitió responder directamente a las preguntas de investigación relacionadas con la trazabilidad, eficiencia y capacidad de análisis de la información predial. A diferencia de los métodos convencionales, donde los procesos se ejecutan de forma manual, repetitiva y propensa a errores, el entorno SIG posibilitó la automatización y

validación de los procedimientos, disminuyendo el margen de error y mejorando la eficiencia operativa.

Otro resultado destacable es la generación de productos cartográficos interoperables (.SHP, .PDF, .KML), los cuales no solo respaldan técnicamente el seguimiento predial, sino que facilitan la comunicación interinstitucional y la consulta desde dispositivos móviles mediante aplicaciones gratuitas como Google Earth. Esta capacidad de generar insumos accesibles, geolocalizados y compatibles con plataformas institucionales responde a una necesidad creciente de contar con herramientas de monitoreo ágiles y escalables.

Finalmente, la posibilidad de clasificar temáticamente los predios según su estado jurídico, tipo de titularidad o condiciones ambientales, permitió priorizar zonas críticas, detectar inconsistencias entre fuentes y mejorar la planificación territorial. Este enfoque no solo demuestra el valor técnico de las herramientas geomáticas, sino que aporta una dimensión estratégica al proceso de gestión predial, al facilitar la articulación entre los equipos técnicos, jurídicos, sociales y ambientales involucrados.

En conjunto, los hallazgos validan la hipótesis de que la implementación de herramientas SIG mejora sustancialmente el monitoreo y análisis de la gestión predial en proyectos de infraestructura vial, permitiendo mayor transparencia, eficiencia, replicabilidad y soporte para la toma de decisiones basadas en evidencia espacial.

## 10. Conclusiones

Se logró la integración estructurada y georreferenciada de la información predial, mediante la consolidación de una base de datos alfanumérica depurada y la generación de capas vectoriales reproyectadas al sistema MAGNA-SIRGAS / Colombia Oeste (EPSG:3115). Esta integración permitió vincular correctamente los datos técnicos y jurídicos de los predios con su ubicación espacial, garantizando consistencia y trazabilidad en el análisis.

El uso de herramientas SIG demostró ser superior frente a los métodos tradicionales basados en AutoCAD y Excel, en términos de eficiencia, automatización de tareas, precisión en el cálculo de áreas y capacidad para representar temáticamente los estados prediales. Las herramientas SIG permitieron realizar intersecciones espaciales, clasificaciones visuales y generación de reportes dinámicos con un alto nivel de confiabilidad.

Se evidenció una mejora significativa en la toma de decisiones prediales, gracias a la disponibilidad de productos cartográficos interoperables (.SHP, .PDF, .KML), visualizaciones temáticas, y archivos compatibles con plataformas como Google Earth. Estos insumos facilitaron el análisis territorial, la identificación de zonas críticas y la articulación entre actores técnicos, jurídicos y sociales del proyecto.

La estandarización de la información gráfica y alfanumérica fue clave para garantizar la interoperabilidad entre plataformas, eliminando duplicidades, errores de codificación y desorganización en las capas DWG. Este proceso permitió reducir la complejidad del archivo original y conservar únicamente la información esencial para el análisis predial.

El modelo implementado es escalable y replicable, ya que la estructura de la geodatabase desarrollada permite incorporar nuevos atributos, capas temáticas o zonas adicionales conforme avance el proyecto. Esto convierte a la solución propuesta en una herramienta dinámica de apoyo para el monitoreo y seguimiento continuo de la gestión predial.

La implementación de herramientas geomáticas en la gestión predial constituye una estrategia efectiva para optimizar los procesos administrativos y técnicos en proyectos de infraestructura vial, favoreciendo la transparencia, la trazabilidad documental y la eficiencia operativa. Este enfoque es aplicable a otros tramos o corredores viales que enfrenten problemáticas similares de desactualización, fragmentación o desarticulación de la información predial.



## **11. Recomendaciones**

Teniendo en cuenta la presente investigación, se proponen algunas alternativas orientadas a resolver y/o optimizar problemáticas relacionadas con la gestión predial en los proyectos de infraestructura vial:

Estandarizar la estructura de capas y nomenclaturas en los archivos DWG desde la etapa de diseño, con el fin de evitar duplicidades, reducir la carga gráfica innecesaria y facilitar la migración de información hacia entornos SIG. Esto debe incluir la definición de una convención de nombres y la categorización de capas por tipo de información (predial, vial, ambiental, etc.).

Adoptar herramientas SIG como componente obligatorio en la gestión predial de proyectos de infraestructura vial, desde las primeras etapas de planificación, ya que su integración mejora la trazabilidad, permite un análisis más preciso de las afectaciones, y facilita la generación de productos interoperables para la toma de decisiones.

Incorporar la geodatabase predial como insumo técnico transversal a los procesos técnicos, jurídicos, sociales y ambientales del proyecto, permitiendo que todas las áreas accedan a información georreferenciada confiable y actualizada, lo cual favorece la coordinación interinstitucional y reduce errores en la toma de decisiones.

Capacitar a los equipos técnicos en el uso y manejo de herramientas SIG, tanto en la creación como en la interpretación de capas temáticas, operaciones espaciales, unión de bases de datos y generación de reportes. Esto permitirá un uso más eficiente de los sistemas implementados y asegurará su sostenibilidad a lo largo del proyecto.

