Optimización en la asignación de ficha catastral del ciclo de facturación 1705 para Efigas por medio de herramientas SIG.

María Camila Betancourth Ossa

Informe final de trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de

Especialista en Sistemas de Información Geográficos

Línea de Investigación

Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática y Telecomunicaciones

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Especialización Sistemas de Información Geográfica

Manizales, 2024

Resumen

El presente estudio se enfoca en enfrentar los retos existentes en la asignación de fichas catastrales dentro de Efigas S.A. E.S.P. en el proceso de seguir los requerimientos gubernamentales, enfatizando en la ineficiencia asociada al proceso manual que actualmente se emplea. Implementado una metodología que incluye como fases principales la recolección, corrección, cruce de datos geográficos y análisis, con lo que se ha reducido el tiempo necesario para actualizar las fichas catastrales, resaltando la importancia de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en esta función. En el marco de este trabajo, se han identificado desafíos adicionales, como la presencia de datos repetidos y vacíos.

La zona de estudio se localiza en el ciclo de facturación 1705 de Manizales-Caldas, específicamente en 8781 predios, al analizar los resultados alcanzados, se identifican las técnicas a abordar dentro del entorno urbano, se destaca la importancia de tener en cuenta la eficiencia en términos de tiempo y recursos. En este sentido, se recomienda la implementación de este enfoque en zonas urbanas. Además, se sugiere extender esta actividad a las áreas rurales para evaluar su efectividad y adaptabilidad, reconociendo así la diversidad y complejidad de los diferentes entornos.

En conclusión, este estudio ofrece soluciones prácticas para la eficacia en la asignación de ficha catastral dentro de Efigas S.A.E.S.P, además, resalta la importancia de la mejora continua, de la implementación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y de la investigación en el campo de la gestión catastral.

Palabras clave: Optimización, Asignación Ficha Catastral, Eficiencia, Cruce de Información, SIG

Abstract

The present study focuses on facing the existing challenges in the assignment of cadastral records or National Property Number (NPN) within Efigas S.A. E.S.P. in the process of following government requirements, emphasizing the inefficiency associated with the manual process currently used. Implemented a methodology that includes the collection, correction and cross-referencing of geographic data as main phases, thereby reducing the time necessary to update the cadastral records, highlighting the importance of Geographic Information Systems (GIS) in this function. Within the framework of this work, additional challenges have been identified, such as the presence of repeated and empty data.

The study area is located in billing cycle 1705 of Manizales-Caldas, specifically in 8781 properties. When analyzing the results achieved, the techniques to be addressed within the urban environment are identified, the importance of taking into account efficiency in terms of time and resources. In this sense, the implementation of this approach in urban areas is recommended. Furthermore, it is suggested to extend this activity to rural areas to evaluate its effectiveness and adaptability, thus recognizing the diversity and complexity of different environments.

In conclusion, this study offers practical solutions for the effectiveness in the assignment of cadastral records within Efigas S.A.E.S.P. In addition, it highlights the importance of continuous improvement, the implementation of Geographic Information Systems (GIS) and research in the field of cadastral management.

Keywords: Optimization, Cadastral File Assignment, Efficiency, Information Crossing, GIS.

Contenido

Pág.

1. INTRODUCCIÓN 7

1.1 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO 7

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU JUSTIFICACIÓN 9

2.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA 10
2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 11
2.4 JUSTIFICACIÓN 12

3. OBJETIVOS 15

3.1 OBJETIVO GENERAL 15
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 15

4. ANTECEDENTES 16

5. REFERENTE NORMATIVO Y LEGAL 22

6. REFERENTE TEÓRICO 26

7. METODOLOGÍA 28

7.1 ENFOQUE METODOLÓGICO 29
7.2 TIPO DE ESTUDIO 29

8. PROCEDIMIENTO 31

9. RESULTADOS 42

9.1 INFORMACIÓN RECOLECTADA 42
9.2 CORRECCIÓN Y ESTRUCTURACIÓN DE INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA BASE DE DATOS 47
9.3 CRUCE DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA 53
9.4 EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN PRODUCTO DEL CRUCE DE INFORMACIÓN 55
9.5 VERIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS CRUCE DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA 56
9.6 MODEL BUILDER 58

10. DISCUSIÓN 62

11. CONCLUSIONES 64

12. RECOMENDACIONES 67

13. REFERENCIAS 69

Lista de Ilustraciones

Pág.

Ilustración 2. Fases Metodología Empleada 28
Ilustración 3. Geodatabase con información del Gestor Catastral. 42
Ilustración 4. Tabla de atributos capa u_lc_terreno....43
Ilustración 5. Geodatabase De interés. 44
Ilustración 6. Acercamiento Mapa 1, desfase cartográfico sin corrección 46
Ilustración 7. Acercamiento Mapa 2, desfase cartográfico corregido. 49
Ilustración 8. Acercamiento Mapa 2, Centroide Predio Efigas Corregido. 52
Ilustración 9. Parámetros utilizados en el cruce de información. 53
Ilustración 10. Tabla de atributos con información de capa u_lc_terreno del gestor catastral. 54
Ilustración 11. Tabla de atributos con información de la capa Predio Efigas Corregido. 54
Ilustración 12. Tabla de atributos de la capa "PredioEfigas_u_lc_terreno", Producto del cruce de información Geográfico 55
Ilustración 13. Diagrama de resultados 57
Ilustración 14. Model Builder. 59
Ilustración 15. Dashboard Ficha_Catastral 61
Ilustración 16. Porcentaje de mejora con la Optimización de ficha catastral. 63

Lista de Mapas

Pág.

Mapa 1. Localización zona de estudio, Ciclo de facturación 1705. 8
Mapa 2. Inconsistencias Cartográficas (Desplazamientos) Base de datos interna. 33
Mapa 3. Inconsistencias Cartográficas (Rotaciones) Base de datos interna. 34
Mapa 4. Inconsistencias Cartográficas (Escala) Base de datos interna. 35
Mapa 5. Correcciones Cartográficas (Desplazamientos) Base de datos interna. 36
Mapa 6. Correcciones Cartográficas (Rotaciones) Base de datos interna. 37
Mapa 7. Correcciones Cartográficas (Escala) Base de datos interna. 38
Mapa 8. Ciclo 1705 con capa u_lc_terreno y Predio Efigas sin corregir. 45
Mapa 9. Ciclo 1705 con capa u_lc_terreno y Predio Efigas Corregido 48
Mapa 10. U_lc_terreno con centroide de Predio Efigas Corregido 51

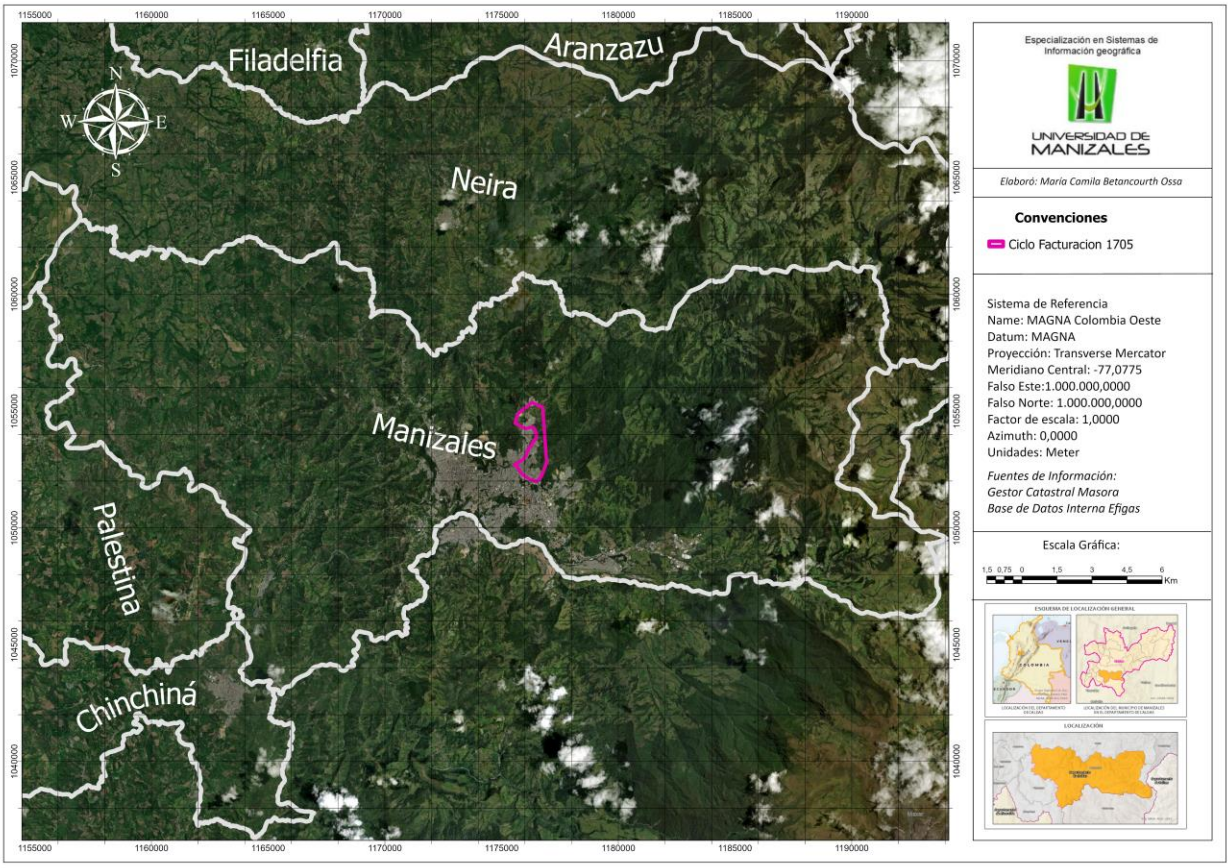
1. Introducción

En respuesta a la resolución SSPD-20192000034975 Efigas S.A E.S.P. se enfrenta al desafío de optimizar la asignación de fichas catastrales, un proceso actualmente se realiza manualmente lo que conlleva a un proceso poco eficiente, por esto, en busca de adaptación a la transformación digital y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se plantea estudiar y analizar la optimizar la asignación de fichas catastrales en Efigas S.A. E.S.P. A para el ciclo 1705 de Manizales aumentando la eficiencia operativa.

Al abordar esta situación desde una representación investigativa, este estudio aspira a no solo identificar las limitaciones y desafíos actuales en la asignación de fichas catastrales, sino también a proponer soluciones concretas y viables que puedan ser implementadas con el fin de avanzar hacia una gestión catastral más eficiente.

1.1 localización de la zona de estudio

Inicialmente se determinó la ubicación del ciclo de facturación 1705 en el municipio de Manizales, Colombia., capital del departamento de Caldas. La ciudad se encuentra ubicada en el centro occidente de Colombia, sobre la Cordillera Central de los Andes, cerca del Nevado del Ruiz. Específicamente, el ciclo 1705 se localiza al norte de la ciudad y abarca los barrios La Carola, Villahermosa, Sinaí, Comuneros, Solferino, parte norte de Bosques del Norte y Sierra Morena.



Mapa 1. Localización zona de estudio, Ciclo de facturación 1705.

2. Planteamiento del problema de investigación y su justificación

La resolución SSD-20192000034975, emitida por el gobierno nacional el 10 de septiembre de 2019, determina el deber para todas las empresas prestadoras de servicios públicos, en la cuales se encuentra Efigas S.A E.S.P., en dicha resolución se emite que cada empresa debe realizar una vinculación de ficha catastral o número predial nacional (NPN) con los predios de facturación. Esta medida se enmarca en un esfuerzo gubernamental por promover la gestión óptima de los recursos públicos en el país.

Efigas S.A E.S.P. actualmente tiene en frente una serie de desafíos altamente retadores a la hora de su implementación, en este momento la vinculación de las fichas catastrales a los predios de facturación se lleva a cabo de forma manual, lo que se traduce en resultados tardíos y con costos elevados tanto en términos humanos como financieros.

Este método, además de ser poco efectivo, no da lugar a tomar ventaja de los avances tecnológicos con los que actualmente se cuenta, con el fin de desplazar estos desafíos y asegurar el cumplimiento se hace necesario efectuar un cruce automatizado de datos entre la base gráfica existentes de Efigas y la brindada por el gestor catastral, que de paso a la vinculación masiva de fichas catastrales con los predios de facturación de manera certera, eficiente y confiable.

Alcanzando una vinculación masiva no solo se garantizará el cumplimiento de las disposiciones legales, sino que también permitirá optimizar los recursos disponibles como se mencionó anteriormente, tanto humanos como financieros.

2.2 Descripción del área problemática

Efigas S.A E.S.P. es una empresa de servicios públicos que distribuye gas natural en los municipios pertenecientes a los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda, por consecuencia, se encuentra imprescindible por estatuto a vincular las fichas catastrales con los predios de facturación, como un proceso de georreferenciación, control y estratificación.

El proceso de vinculación de fichas catastrales a predios de facturación es un proceso complejo y laborioso. Actualmente, este proceso se realiza de manera manual, lo que implica una revisión individual de cada predio. Esta metodología manual es ineficiente y tardía.