Utilizar simbologías temáticas y salidas cartográficas interactivas para comunicar el estado del proceso predial a actores externos, como entidades del Estado, comunidades o propietarios. Estas representaciones visuales facilitan la comprensión del avance, aumentan la transparencia y pueden convertirse en una herramienta clave para la concertación social.

## UTILIDAD DE LAS HERRAMIENTAS GEOMÁTICAS EN EL MONITOREO DE LA GESTION...

Promover la actualización continua de la base de datos geoespacial, incorporando nuevos campos, capas o criterios normativos a medida que el proyecto avanza. La geodatabase no debe considerarse un producto estático, sino una herramienta viva que evoluciona con la gestión del territorio.

Replicar la metodología en otros tramos viales o proyectos de infraestructura que presenten condiciones similares, adaptando la estructura de la base de datos, los criterios de depuración y las herramientas SIG utilizadas, con el fin de fortalecer la planeación territorial y mejorar los procesos de adquisición y seguimiento predial.

## 12. Referencias

- A, M. D. (2022). *Interoperabilidad entre catastro y medio ambiente para la gestion predial*. Medellin: Universidad de Antioquia.
- Acosta, A. (2018). *Implementacion de herramientas SIG para la administracion, seguimiento y control de los procesos de identificacion, gestion y adquisicion de predios intervenidos en proyecto de infraestructura vial en el municipio de Rionegro*. Rionegro: Tesis Universidad de Antioquia.
- ANI, A. N. (2021). *Apendice tecnico predial*. Bogotá: Agencia Nacional de Infraestructura - ANI.
- Becerra Avila, G. L. (2019). *Análisis de la importancia de la gestión predial en proyectos de infraestructura vial en Colombia*. *Revista de Ingeniería Vial*. Colombia: Revista de ingeniería vial.
- Borreo, G. (2023). *Catastro multiporposito para la planeacion y la gestion territorial*. Bogotá: Dpto Nacional de planeacion.
- Brigard Urrutia. (04 de agosto de 2023). *Bu.com.co*. Obtenido de Brigard Urrutia: <https://www.bu.com.co/es/insights/noticias/infraestructura-vial-competitiva-en-colombia#:~:text=El%202022%20de%20noviembre%20de%202013%20el,desarrollo%20de%20infraestructura%20vial%20competitiva%20en%20Colombia>.
- Colombia, C. d. (01 de Mayo de 2025). *funcionpublica.gov.co*. Obtenido de Funcion publica: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=93970>
- Corredor, L. M. (2020). *Diseño de un sistema de informacion geografica para monitoreo predial en proyectos*. Pereira: Universidad tecnologica de pereira.
- Cubides, B. (2021). *Ventajas del uso de SIG en las etapas de construccion de infraestructura vial en colombia*. Bogotá: Revista tecnologia e infraestructura.
- Gobernacion del Hula. (13 de Mayo de 2025). *Gobernacion del Hula*. Obtenido de Huila.gov.co: <https://www.huila.gov.co/publicaciones/15784/huila-se-posiciona-como-modelo-nacional-en-planificacion-vial/>
- Hernández, A. (01 de marzo de 2021). *Bibliotecadigital.udea.edu*. Obtenido de Estrategias para el fortalecimiento de la gestión predial en los proyectos de infraestructura vial del departamento de Antioquia. :

<https://bibliotecadigital.udea.edu.co/entities/publication/6f97a26b-df86-4c22-8557-5901e0dad268>

INVIAS, I. N. (01 de Marzo de 2020). *Ministerio de transporte*. Obtenido de Ministerio de transporte: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/11310-gestion-y-adquisicion-predial-apendice-f/file>

Londoño, O. y. (2023). *Estudio de implementación SIG en la vía Bucaramanga- Pamplona*. 2023: Universidad industrial de santander.

Lopez, H. y. (2020). *Integración de AutoCAD civil 3D y SIG en proyectos viales*. Bogotá: Revista ingeniería y territorio.

Magdalena, C. a. (19 de Diciembre de 2019). *archivo.cam.gov.co*. Obtenido de Coporación autónoma regional del alto magdalena: <https://archivo.cam.gov.co/1753-cam-implement%C3%B3-geoportal-para-visualizar-cartograf%C3%ADa-ambiental-del-huila.html>

Magdalena, C. a. (19 de Diciembre de 2019). *archivo.cam.gov.co*. Obtenido de Coporación autónoma regional del alto magdalena: <https://archivo.cam.gov.co/1753-cam-implement%C3%B3-geoportal-para-visualizar-cartograf%C3%ADa-ambiental-del-huila.html>

*Ministerio de transporte*. (22 de enero de 2024). Obtenido de [mintransporte.gov.co](https://mintransporte.gov.co/publicaciones/11967/ministerio-de-transporte-expidio-nuevas-resoluciones-para-el-reporte-de-informacion-del-sistema-integral-nacional-de-informacion-de-carreteras-y-la-modificacion-de-aspectos-en-la-categorizacion-de-vias/): <https://mintransporte.gov.co/publicaciones/11967/ministerio-de-transporte-expidio-nuevas-resoluciones-para-el-reporte-de-informacion-del-sistema-integral-nacional-de-informacion-de-carreteras-y-la-modificacion-de-aspectos-en-la-categorizacion-de-vias/>

*Minvivienda.gov.co*. (01 de 05 de 2019). Obtenido de Lineamientos técnicos para la articulación de infraestructura y ordenamiento territorial: <https://www.minvivienda.gov.co/>

P, R. (2023). *Geovisores participativos para gestión predial vial: Caso ibague - cajamarca*. Ibagué: Universidad del Tolima.