Una de las principales complicaciones del proceso manual es la dificultad para integrar la información. Los datos relevantes provienen de diferentes fuentes y sistemas, lo que dificulta la identificación y vinculación de los predios de forma masiva.

El proceso manual es ineficiente y representa altos costos, lo que se traduce en costos operativos adicionales. Además, que se presentan más errores y retrasos en el proceso que

pueden afectar el rendimiento general de la empresa y generar un impacto negativo en otras áreas de la organización.

Entrando a detalle en esta problemática, se propone comenzar a usar un sistema de optimización que permita el cruce de información entre la base de datos gráfica de Efigas S.A E.S.P. y el gestor catastral vigente. Por medio de esta solución se migrará hacia la transformación digital que optimizará el proceso, lo que lo haría más eficiente y preciso.

Así, se reduciría los costos operativos, se mejoraría el rendimiento general de la empresa y garantizaría la calidad de los datos.

Inicialmente se llevará a cabo en el ciclo de facturación 1705 de Manizales Caldas, el cual comprende los barrios; La Carola, Villahermosa, Sinaí, Comuneros, Solferino, parte norte de Bosques del Norte y Sierra Morena. Se espera que la implementación de este proceso optimizado pueda extenderse a toda la zona urbana abarcada por Efigas S.A E.S.P, además, que esté disponible y sea de utilidad para los usuarios futuros.

2.3 Formulación del problema

En base a la ineficiencia de vinculación frente a la asignación de los predios de facturación de los usuarios se plantea la siguiente pregunta con el fin de dar una respuesta o búsqueda de esta

¿La implementación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitirá la optimización eficiente de la asignación y vinculación de fichas catastrales a los predios de facturación para los usuarios de Efigas S.A E.S.P.?

2.4 Justificación

La optimización del proceso de asignación de ficha catastral sustentado en el cruce de información gráfica de los predios de facturación y la información gráfica del gestor catastral involucrado, permitirá mejorar la eficiencia del proceso por medio de una metodología aplicada usando herramientas SIG, incursionando en la asignación, vinculación de las fichas catastrales y predios de facturación, esto se verá reflejado en los indicadores de la compañía, la calidad de los datos y las otras áreas que estén involucradas con el proceso.

De esta forma, la implementación exitosa del cruce de información se traducirá en una notable mejora en la eficacia del proceso mencionado. Esta optimización tiene el potencial de generar varios beneficios significativos para la organización. En primer lugar, la reducción de la necesidad de personal de contratación se perfila como una consecuencia directa, ya que la optimización y eficiencia del cruce de datos pueden hacer que tareas previamente manuales sean innecesarias. Y así, generar una disminución en los costos operativos.

Además de los beneficios financieros, la ejecución exitosa de esta metodología cuenta con el potencial de acelerar el tiempo de manejo de este proceso, lo que llevará a una mayor

satisfacción de los clientes al disminuir los tiempos de respuesta y facilitar la gestión de sus solicitudes y necesidades. La mejora en el rendimiento operativo también puede influir positivamente en la cultura organizacional, al generar un ambiente de trabajo más ágil y enfocado en la innovación tecnológica. Además, al usar el cruce de información no solo tiene el potencial de generar ahorros significativos y eficiencia, sino que también da como resultado un impacto positivo en la dinámica interna y en la organización.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Optimizar el proceso de asignación de ficha catastral para los usuarios del ciclo de facturación 1705 de Efigas S.A por medio de herramientas SIG.

3.2 Objetivos específicos

- Recolectar y almacenar información del gestor catastral necesaria para el cruce de información.
- Corregir y estructurar información de las bases de datos.
- Realizar el cruce de las bases de datos Alfanuméricos y Cartográficos que permite la asignación de ficha catastral.
- Extracción de información producto del cruce de información.
- Integrar y analizar los resultados obtenidos para garantizar una exitosa asignación de ficha catastral.

4. Antecedentes

De acuerdo con el Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (2014) el catastro es un conjunto de procedimientos y actividades con fines científico destinados a suministrar una descripción precisa de las propiedades inmuebles de un territorio, convirtiéndose en un componente fundamental, al contribuir con la seguridad jurídica en el tráfico inmobiliario y la administración de estos (Paraguay, 2014). Esto conlleva, a que la mayoría de los países tengan un registro catastral que recopila información sobre los predios, facilitando la evaluación de su valor (Duncan & Rahman, 2013).

El levantamiento catastral es una medición del terreno para describir y definir límites de parcelas, estas descripciones pueden proporcionar información básica sobre la ubicación espacial, tamaño y forma de estas. Los levantamientos pueden realizarse por medio de métodos directos e indirectos. En el primero se realizan mediciones en suelo, donde se establece la posición relativa de los puntos y luego se mide la distancia y el segundo tiene como principal insumo la digitalización de polígonos a través de fotografías aéreas y mapas satelitales (Ali, 2012). Según Rakhmonov (2021) la mejora del sistema de información catastral contribuye a la gestión más eficiente de los recursos de un territorio, por esto el uso de un software para gestionar una base de datos catastral mejorará la eficacia de los estudios, disminuyendo el tiempo de entrega de información a los usuarios. El progreso tecnológico ha contribuido con los

proyectos catastrales y la ejecución de sistemas que administran su información, pasando desde un inventario alfanumérico, hasta el manejo de las entidades catastrales (Dávila, 2017).

Por otro lado, el crecimiento constante de la población y las construcciones generan una urbanización no planificada y descontrolada, por tanto, una gestión predial confiable y eficaz desempeña un papel fundamental en la administración efectiva de las tierras en el desarrollo de un país (Govedarica et al., 2021). Su actualización se convierte en una herramienta que analiza y diagnostica los factores físicos, sociales, económicos, legales, culturales y humanos que conforman cada comunidad. Sin el conocimiento de estos elementos se corre el riesgo de la inaplicabilidad del desarrollo (Linares et al., 2019). Por esto Finlandia realizó un estudio centrado en el cambio del uso de la información catastral, llevado a cabo en dos etapas. La primera, se centró en la identificación de grupos que regularmente utilizan el Sistema de Información Catastral de Finlandia (FLIS), realizando llamadas telefónicas cortas para comprender su rol como usuarios. La segunda etapa, se enfocó en grupos de usuarios destacados, realizando entrevistas estructuradas para explorar las necesidades de las organizaciones y cómo percibían los cambios en sus industrias y su impacto en la información catastral. Por último, se utilizó el análisis temático para identificar categorías claves que resumieran los datos de las entrevistas (Krigsholm et al., 2018). Por su parte, la actualización catastral de Polonia se realizó mediante el escaneo de datos existentes, procedimiento que ha demostrado no ser completamente preciso, presentando fallas en la información catastral preexistente y carencia de información complementaria que permita crear un sistema moderno (Mika, 2018).

Los medios digitales han revolucionado nuestro estilo de vida, ya que nos facilitan el acceso a información, productos, y mejora nuestras interacciones, permitiéndonos ahorrar tiempo por medio de la automatización de proyectos (Plua Et al., 2016). No obstante, su uso era limitado porque en un inicio las tecnologías fueron desarrolladas solo para computadoras. El uso de tecnologías móviles ha generado un cambio, en donde se ha aprovechado su tamaño y facilidad de interacción para agilizar y optimizar procesos (Araya, 2013). Un claro ejemplo se evidencia en el seguimiento realizado en el parque de Helsinki en Finlandia, en donde la información de distribución espacial y la densidad de actividades se recopilaron por medio del GPS que se encuentra incorporado en dispositivos móviles, así, fueron determinandas las principales rutas de ciclistas y el estado de la vegetación con el paso de los visitantes (Korpilo et al., 2017).

Los Sistema de Información Geográfica (SIG) son una herramienta de software que permite generar y procesar consultas interactivas, analizando y representando la información geográfica georreferenciada en un área de interés (Andalucía, 2014). A través de la tecnología SIG, la información de atributos o campos como propiedad y derechos, es vinculado con información gráfica, facilitando la conexión de mapas georreferenciados y bases de datos (Ali, 2012). Estas herramientas facilitan la obtención, visualización y representación de datos recolectados en campo, posibilitando y facilitando su representación en medios digitales y terminales móviles, por esta razón, se ha transformado en una herramienta fundamental a la hora de tomar decisiones y en la administración y planificación de los territorios (Andalucía, 2014). Van Oosterom, (2011) resalta que el mapeo catastral podría obtener una mayor relevancia incluyendo una tercera dimensión, convirtiéndose en una herramienta que admita múltiples

aplicaciones con diversas capas de datos. De igual manera, se sugiere que la actualización de los mapas catastrales debe orientarse teniendo en cuenta la evolución en el tiempo, controlando los limites catastrales en 3 y 4 dimensiones (Yiğit et al., 2023).

En la región rural de Tirat y Chalbalpur de Raniganj en el distrito de Barddhaman han utilizado los SIG con el fin de planificar y gestionar de manera más sencilla el territorio por medio de mapas interactivo o dinámicos que enseña la relación entre personas y sus territorios (Mondal et al., 2016). De la misma manera, la Dirección de Información Técnica y Geográfica (DITG) de Bogotá inició un proyecto con la intención de integrar herramientas en el programa ArcGIS, buscando de esta manera mejorar los procesos de reajuste y mantenimiento del catastro para la gestión de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB; Ariza, 2016).

En la Universidad de Dakota del Norte se ejecutó un estudio en tiempo real con el objetivo de crear una “ciudad inteligente”, en donde se quiere conocer y evaluar tiempos de contestación más rápidos a catástrofes naturales. Se hizo uso de la plataforma ArcGIS Survey123 recolectando datos estandarizados sobre el conocimiento de los ciudadanos sobre gestión de riesgo y planes de ejecución frente a amenazas como inundaciones y tormentas invernales. Esta aplicación cuenta con herramientas integradas que pueden generar formularios sencillos e intuitivos que pueden ser compartidos al público, siendo contestadas desde un dispositivo móvil, el cual agiliza la toma de datos espacial a través del GPS con el que cuenta estos dispositivos. Las entidades gubernamentales han creado una serie de gráficos e histogramas a través de la toma de datos y análisis de los mismo, los cuales pueden ser representados en ArcGIS Online

para el dominio público en la generación de una “ciudad inteligente” (Mbuh et al., 2019). Con la misma intención o con el mismo fin, Xia et al. (2022) Sustentan el uso de los Sistema de Información Geográfica (SIG) y el Modelado de Información de Construcción (BIM), destacando lo sobresaliente de su potencial e influencia para futuras investigaciones.

El uso de tecnologías ha permitido evaluar las pérdidas económicas generadas por los apagones de luz, los cuales han sido evidenciados en una investigación que tenía como objetivo la creación de un WMS para representar en tiempo real los datos de apagones en mapas dinámicos. Para su desarrollo se utilizó Esri ArcGIS for Server, Amazon Web Services (AWS), Microsoft SQL Server Spatial. Se generó una base de datos espacial accesible a través de WMS, que puede ser editada en la web para reunir y recopilar datos de apagones que son posteriormente analizados. Además, construyeron aplicaciones de mapeo web utilizando ArcGIS Online, la herramienta Web AppBuilder y Operations Dash Board for ArcGIS, utilizando el componente WMS teniendo un fácil acceso con cualquier aplicación con ubicación geográfica como mapas web y dispositivos móviles. Estos servicios web espaciales brindan una herramienta de apoyo a la toma de decisiones en el sector energético, visualizando y reduciendo el impacto económico provocado por los apagones de luz (Nourjou & Hashemipur, 2017). De igual manera, Nowak et al. (2020) realizaron una investigación en una planta de caliza ubicada en Polonia, revisando aplicaciones móviles para mapeo de campo usando ArcGIS Online y Collector for ArcGIS de Esri. Esta propuso que ArcGIS Online es una plataforma en línea que permite recopilar datos espaciales vectoriales y ráster que se pueden usar con la aplicación Collector for ArcGIS para visualizar los datos recolectados en capas personalizadas. Este fue un gran insumo para la planta,

puesto que debían hacer la recolección de los datos a grandes profundidades donde no hay acceso a internet. Además, estos autores resaltan que se observa un rápido crecimiento en la cantidad de aplicaciones móviles y el creciente interés en ellas, pero la cantidad de artículos científicos que contienen información sobre ellas es bastante limitada.

5. Referente normativo y legal

La Ley 14 de 1983 establece cuales son las bases para la organización y funcionamiento de las oficinas de catastro en Colombia. Además, define la responsabilidad de los departamentos y municipios en la formación, actualización y conservación del catastro en sus respectivos territorios. Establece la obligación en cuanto a la formación y actualización del catastro y la publicación de información catastral. La gestión territorial, planificación urbana y recaudación de impuestos se realizan por medio de información catastral, por esto es de vital importancia. Establece la creación del Consejo Superior de Catastro que funcionara como un órgano consultivo y de coordinación para el catastro del país. Modula la coordinación entre las entidades catastrales y encargadas del ordenamiento territorial.

La Ley 388 de 1997 se enfoca en la regulación del ordenamiento territorial en Colombia, aunque tiene asuntos con el catastro. Es en donde se establece la necesidad de integrar el catastro con el ordenamiento territorial y planificación para alcanzar un desarrollo urbano y rural óptimo. A través de la información catastral facilita la identificación de zonas de expansión y desarrollo. Apoya la coordinación entre entidades de ordenamiento territorial y entidades catastrales con el fin de determinar un uso adecuado del suelo.