Paul A. Longley, M. F. (01 de marzo de 2015). *Wiley.com*. Obtenido de Ciencia y sistemas de información geográfica, 4.<sup>a</sup> edición: <https://www.wiley.com/en-us/Geographic+Information+Science+and+Systems%2C+4th+Edition-p-9781118676950>

Presiga. (2023). Uso de SIG en la gestión socio-predial del proyecto del Metro de Medellín. En P. X, *Uso de SIG en la gestión socio-predial del proyecto del Metro de Medellín*. (págs. 78-89). Medellín: Actas del congreso internacional de sistemas de información geográfica.

Rodriguez, S. (2017). *Creación de un aplicativo basado en SIG para mejorar la gestión predial en proyectos viales*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

- Sanchez, D. F. (2024). *Caracterización del proceso de gestión predial en los proyectos de infraestructura vial en Colombia*. Santiago de Cali: Universidad Pontificia Javeriana. Obtenido de Carac: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://vitela.javerianacali.edu.co/server/api/core/bitstreams/8f4cd849-ffb1-4c90-a794-2dc44d91c745/content
- Sebastian, V. I. (23 de Mayo de 2023). *Valora analitik*. Obtenido de Valora analitik: <https://www.valoraanalitik.com/megavia-4g-bucaramanga-pamplona-no-va-mas-se-firmo-terminacion/>
- sepulveda, C. y. (2019). *Gestión predial y conflictos de tenencia en proyectos de infraestructura vial*. Bogotá: Revista planeación territorial.
- valenzuela, P. y. (2021). Aplicaciones de teledetección en la gestión predial de proyectos rurales. *Revista Geomatica*, 77-91.
- Zuluaga. (2021). Uso de drones para actualización predial en infraestructura vial. *Revista técnica catastral*, 18-29.

### **13. Anexos**

Se presentan los anexos que complementan el contenido del trabajo de investigación. Cada anexo ha sido organizado de manera secuencial y clasificado con una letra correspondiente, con el propósito de facilitar su consulta. Además, su inclusión permite una mayor comprensión del proceso investigativo, especialmente en lo relacionado con la aplicación de herramientas geoinformáticas en el monitoreo de la gestión predial en el tramo vial Neiva – Campoalegre.