La Ley 1450 de 2011 trae consigo el concepto de catastro multipropósito en Colombia, el cual busca integrar la información catastral con otros sistemas de información, como lo son el registro de instrumentos públicos, registro de propiedad y otros sistemas relacionados con la

gestión territorial; las administración y uso del suelo es más transparente y eficiente; simplifica tramites y reduce costos para los ciudadanos al unificar la información en un sistema. En cuanto a planificación urbana y gestión del territorio facilita la toma de decisiones.

La Ley 1955 de 2019 o ley de modernización del catastro de Colombia, se enfoca en reformar y modernizar el sistema catastral del país, alguno de los aspectos que los componen son, definición de catastro multipropósito, gestión catastral, coordinación interinstitucional, valoración catastral, sistemas de información catastral (SINIC), inspección vigilancia y control, acceso a la información catastral, procesos de actualización y rectificación catastral y uso de tecnología. La integración de estas labores conlleva a la modernización y a optimizar el sistema catastral en Colombia, iniciando la integridad de la información, la coordinación interinstitucional y el acceso público a los datos catastrales.

Decreto 142 de 1998 se encarga de regular todo semblante relacionado con la organización y labor de las oficinas de catastro a nivel departamental y municipal en Colombia. Decreta las operaciones para la formación y modernización del catastro, también precisa los roles y responsabilidad de las autoridades catastrales, además, brinda pautas para la gestión y publicidad de la información catastral, asegurándose que esté disponible para el público y autoridades competentes. Se tienen las pautas en cuanto a revisión y corrección de los datos catastrales.

El Decreto 1900 de 2002 reglamenta la Ley 1450 de 2011 y se orienta en la ejecución del catastro multipropósito en Colombia, en donde cuenta con los principios y objetivos del catastro

multipropósito, los cuales son la integración de información catastral, registral y geoespacial. Establece las operaciones para la articulación entre entidades catastrales, oficinas de registro de instrumentos públicos y otras entidades, conjuntamente, crea los requerimientos técnicos y tecnológicos para la implementación del catastro multipropósito y pone en claro la necesidad de mantener renovada la información catastral.

El Decreto 1077 de 2015 precisa el decreto único reglamentario del sector de vivienda, ciudad y territorio. Además, vigila múltiples aspectos del catastro, ordenamiento territorial y vivienda.

El Decreto 1150 de 2019 define las prácticas del reajuste catastral y la gestión de la información catastral, dispone aspectos técnicos y operativos del catastro y su actualización.

El decreto 1983 de 2019 sistematiza parcialmente los artículos 79, 80 ,81 y 82 de la ley 1955 de 2019, en donde se coloca la habilitación de gestores catastrales y las exigencias de capacidad para operadores catastrales en Colombia.

En base al decreto 148 de 2020 se desarrollan una serie de exigencias que buscan avalar la veracidad y exactitud de la gestión catastral en Colombia a través del observatorio inmobiliario catastral, la manera en cómo se estima el valor catastral, métodos de evaluación de avalúos catastrales e inspección, vigilancia y control.

El Plan Nacional de Desarrollo Pacto por Colombia (PNDPC), Pacto por la Equidad 2018-2022, tiene como fin modernizar y renovar el catastro, y la gestión del territorio de Colombia en búsqueda de mejorar la planificación urbana, la toma de decisiones, de la seguridad jurídica de la propiedad y una gestión eficaz de los recursos.

Para esto cuenta con siete (7) acciones o pilares que buscan transformar el catastro, estos comienzan con: 1. La implementación del catastro multipropósito, en donde se busca integrar la información catastral, registral, y geoespacial en un solo sistema. Así, logrando una gestión más eficiente de la información territorial y transparencia en los procesos relacionados. 2. Actualización y consolidación de la información catastral contar con acciones que consoliden la información catastral del país, con el fin de obtener y contar con los datos precisos y actualizados en cuanto a la propiedad y características de las tierras. 3. Fortalecimiento institucional encargadas de la gestión catastral y la coordinación institucional, brindando así una gestión más efectiva y una información territorial más eficiente. 4. Promoción de la seguridad jurídica por medio de la clasificación de los derechos de propiedad y la reducción de los conflictos relacionados con la tenencia de esta. 5. Fomento de la planificación territorial, incorporando información catastral en procesos de planificación urbana y rural buscando un desarrollo sostenible. 6. Uso de la tecnología e innovación en la gestión catastral con el fin de agilizar los procesos y mejorar la calidad de los datos. 7. Participación ciudadana permitirá a los ciudadanos acceder y utilizar la información catastral.

6. Referente teórico

El enfoque de este es estudio es desarrollar una metodología que permita la optimización de la asignación de fichas catastrales con los usuarios de facturación, para esto se debe tener presente todo lo relacionado con los diferentes gestores catastrales, las reglas que lo rigen y estándares a seguir.

Se debe entender que para obtener la optimización de un sistema debemos contar con los recursos idóneos y más actualizados. Actualmente Colombia se rige por diferentes normas y planes que buscan llevar a cabo la implementación del catastro multipropósito, el cual permitirá a Colombia estar actualizado y organizado en cuanto a información catastral, gestión del territorio y planificación.

Se han creado y se busca mejorar a los gestores catastrales tanto departamentales como municipales y coordinadores, que son los encargados de mantener actualizados el catastro, la publicidad y accesibilidad de los usuarios a la información con el fin de tener la información más actualizada.

La manera más eficiente de alcanzar la propuesta es a través de los sistemas de información geográfica (SIG), ya que se ha demostrado que la información catastral y los sistemas de información geográfica (SIG) al unificarse permiten crear un sinfín de posibilidades. Por ejemplo, se cuenta con cantidad de geovisores que brindan información de alto valor para el público.

Los sistemas de información geográfica son un conjunto de herramientas conformadas por un componente de hardware, software, datos, y personas, que en conjunto permiten generar datos de almacenamiento, administración, análisis, y representación de datos. En la mayoría de las regiones los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son conocidos por estar encaminados a la gestión espacial. (López, 2015).

Un shapefile es un formato de archivo que es utilizado para almacenar datos geoespaciales o geográficos en sistemas de información geográfica (SIG) y software de cartografía. Este se compone de diferentes archivos relacionados con información geográfica con atributos asociado a elementos como puntos, líneas y polígonos. Un shapefile se compone de diferentes archivos que almacenan su información los cuales son; .shp, .shx, .dbf,. prj, .sbn, .sbx.

Actualmente con la aparición de nuevas plataformas de acceso y producción de datos que incluyen GPS, facilita y convierte a las personas en potenciales productores de datos geográficos y así generando múltiples interacciones entre estos, lo cual ha llevado a la expansión de numerosas aplicaciones en las que se pueden visualizar, interpretar e intercambiar datos espaciales (Ojeda Zújar et al.,2015).

GeoServer es un servidor de software de código abierto escrito en Java, el cual permite a los usuarios compartir y editar los datos geoespaciales, es la implementación de referencia del Open Geospatial Consortium (OGC) Web Feature Service (WFS) y Web Coverage Service (WCS normas), así como una certificación de alto rendimiento compatible con Web Map Service (WMS). (Martinez et al., 2013).

7. Metodología

El presente capítulo expone la metodología empleada para la asignación eficiente de fichas catastrales del ciclo de facturación 1705 de Manizales, Caldas, abarcando los barrios La Carola, Villahermosa, Sinaí, Comuneros, Solferino, parte norte de Bosques del Norte y Sierra Morena. Se detalla el proceso de recolección, corrección, cruce de datos geoespaciales, extracción de información y análisis de resultados, así como la aplicación de técnicas especializadas en Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se detallan los procedimientos implementados para garantizar una asignación precisa y eficaz de las fichas catastrales en el área mencionada.

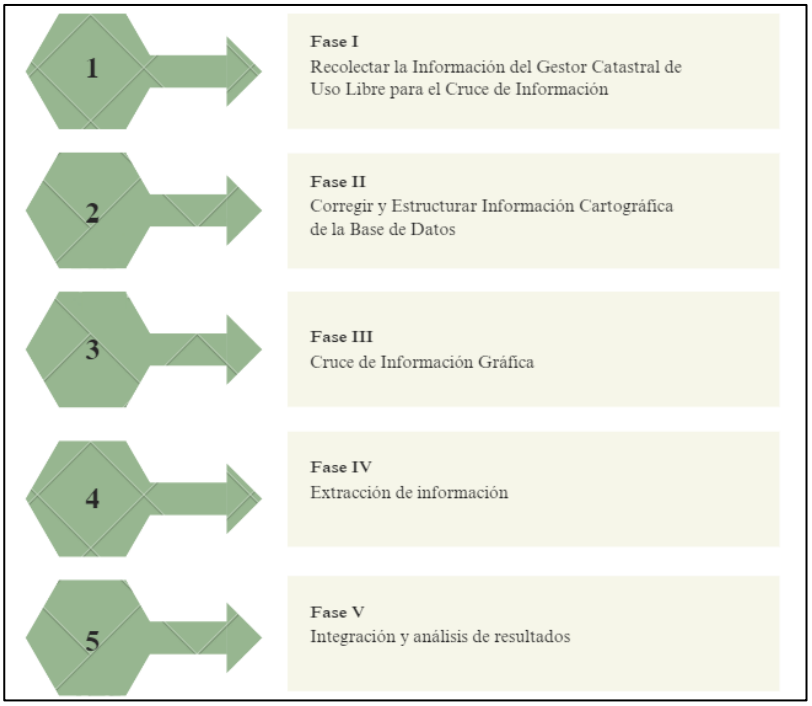


Ilustración 1. Fases Metodología Empleada

7.1 Enfoque metodológico

El enfoque metodológico adoptado se alinea con la investigación cuantitativa, caracterizada por la recolección y análisis de información. En la recolección de información de uso libre se orienta hacia la identificación de variables geoespaciales cuantificables. Las correcciones cartográficas se abordan desde una perspectiva cuantitativa, centrándose en la identificación y ajuste de desfases medibles en la representación cartográfica.

El cruce y estructuración de la información para su uso posterior, se realiza una asignación de valores numéricos a atributos específicos, facilitando así el análisis cuantitativo de la información geoespacial. Este enfoque busca asegurar la precisión y la coherencia de los datos el cruce de información gráfica y la subsiguiente carga masiva de fichas catastrales a la base de datos productiva, facilitando la identificación de patrones y relaciones numéricas entre la base de datos externa e interna.

7.2 Tipo de estudio

Este trabajo se concibe como un estudio cuantitativo descriptivo cuyo propósito es la asignación de fichas catastrales al ciclo de facturación 1705 de Manizales. La metodología se centra en el cruce de información geográfica entre la base de datos externa y la base de datos interna.

Según un enfoque transversal, la recolección de datos se realiza en un momento especifico. La muestra seleccionada garantiza la representatividad necesaria para generalizar los resultados a nivel urbano.

En la fase de cruce de información gráfica, el estudio descriptivo se convierte en una herramienta esencial para resumir la información de manera objetiva y facilitar la asignación de fichas catastrales al ciclo de facturación 1705 de Manizales. permitiendo la identificación de patrones y relaciones que respaldan la asignación efectiva de las fichas catastrales La carga masiva de fichas catastrales a la base de datos productiva, siendo también una acción cuantitativa, asegurando la integración completa de la información.

La metodología del estudio se organiza en cinco fases principales, las cuales se describen a lo largo del capítulo.

8. Procedimiento

Fase I: Recolectar Información del Gestor Catastral necesaria para el Cruce de Información.

Actividad 1: Obtención de información del gestor catastral.

Identificar el gestor catastral municipal que proporcione datos geoespaciales acertados para el cruce de información.

Se solicita directamente los datos al gestor catastral, mapas e información relacionada con el catastro multipropósito del municipio, incluyendo archivos Feature Class y/o SHP, que contengan la información de ficha catastral.

De esta información recolectada se extrajo la capa de terreno urbano, la cual contiene la información gráfica de la fracción de tierra correspondiente a cada ficha catastral, conteniendo las áreas y coordenadas geográficas para cada terreno. Es importante destacar que esta capa excluye las áreas rurales, así como las construcciones y mejoras que puedan encontrarse dentro del terreno.

Es importante destacar que en este proceso se decidió prescindir de la capa de construcción del gestor catastral. Esta decisión se fundamentó en que se identificó que dicha

capa contiene la misma información de ficha catastral y carece de una geometría uniforme, lo cual podría representar una dificultad en una unión espacial efectiva.

Actividad 2: Revisar información recolectada.

Evaluar la calidad y relevancia de la información recopilada en la actividad anterior. Descartar fuentes de datos que no cumplan con los criterios establecidos: que la capa sea tipo Feature Class y/o SHP y que contenga los datos de ficha catastral.

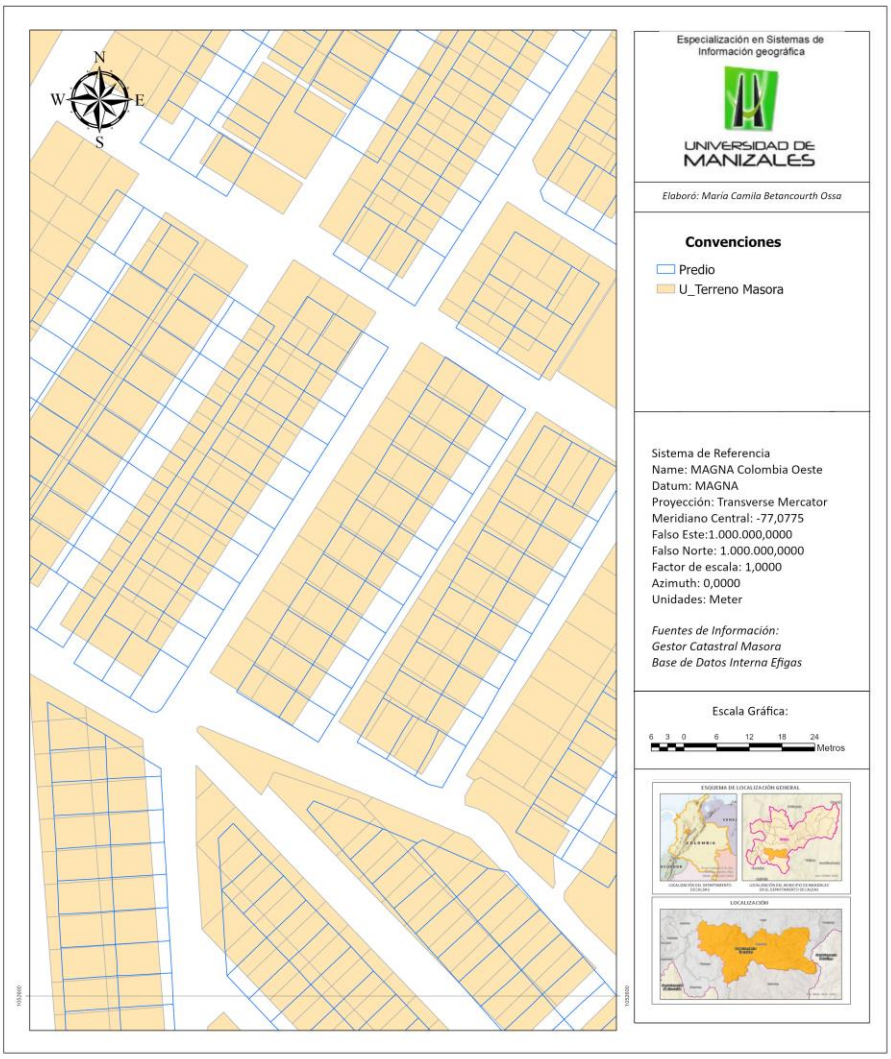
Durante esta revisión se identificó que la capa de información recolectada estaba en el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS Origen-Nacional, por lo que se realizó una conversión por medio de la herramienta '*Project'* del software ArcGIS Pro al sistema de referencia a MAGNA Colombia Oeste utilizado por Efigas S.A.

Fase II: Corregir y Estructurar Información Cartográfica de la Base de Datos Interna.

Actividad 1: Identificar los desfases en la cartografía de base de datos interna originados por migraciones en la base de datos. Las correcciones y ajustes realizados durante estas actividades se basan en alineación con la capa proporcionada por el gestor catastral municipal, dado que es el responsable de la gestión catastral en el municipio, se considera que su información es la fuente

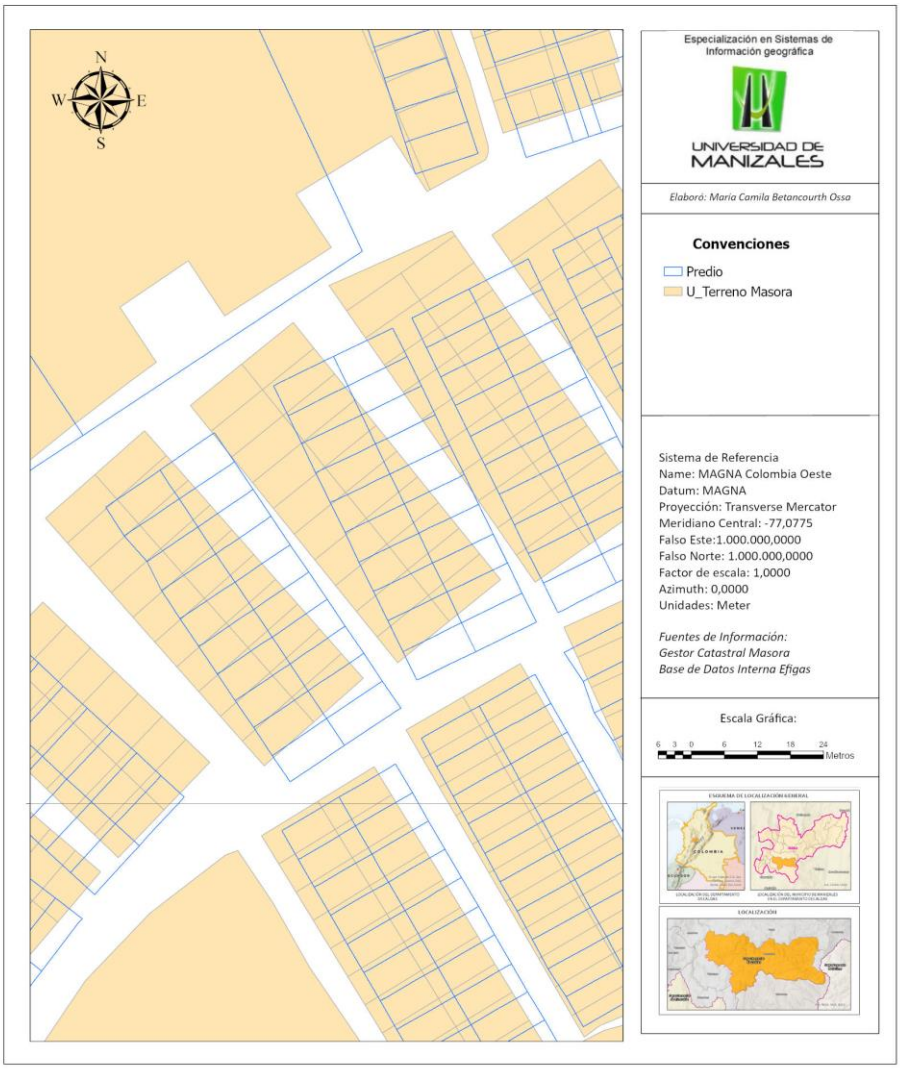
principal, actualizada y precisa. Por lo tanto, cualquier desfase detectado en la base de datos interna será corregido para asegurar la consistencia con la información proporcionada.

Las inconsistencias identificadas contienen desplazamientos laterales y verticales en la ubicación de la capa de predio con respeto a la capa de terreno urbano.



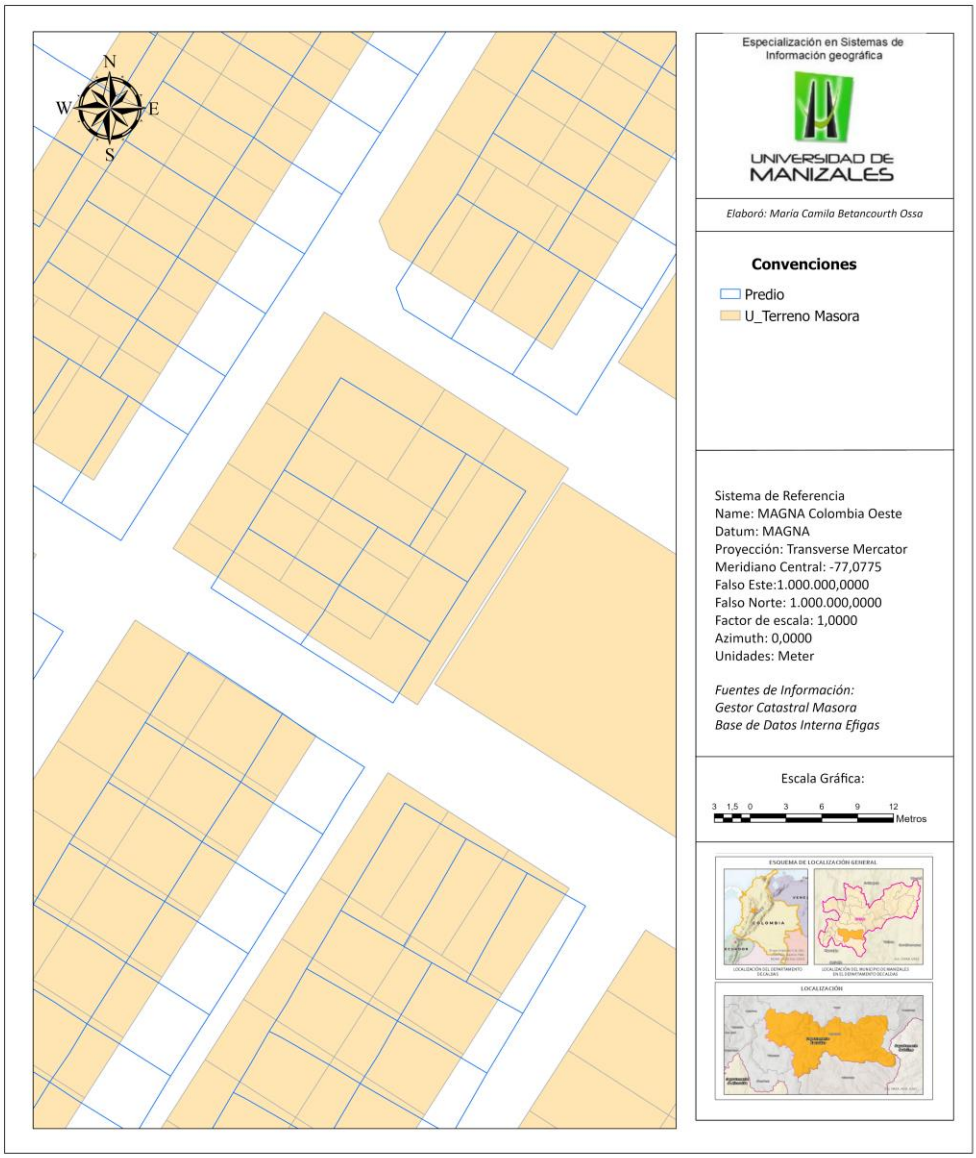
Mapa 2. Inconsistencias Cartográficas (Desplazamientos) Base de datos interna.

Además, se detectaron rotaciones en la capa de predio con respecto a la capa de terreno urbano.



Mapa 3. Inconsistencias Cartográficas (Rotaciones) Base de datos interna.

Adicionalmente, en el proceso de identificación de diferencias entre la capa de predio de Efigas y la capa de terreno urbano se observaron disparidades en el tamaño de los elementos, algunos con apariencia aumentada o disminuida.



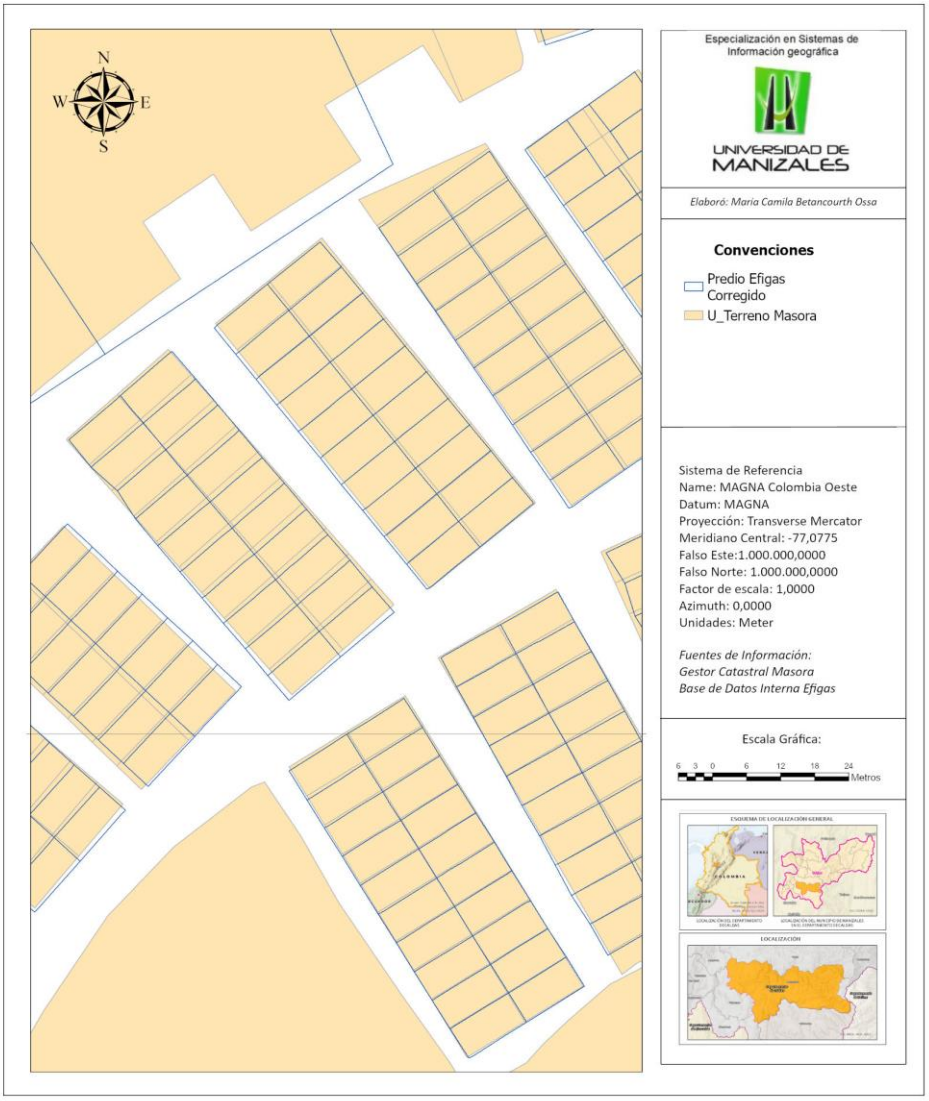
Mapa 4. Inconsistencias Cartográficas (Escala) Base de datos interna.