**Enlace de acceso a**

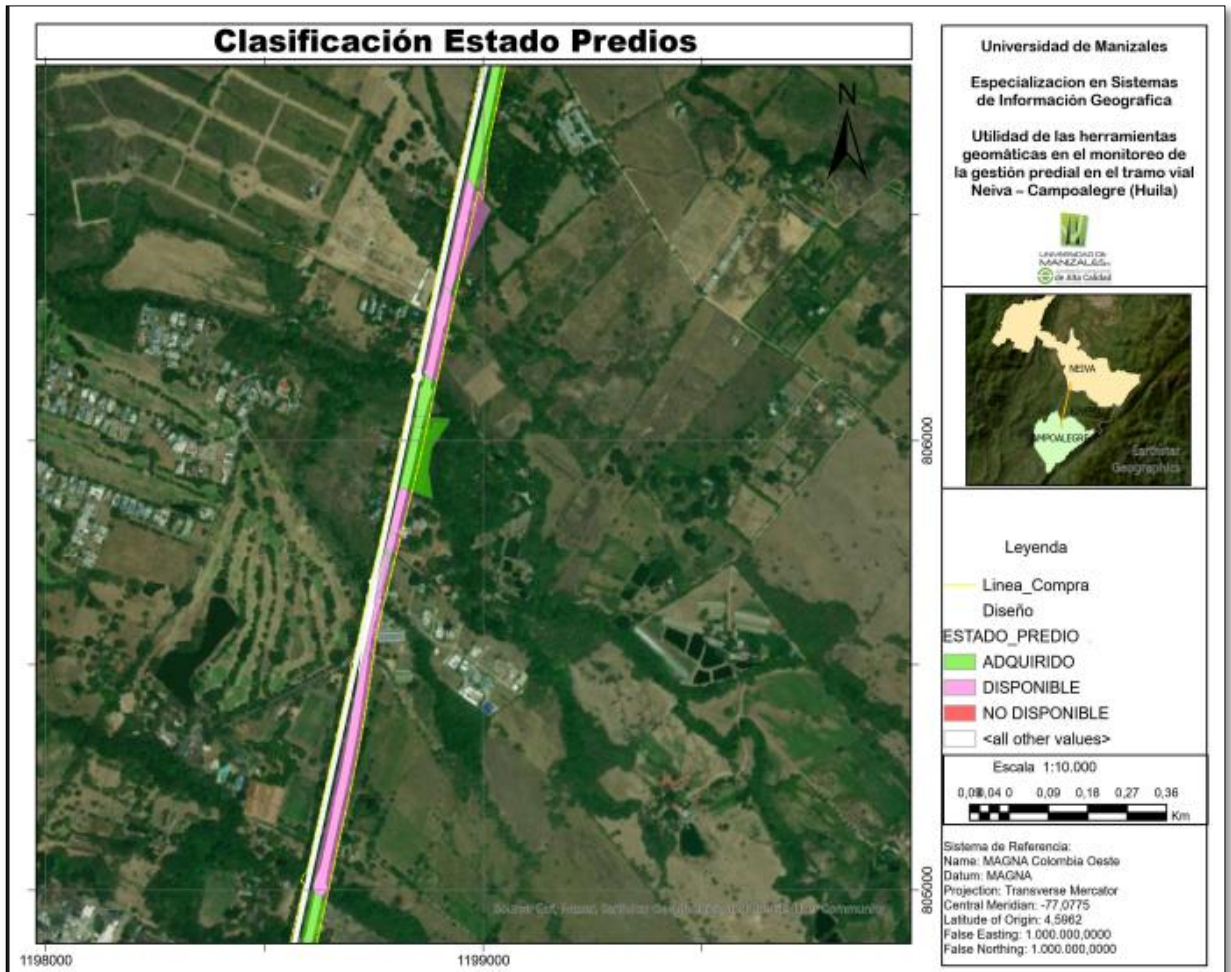
**[DOCUMENTACIÓN](#)**

**Anexo 1.** *DWG Tira topográfica depurada y UF 1*

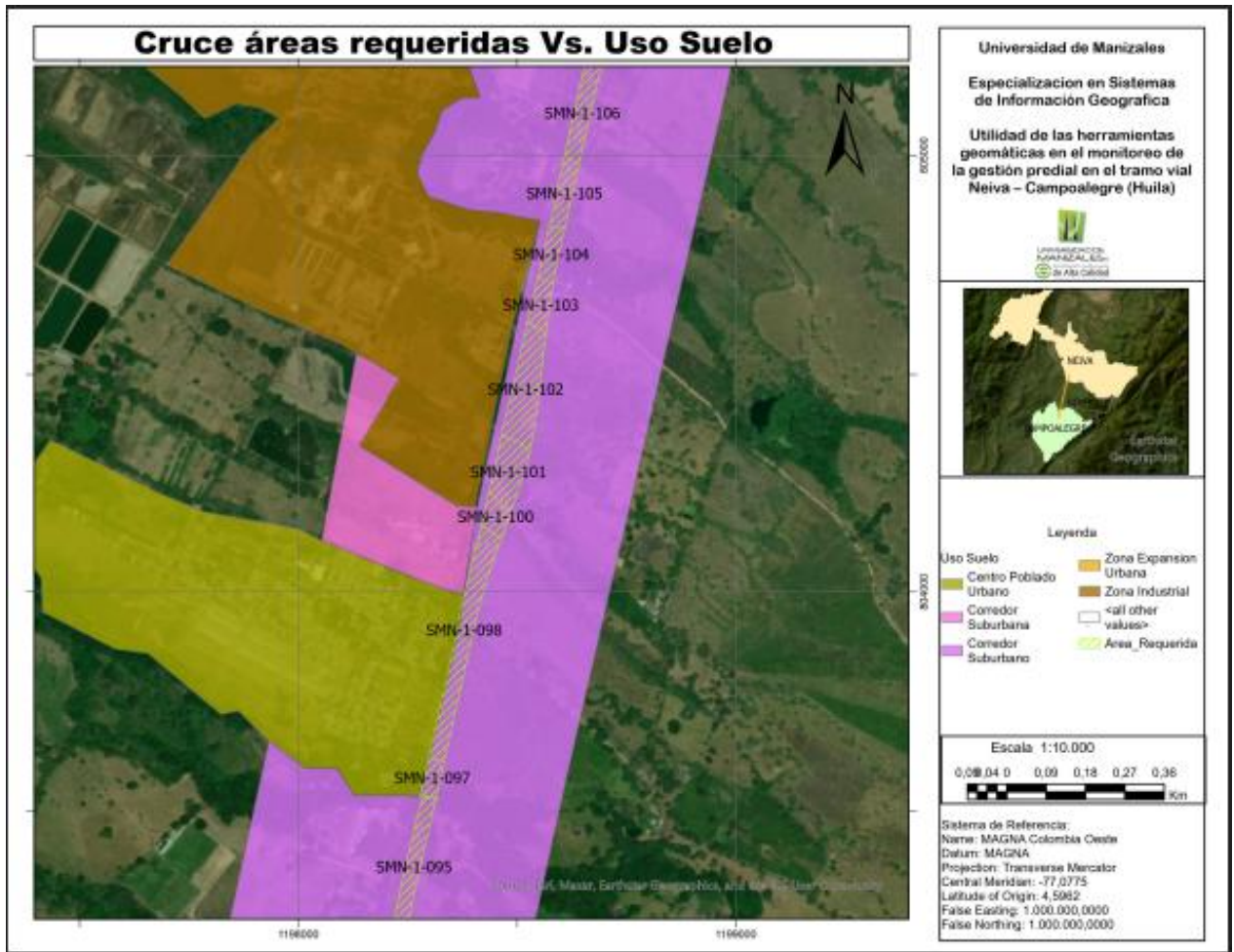
**Anexo 2.** *Geodatabase Proyecto Neiva- Campoalegre*

**Anexo 3.** *KMZ Proyecto Neiva – Campoalegre*

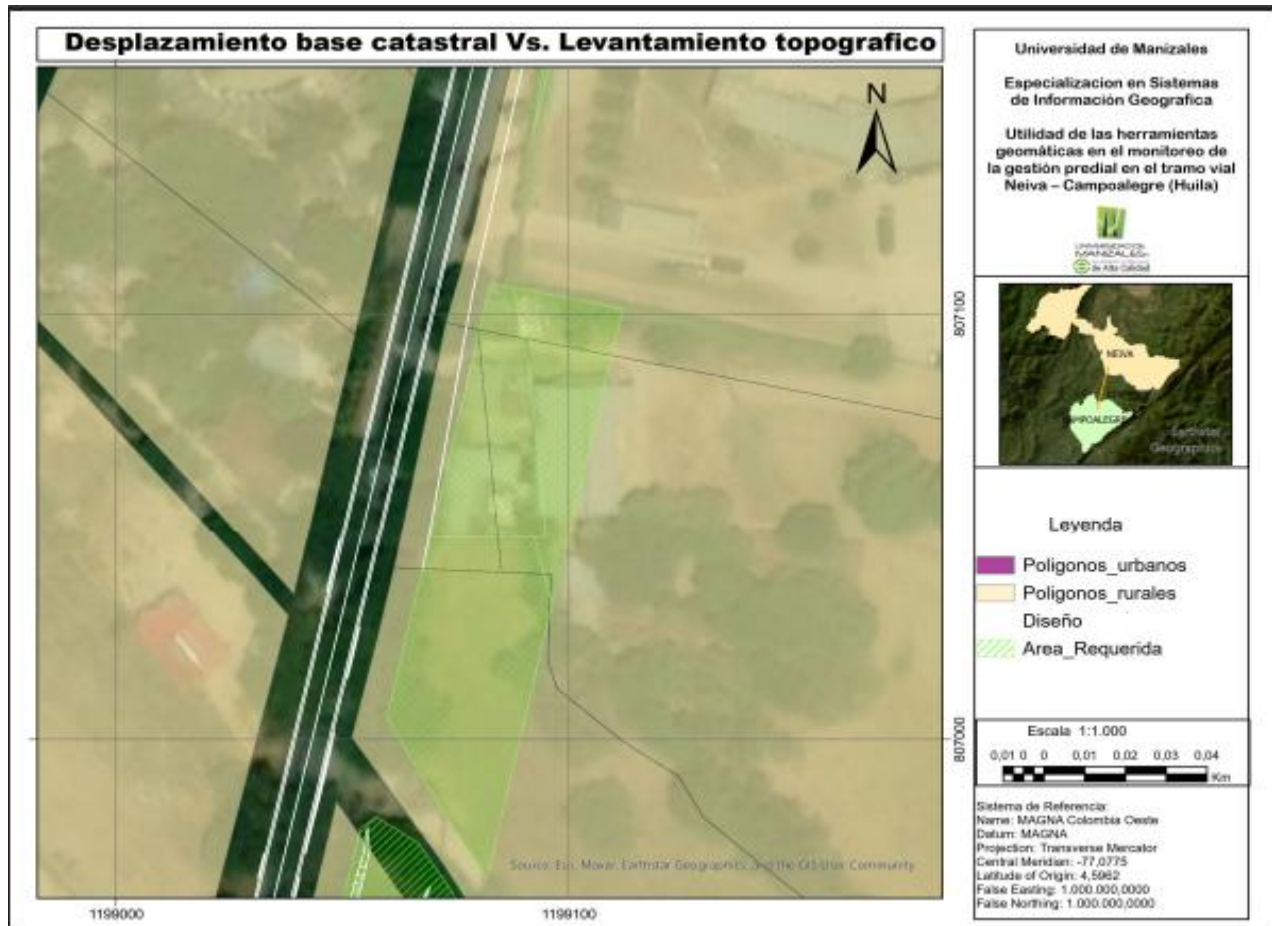
Anexo 4. Clasificación estado de predios



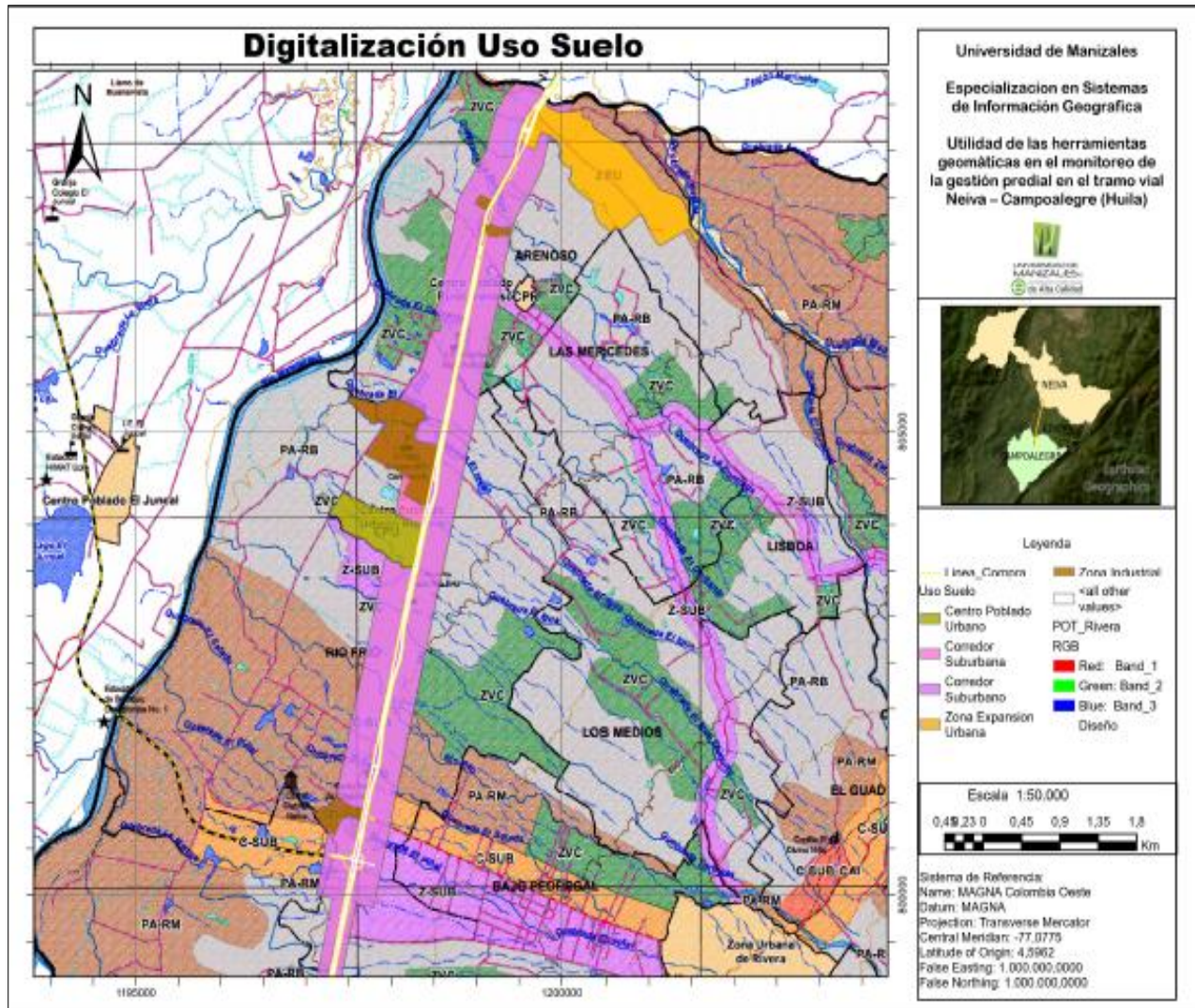
**Anexo 5. Cruce áreas requeridas Vs. Uso de Suelo**