Actividad 2: Aplicar ajustes precisos en la geometría de la capa predio de la base de datos interna para alinearlos correctamente con la capa del gestor catastral utilizando ArcGIS Pro.

Estos ajustes se realizaron por manzanas, utilizando herramientas proporcionadas por ArcGIS Pro. La herramienta *'Move'* se utilizó para corregir los desplazamientos de las manzanas.

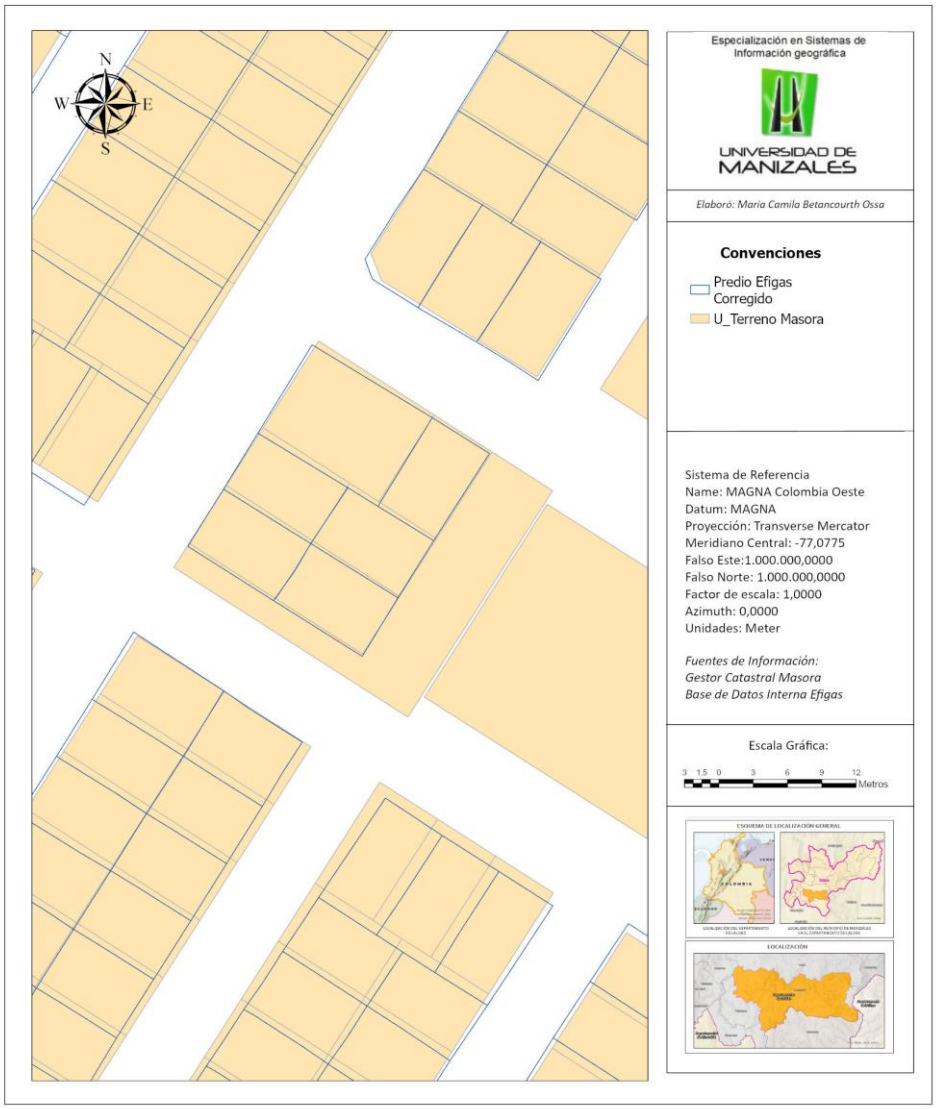
Mapa 5. Correcciones Cartográficas (Desplazamientos) Base de datos interna.

Mientras que la herramienta *'Rotate'* permitió ajustar las manzanas con ángulos respecto a la capa de terreno urbano.



Mapa 6. Correcciones Cartográficas (Rotaciones) Base de datos interna.

Además, se empleó la herramienta *'Scale'* para corregir las discrepancias en el tamaño de las manzanas, ya sea aumentando o disminuyendo su escala según fuera necesario.



Mapa 7. Correcciones Cartográficas (Escala) Base de datos interna.

Actividad 3: Calcular Centroide de la Capa Predio de la Base de Datos Interna

Con la herramienta *'Feature To Point'* de ArcGis Pro.

El cálculo del centroide establece un punto fijo que representa con precisión la ubicación central de cada polígono en la capa de predio de la base de datos interna. Este punto central conserva la misma información atributiva que el polígono original del predio.

Su importancia radica en su papel fundamental en la eficacia de la unión espacial entre la capa de predio y la capa de terreno urbano. Al quedar contenido dentro del polígono de la capa de terreno urbano, el punto central asegura una relación espacial precisa entre los elementos.

El empleo de relaciones espaciales, en este caso intersección, utiliza esta relación para recuperar o extraer datos alfanuméricos de los elementos con los que mantienen dicha relación espacial, esta relación es probable que resulte más precisa entre el punto y el polígono, ya que es más factible que el polígono esté interceptando un solo punto. Los polígonos de predio suelen estar dispuestos de manera contigua, lo que significa que un polígono puede alcanzar a tocar uno o varios polígonos cercanos por una corta distancia.

Fase III: Cruce de Información Geográfica.

Actividad 1: Cruce de Información entre Base de Datos Externa e Interna

Aplicar la herramienta "*Spatial Join"* utilizando parámetros predefinidos para el cruce de información entre la base de datos externa y la interna. Los parámetros establecidos incluyen la capa objeto predio Efigas S.A tipo punto corregido y la entidad a unir capa de terreno urbano. Se definió la ubicación de destino de la capa resultante, configurando la unión como uno a uno.

En una relación de uno a uno, un registro de una tabla se asocia únicamente a un solo registro de otra tabla. Esta configuración se adoptó específicamente para manejar entornos donde varios polígonos y puntos se tocan entre sí, generando resultados característicos para su posterior verificación.

Conjuntamente, se seleccionó el tipo de relación espacial *'intersección'*, que corresponde al punto de encuentro de dos elementos, facilitando una unión precisa y completa entre las dos capas. Este enfoque permite identificar con exactitud los entornos de contacto entre los elementos gráficos de las capas de predio y terreno urbano.

Fase IV: Extracción de información.

La capa resultante del cruce de información contiene datos tanto de la base de datos de Efigas S.A. como de la base de datos gráfica del terreno del gestor catastral.

En la tabla de atributos de esta capa, se incluye una columna designada 'TAG', la cual contiene una identificación única asignada por Efigas S.A para cada polígono predio de la base de datos, además, contiene los datos de la ficha catastral asociada a cada uno.

Actividad 1: La tabla de atributos de la capa se exporta utilizando la herramienta *'Table To Excel'* de ArcGIS Pro. Esta herramienta permite convertir la información de la capa directamente a un formato de hoja de cálculo en Excel, lo que facilita su visualización, edición de los datos alfanuméricos.

Fase V: Integración y análisis de resultados, verificar la integridad y coherencia de los datos resultantes.

Actividad 1: Identificar datos vacíos en la columna de ficha catastral.

Se procede a verificar o filtrar los datos vacíos de la columna de ficha catastral. Estos datos se identifican y se agregan a una nueva hoja de Excel para su posterior revisión y análisis manual.

Actividad 2: Aplicar formato condicional a la columna de ficha catastral.

Se aplica un formato condicional a la columna de ficha catastral con el fin de identificar datos duplicados. Estos datos duplicados se agregan a una nueva hoja de Excel para su revisión y análisis manual posterior.

Actividad 3: Extracción de información en formato CSV.

Se eliminan las columnas que no son necesarias para el proceso de carga a la base de datos, dejando únicamente las columnas de 'TAG' y 'ficha catastral'.

Se extrae la información resultante que no contiene datos vacíos y duplicados y se convierte a formato CSV'. De esta manera, la información queda preparada para su posterior cargue a la base de datos.

9. Resultados

9.1 Información Recolectada

Durante el proceso de recolección de datos, se obtuvo una Geodatabase (GDB) del catastro multipropósito del área de estudio, dentro de la cual se encuentra la capa de terreno urbano denominada “u_lc_terreno”. Además, se accedió a la tabla de atributos de esta capa, que contiene la información detallada de la ficha catastral asociada a cada polígono.

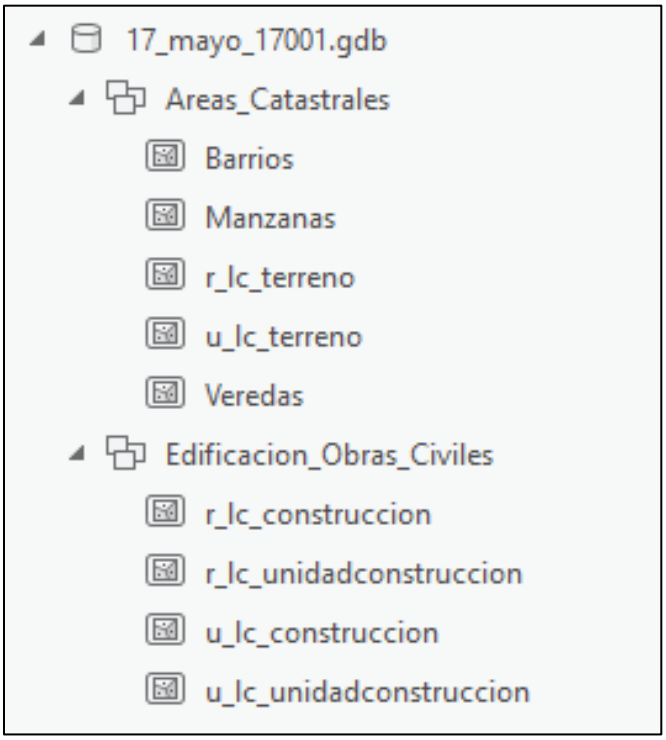
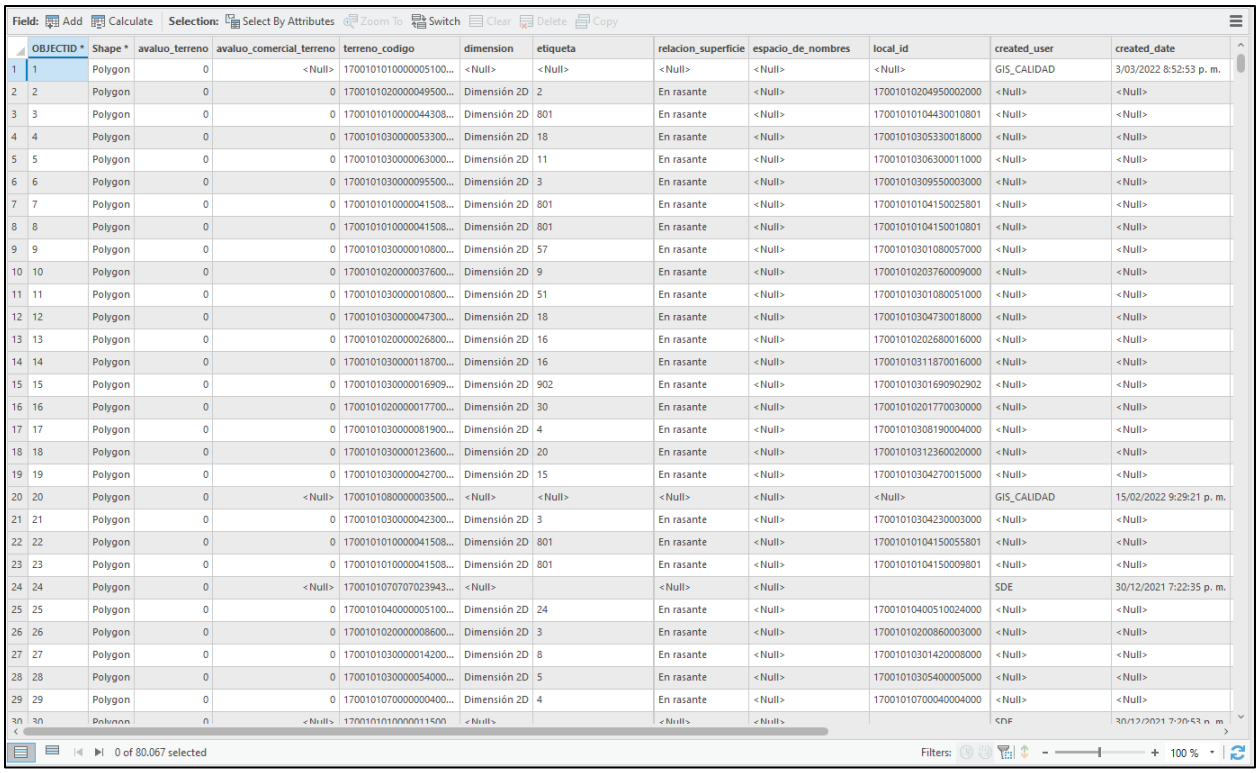


Ilustración 2. Geodatabase con información del Gestor Catastral.



	OBJECTID *	Shape *	avaluo_terreno	avaluo_comercial_terreno	terreno_codigo	dimension	etiqueta	relacion_superficie	espacio_de_nombres	local_id	created_user	created_date
1	1	Polygon	0	<Null>	17001010100000051000...	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	GIS_CALIDAD	3/03/2022 8:52:53 p. m.
2	2	Polygon	0	0	17001010200000495000...	Dimensión 2D	2	En rasante	<Null>	17001010204950002000	<Null>	<Null>
3	3	Polygon	0	0	17001010100000443080...	Dimensión 2D	801	En rasante	<Null>	17001010104430010801	<Null>	<Null>
4	4	Polygon	0	0	17001010300000533000...	Dimensión 2D	18	En rasante	<Null>	17001010305330018000	<Null>	<Null>
5	5	Polygon	0	0	17001010300000630000...	Dimensión 2D	11	En rasante	<Null>	17001010306300011000	<Null>	<Null>
6	6	Polygon	0	0	17001010300000955000...	Dimensión 2D	3	En rasante	<Null>	17001010309550003000	<Null>	<Null>
7	7	Polygon	0	0	17001010100000415080...	Dimensión 2D	801	En rasante	<Null>	17001010104150025801	<Null>	<Null>
8	8	Polygon	0	0	17001010100000415080...	Dimensión 2D	801	En rasante	<Null>	17001010104150010801	<Null>	<Null>
9	9	Polygon	0	0	17001010300000108000...	Dimensión 2D	57	En rasante	<Null>	17001010301080057000	<Null>	<Null>
10	10	Polygon	0	0	17001010200000376000...	Dimensión 2D	9	En rasante	<Null>	17001010203760009000	<Null>	<Null>
11	11	Polygon	0	0	17001010300000108000...	Dimensión 2D	51	En rasante	<Null>	17001010301080051000	<Null>	<Null>
12	12	Polygon	0	0	17001010300000473000...	Dimensión 2D	18	En rasante	<Null>	17001010304730018000	<Null>	<Null>
13	13	Polygon	0	0	17001010200000268000...	Dimensión 2D	16	En rasante	<Null>	17001010202680016000	<Null>	<Null>
14	14	Polygon	0	0	17001010300001187000...	Dimensión 2D	16	En rasante	<Null>	17001010311870016000	<Null>	<Null>
15	15	Polygon	0	0	17001010300000169090...	Dimensión 2D	902	En rasante	<Null>	17001010301690902902	<Null>	<Null>
16	16	Polygon	0	0	17001010200000177000...	Dimensión 2D	30	En rasante	<Null>	17001010201770030000	<Null>	<Null>
17	17	Polygon	0	0	17001010300000819000...	Dimensión 2D	4	En rasante	<Null>	17001010308190004000	<Null>	<Null>
18	18	Polygon	0	0	17001010300001236000...	Dimensión 2D	20	En rasante	<Null>	17001010312360020000	<Null>	<Null>
19	19	Polygon	0	0	17001010300000427000...	Dimensión 2D	15	En rasante	<Null>	17001010304270015000	<Null>	<Null>
20	20	Polygon	0	<Null>	17001010800000035000...	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	GIS_CALIDAD	15/02/2022 9:29:21 p. m.
21	21	Polygon	0	0	17001010300000423000...	Dimensión 2D	3	En rasante	<Null>	17001010304230003000	<Null>	<Null>
22	22	Polygon	0	0	17001010100000415080...	Dimensión 2D	801	En rasante	<Null>	17001010104150055801	<Null>	<Null>
23	23	Polygon	0	0	17001010100000415080...	Dimensión 2D	801	En rasante	<Null>	17001010104150009801	<Null>	<Null>
24	24	Polygon	0	<Null>	17001010707070239430...	<Null>		<Null>	<Null>		SDE	30/12/2021 7:22:35 p. m.
25	25	Polygon	0	0	17001010400000051000...	Dimensión 2D	24	En rasante	<Null>	17001010400510024000	<Null>	<Null>
26	26	Polygon	0	0	17001010200000086000...	Dimensión 2D	3	En rasante	<Null>	17001010200860003000	<Null>	<Null>
27	27	Polygon	0	0	17001010300000142000...	Dimensión 2D	8	En rasante	<Null>	17001010301420008000	<Null>	<Null>
28	28	Polygon	0	0	17001010300000540000...	Dimensión 2D	5	En rasante	<Null>	17001010305400005000	<Null>	<Null>
29	29	Polygon	0	0	17001010700000004000...	Dimensión 2D	4	En rasante	<Null>	17001010700040004000	<Null>	<Null>
30	30	Polygon	0	<Null>	17001010100000115000...	<Null>		<Null>	<Null>		SDE	30/12/2021 7:20:53 p. m.

0 of 80.067 selected

Ilustración 3. Tabla de atributos capa u_lc_terreno.

Una vez ubicado el ciclo de facturación 1705 y recopilados los datos necesarios del gestor catastral, tales como la capa de terreno urbano, así como los datos procedentes de Efigas S.A, incluyendo el polígono que delimita el ciclo de facturación y los polígonos de predio que se encuentran dentro de dicho ciclo, se procedió a crear una Geodatabase en el programa ArcGIS Pro con el sistema de coordenadas MAGNA Colombia . Dentro de esta Geodatabase, se creó un Feature Dataset denominado "Datos_Gestor_Catastral", donde se importó la capa "u_lc_terreno" obtenida previamente. Posteriormente, se creó otro Feature Dataset denominado "Datos_Internos_Efigas", en el cual se importaron las capas tipo polígono nombradas “Predio_Efigas_Sin_Correccion” y "Ciclo_Facturacion_1705".

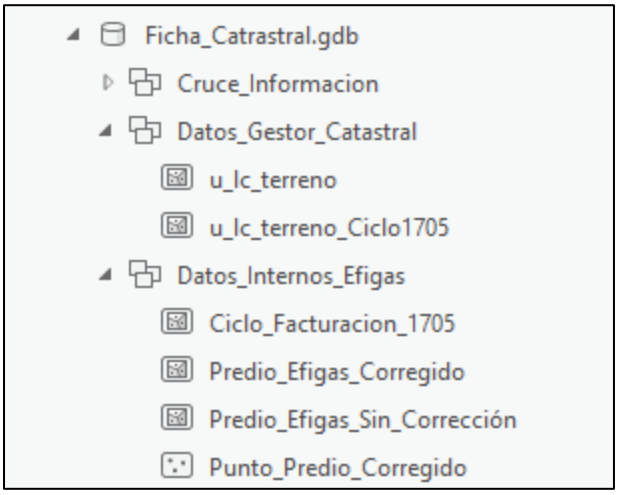
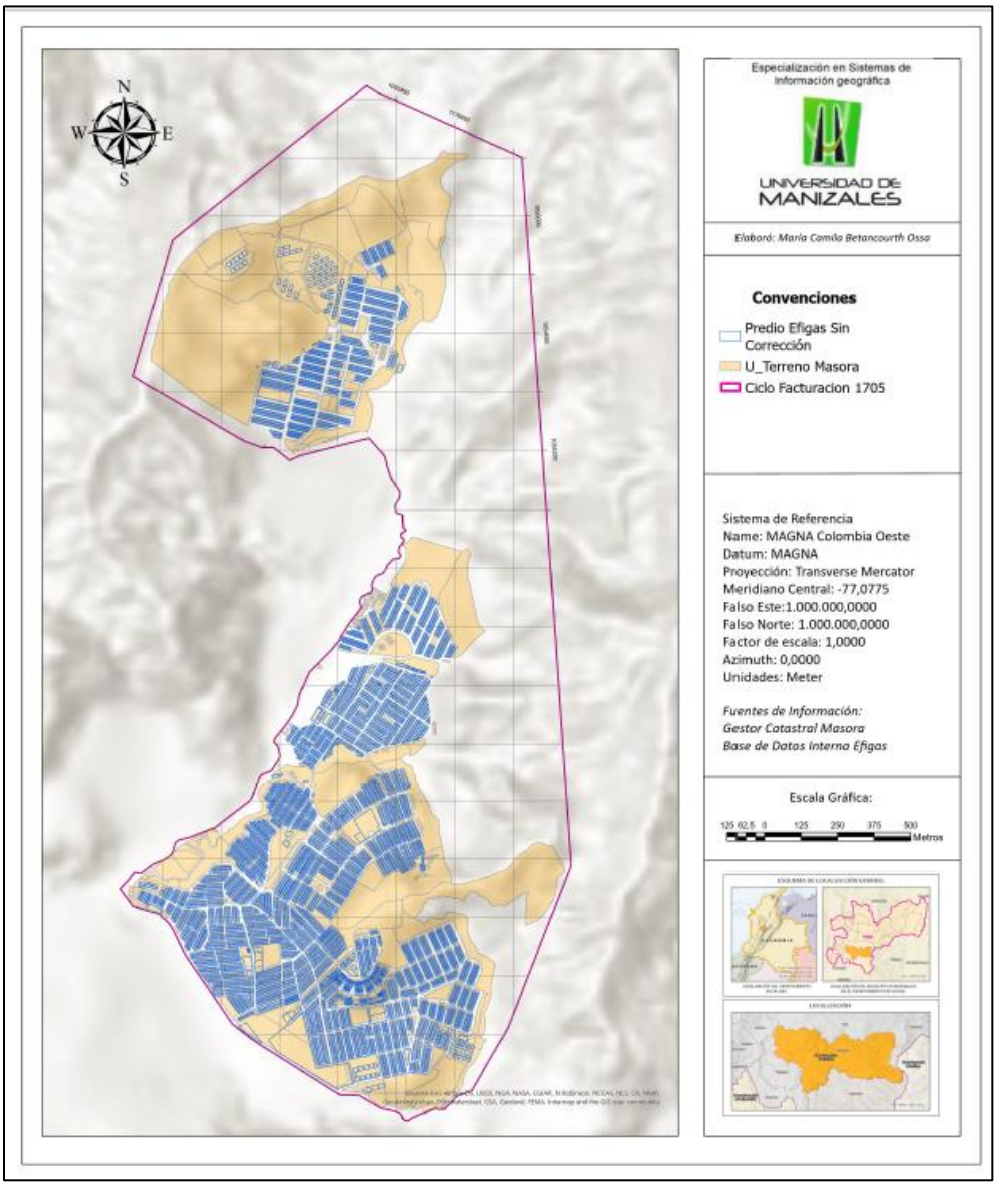


Ilustración 4. Geodatabase De interés.

Seguidamente, utilizando la herramienta Clip de ArcGIS Pro, se procedió a cortar las capas de "u_lc_terreno" y "Predio_Efigas_Sin_Correccion" con la capa "Ciclo1705". Este proceso permitió obtener únicamente datos de la zona de estudio del ciclo de facturación 1705, adquiriendo un total de 8781 polígonos de Predios de Efigas y 9029 polígonos de terreno del Gestor Catastral para la zona de estudio.



Mapa 8. Ciclo 1705 con capa u_lc_terreno y Predio Efigas sin corregir.