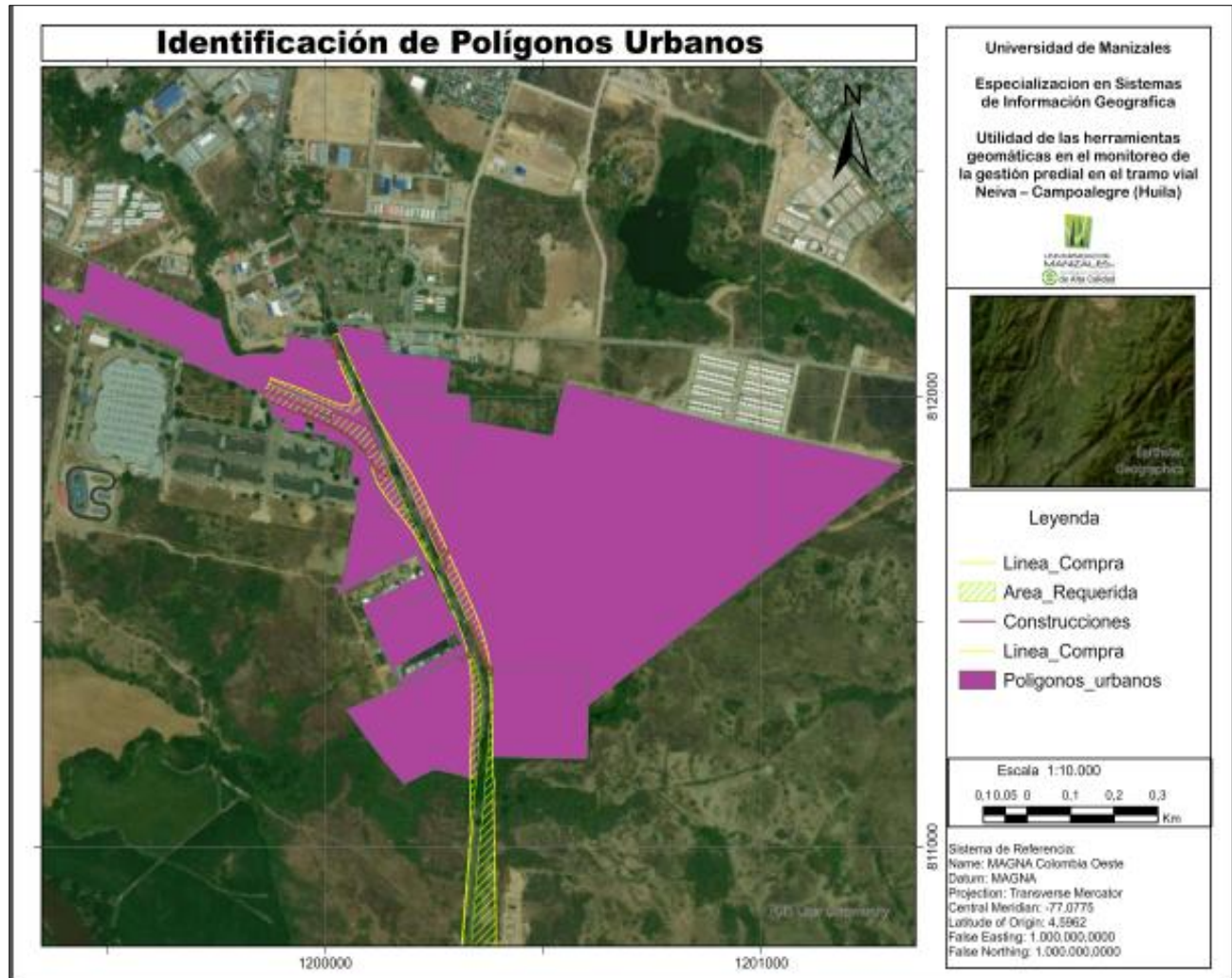
Anexo 6. Desplazamiento base catastral Vs. Levantamiento topográfico