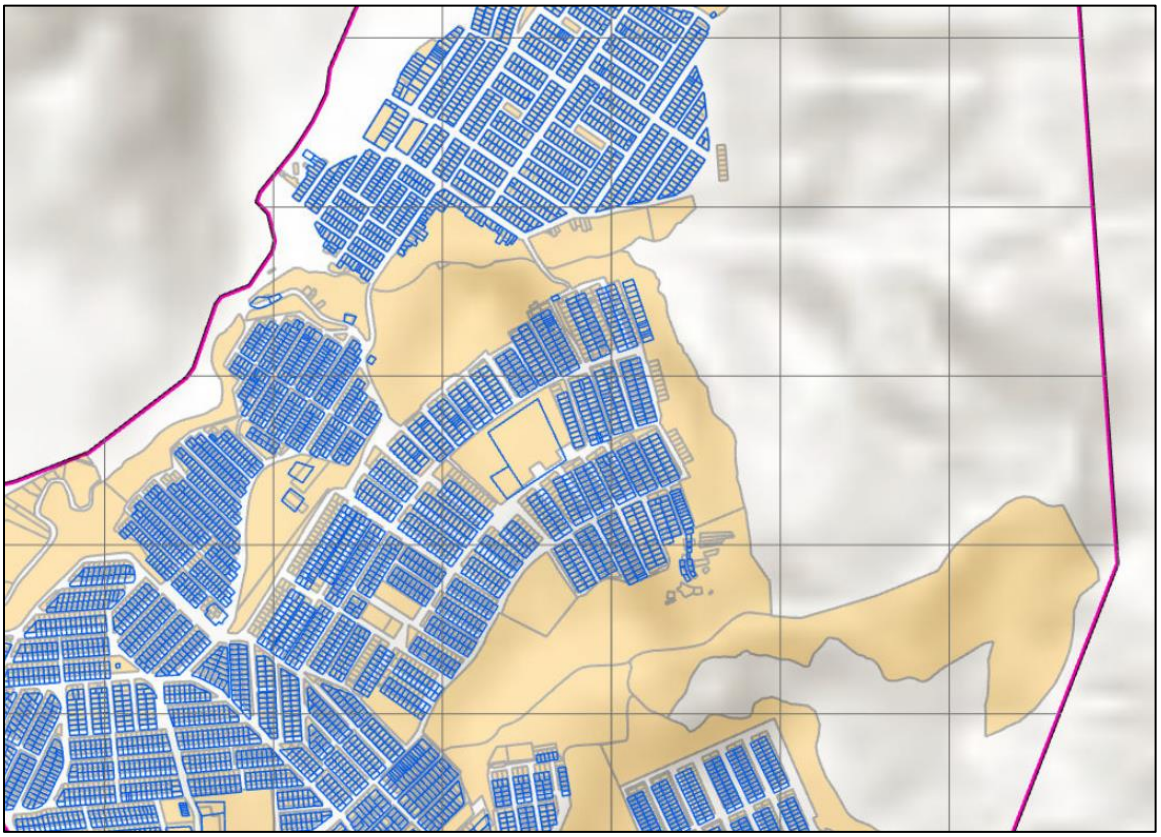


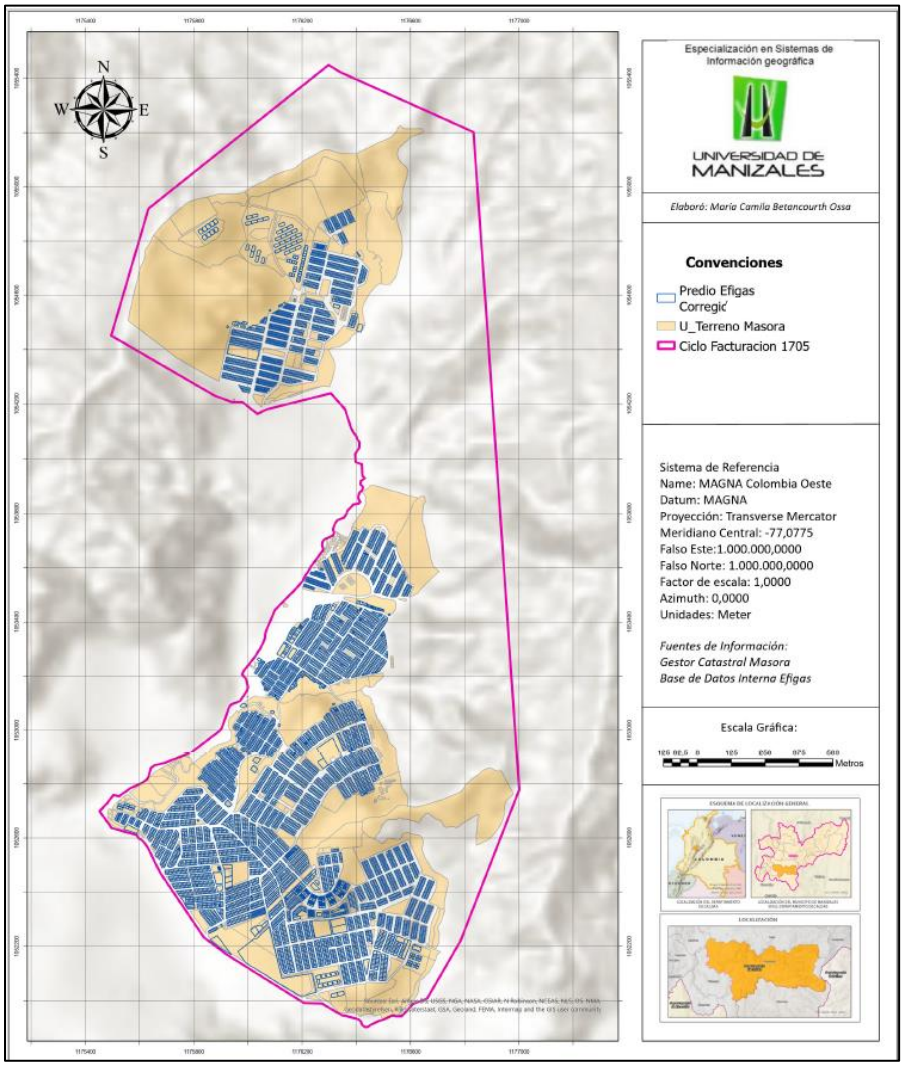
Ilustración 5. Acercamiento Mapa 1, desfase cartográfico sin corrección

9.2 Corrección y Estructuración de Información Cartográfica de la Base de Datos

Las correcciones se realizaron en base a la cartografía digital proporcionada por la capa de terreno urbano del gestor catastral. Esta información digital permitió identificar y corregir las diferencias presentes en los datos de los polígonos de predio.

Se emplearon las herramientas de ArcGIS Pro, como Move, Scale y Rotate, con el fin de ajustar la posición, escala y rotación de los elementos cartográficos de la capa de predio de Efigas S,A con el objetivo de lograr la mayor coincidencia posible con la capa de terreno urbano del gestor catastral, considerando que representa la fuente principal y su información se encuentra actualizada y precisa.

No fue necesario realizar una salida de campo para verificar la calidad del proceso de corrección cartográfica, ya que se llevaron a cabo utilizando herramientas digitales que garantizaban precisión y fiabilidad en los datos. Sin embargo, es importante señalar que, en casos donde los datos de cartografía no son coherentes, por ejemplo, cuando se encuentran varios puntos dentro de un polígono o un punto que no está dentro de ningún polígono, estos serán revisados en la fase V de análisis y verificación de datos.



Mapa 9. Ciclo 1705 con capa u_lc_terreno y Predio Efigas Corregido

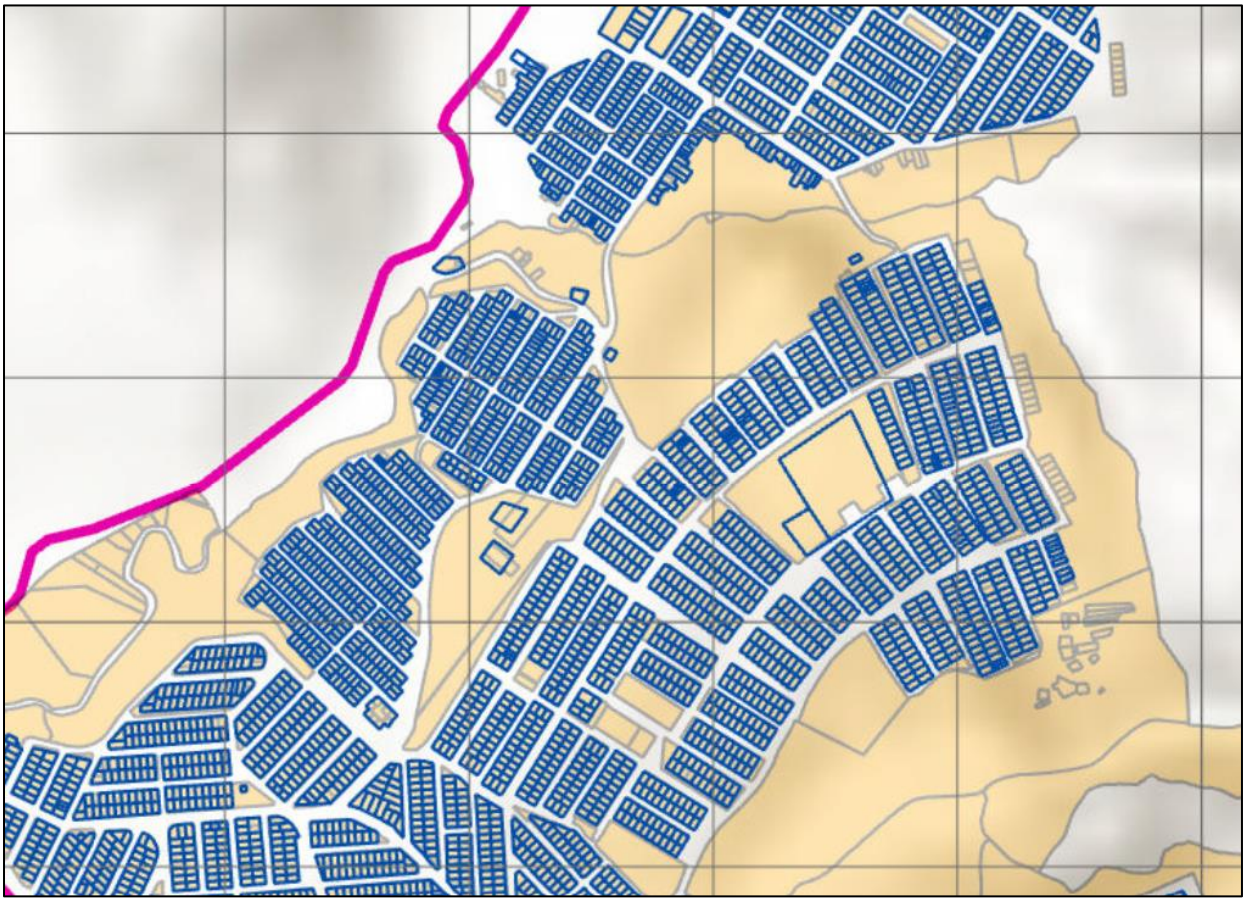
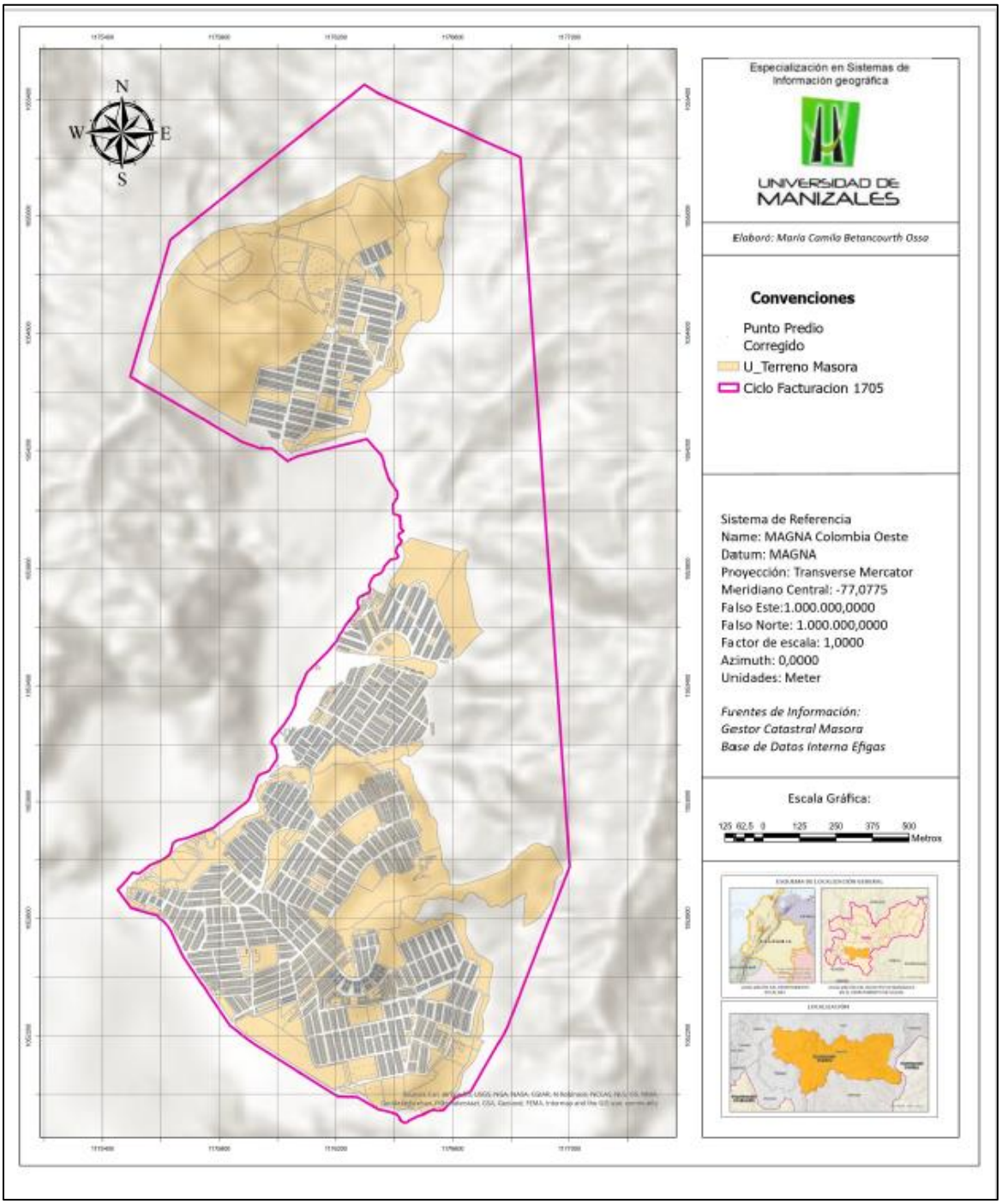


Ilustración 6. Acercamiento Mapa 2, desfase cartográfico corregido.