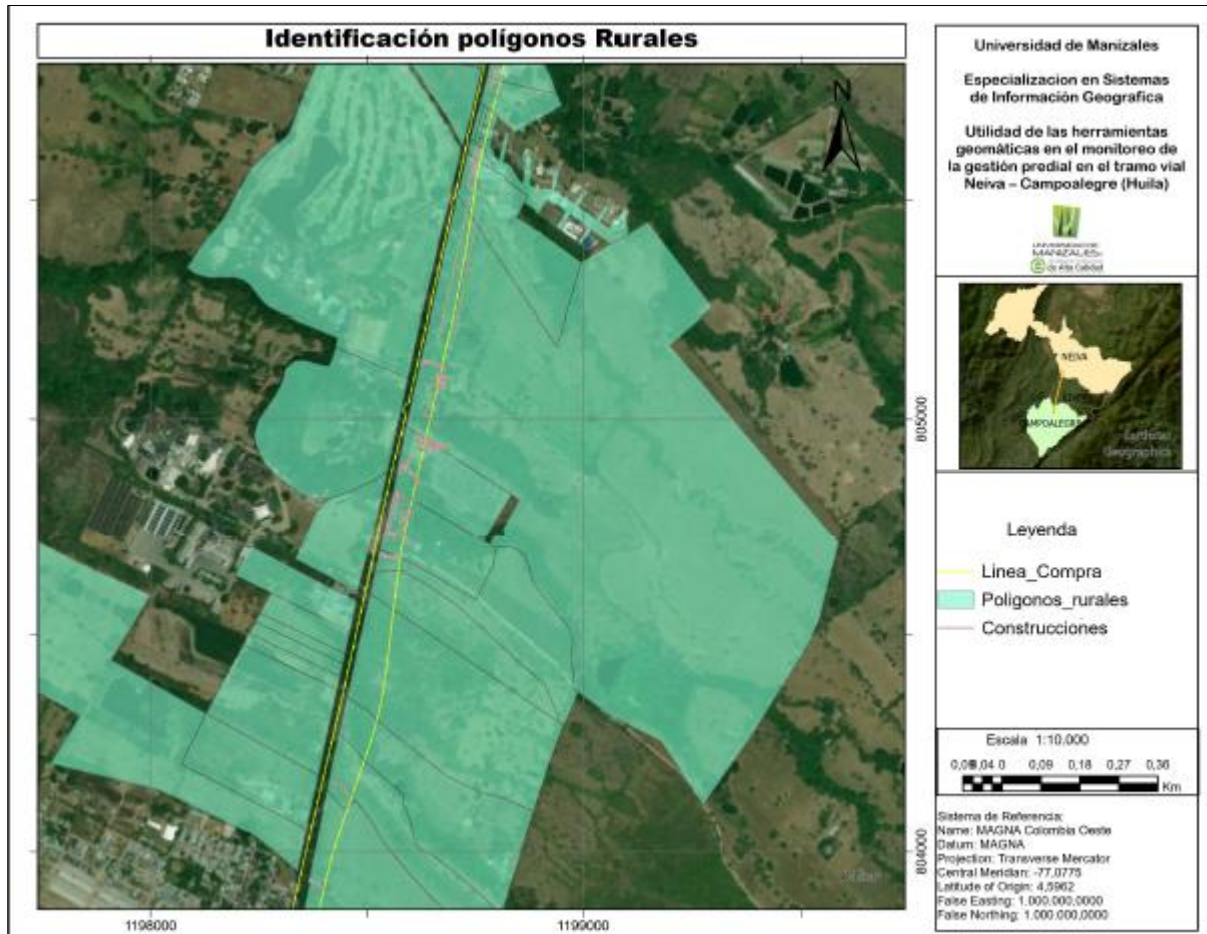
Anexo 7. Digitalización Uso de Suelo



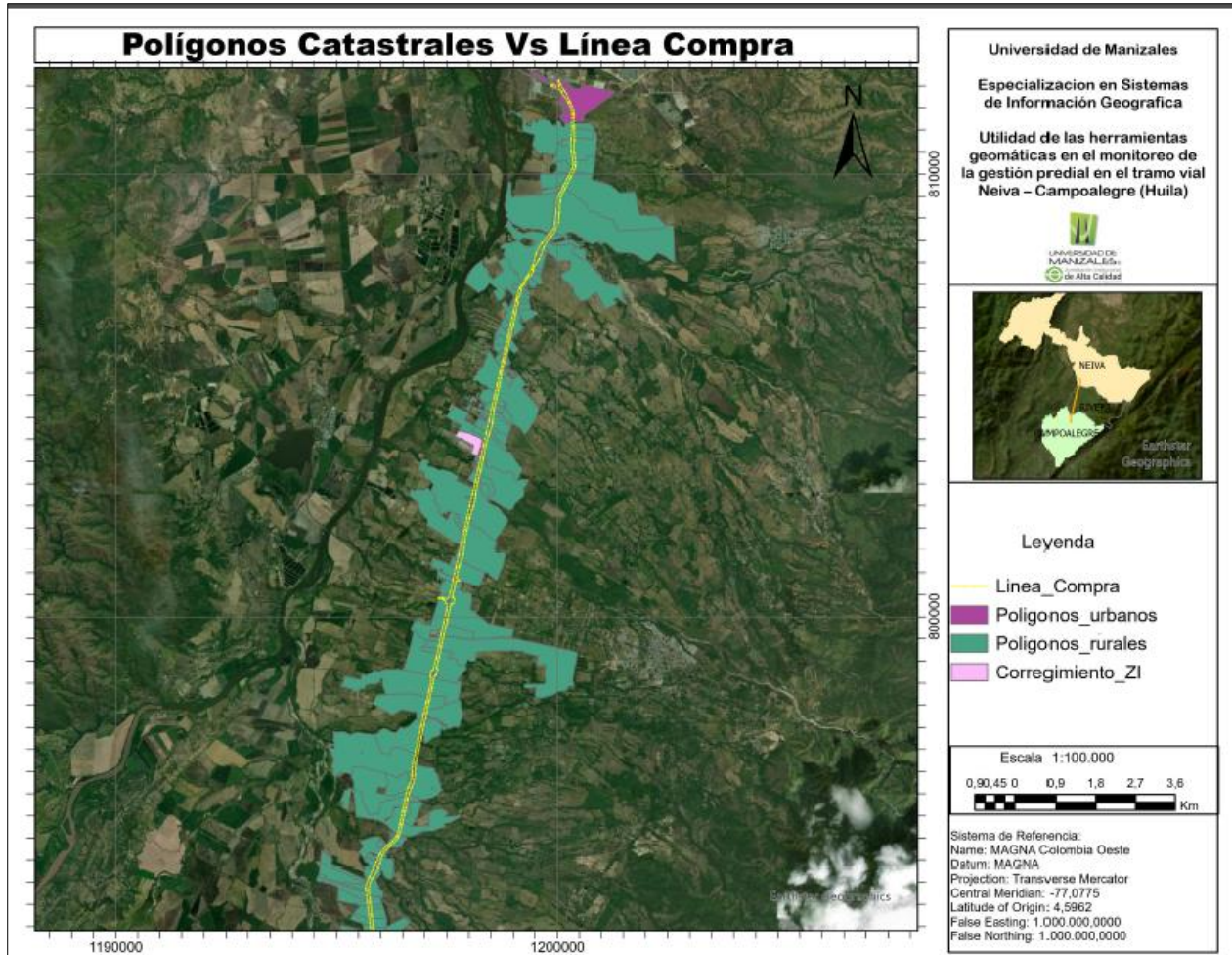
Anexo 8. Identificación de polígonos urbanos



Anexo 9. Identificación de Polígonos Rurales



Anexo 10. Polígonos catastrales Vs Línea compra



**Anexo 11. Sabana predial depurada**

Sabana_Predial_Depurada							
Archivo Inicio Insertar Compartir Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Automatizar Ayuda Dibujo							
K11 =J11-I11							
	A	B	C	D	E	F	G
1		N.º FICHA PREDIAL	MUNICIPIO	PROPIETARIO	CEDULA	DIRECCIÓN	FUNCIÓN DEL PREDIO EN F-PROYECTO
2	1	SMN-1-003	CAMPOALEGRE	LEANDRO ORTIZ PARRA	12264346	LOTE LA LIBERTAD	CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
3	2	SMN-1-003A	CAMPOALEGRE	LEANDRO ORTIZ PARRA	12264346	LOTE LA LIBERTAD	CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
4	3	SMN-1-005	CAMPOALEGRE	DYLAN JOSUE GONZALEZ CERQUERA (MENOR DE EDAD)	NIUP 1.079.186.553	LOTE EL SENDERO	CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
5	4	SMN-1-006	CAMPOALEGRE	NILSON OVIDIO ORTIZ CORDOBA	83.241.177	LA PORTADA LOTE 18A	CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
6	5	SMN-1-006A	CAMPOALEGRE	ARNOLDO ALVAREZ TORRES Y OTROS	83086208	LOTE, VIA LAS PUERTAS-HACIENDA POTOSI	CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
7	6	SMN-1-007	CAMPOALEGRE	JAIRO ARAQUE	9526792	LOS HORNOS LOTE 39G2	CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
8	7	SMN-1-008	CAMPOALEGRE	ARNOLDO ALVAREZ TORRES	83086208	LOS HORNOS LOTE 39G1	CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
9	8	SMN-1-009	CAMPOALEGRE	YEZMIN VALCARCEL JURADO	36087594	LOS HORNOS LOTE 39G	CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
10	9	SMN-1-010	CAMPOALEGRE	LUZ MIRYAN CORDOBA QUIROZ Y MIGUEL ANTONIO GUTIERREZ NARVAEZ	26.468.548 / 83.085.907	EL IGUA LOTE 9B	CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
11	10	SMN-1-011	CAMPOALEGRE	MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE	891.118.119-9	LOTE ZONA VERDE 3	CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
12	11	SMN-1-012	CAMPOALEGRE	FLOR DELI VIEDA PERDOMO	36086602	LAS PALMAS LOTE 8A	CONSTRUCCION DOBLE CALZADA
13	12	SMN-1-013	CAMPOALEGRE	NORMA CONSTANZA MONTEALEGRE LEÓN	26468466	LOTE PANCOGER 14 C	CONSTRUCCION DOBLE CALZADA