Con la capa predio de la base de datos interna corregida, se procedió al cálculo del centroide de dicha capa utilizando la herramienta "*Feature To Point*". Este paso se llevó a cabo con el fin de garantizar una relación espacial satisfactoria entre los elementos de las capas de predio y terreno urbano.



Mapa 10. U_lc_terreno con centroide de Predio Efigas Corregido

Ilustración 7. Acercamiento Mapa 2, Centroide Predio Efigas Corregido.

9.3 Cruce de Información Geográfica

Se utilizó la herramienta Spatial Join de ArcGIS Pro, donde se configuró la capa tipo punto de “Predio_Efigas_Corregido" como la entidad objetivo y la capa “u_lc_terreno” como la entidad a unir dentro para la zona de estudio.

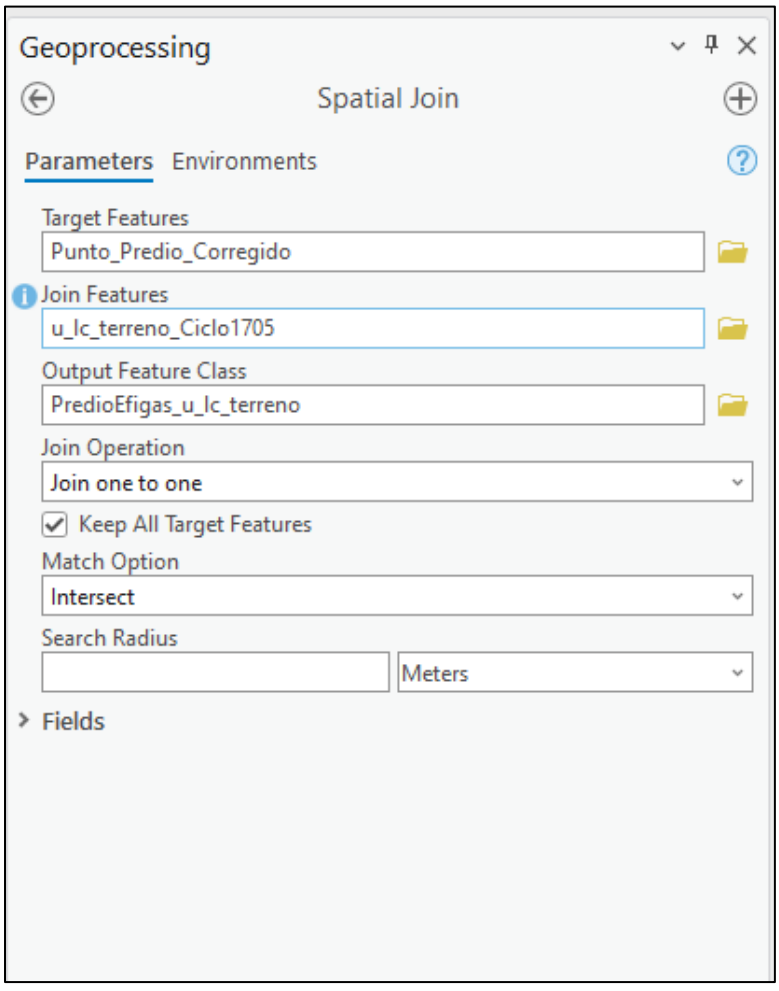
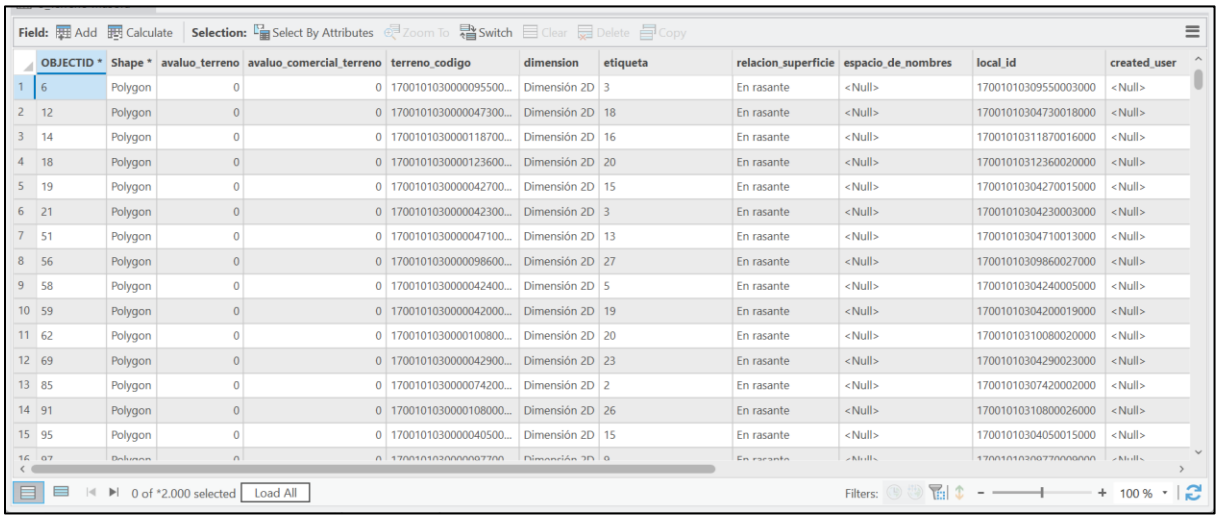


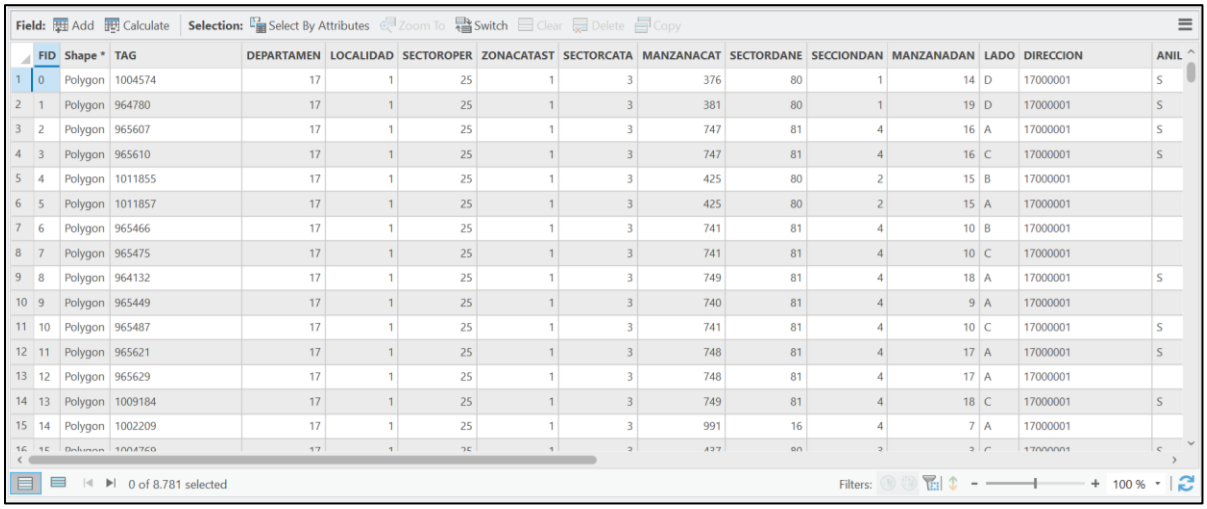
Ilustración 8. Parámetros utilizados en el cruce de información.

Al aplicar esta acción, se generó una nueva capa tipo punto que incorpora los datos de ambas bases de datos nombrada “PredioEfigas_u_lc_terreno”



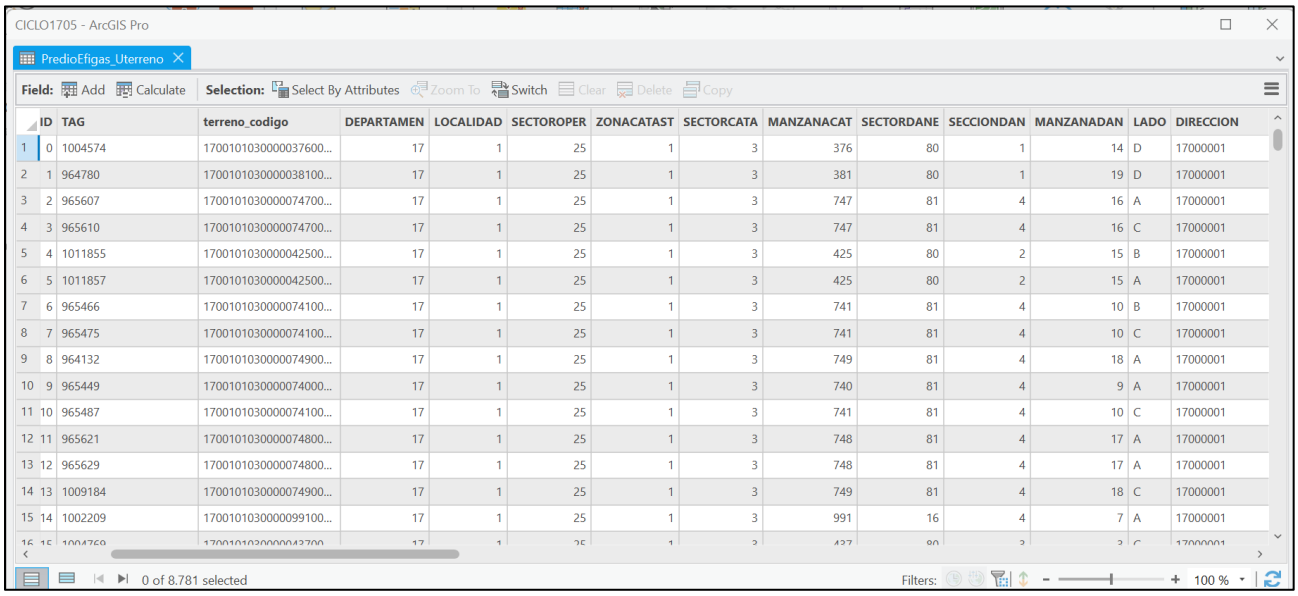
	OBJECTID *	Shape *	avaluo_terreno	avaluo_comercial_terreno	terreno_codigo	dimension	etiqueta	relacion_superficie	espacio_de_nombres	local_id	created_user
1	6	Polygon	0	0	17001010300000955500...	Dimensión 2D	3	En rasante	<Null>	17001010309550003000	<Null>
2	12	Polygon	0	0	17001010300000473000...	Dimensión 2D	18	En rasante	<Null>	17001010304730018000	<Null>
3	14	Polygon	0	0	17001010300001187000...	Dimensión 2D	16	En rasante	<Null>	17001010311870016000	<Null>
4	18	Polygon	0	0	17001010300001236000...	Dimensión 2D	20	En rasante	<Null>	17001010312360020000	<Null>
5	19	Polygon	0	0	17001010300000427000...	Dimensión 2D	15	En rasante	<Null>	17001010304270015000	<Null>
6	21	Polygon	0	0	17001010300000423000...	Dimensión 2D	3	En rasante	<Null>	17001010304230003000	<Null>
7	51	Polygon	0	0	17001010300000471000...	Dimensión 2D	13	En rasante	<Null>	17001010304710013000	<Null>
8	56	Polygon	0	0	17001010300000986000...	Dimensión 2D	27	En rasante	<Null>	17001010309860027000	<Null>
9	58	Polygon	0	0	17001010300000424000...	Dimensión 2D	5	En rasante	<Null>	17001010304240005000	<Null>
10	59	Polygon	0	0	17001010300000420000...	Dimensión 2D	19	En rasante	<Null>	17001010304200019000	<Null>
11	62	Polygon	0	0	17001010300001008000...	Dimensión 2D	20	En rasante	<Null>	17001010310080020000	<Null>
12	69	Polygon	0	0	17001010300000429000...	Dimensión 2D	23	En rasante	<Null>	17001010304290023000	<Null>
13	85	Polygon	0	0	17001010300000742000...	Dimensión 2D	2	En rasante	<Null>	17001010307420002000	<Null>
14	91	Polygon	0	0	17001010300001080000...	Dimensión 2D	26	En rasante	<Null>	17001010310800026000	<Null>
15	95	Polygon	0	0	17001010300000405000...	Dimensión 2D	15	En rasante	<Null>	17001010304050015000	<Null>

Ilustración 9. Tabla de atributos con información de capa u_lc_terreno del gestor catastral.



	FID	Shape *	TAG	DEPARTAMEN	LOCALIDAD	SECTOROPER	ZONACATAST	SECTORCATA	MANZANACAT	SECTORDANE	SECCIONDAN	MANZANADAN	LADO	DIRECCION	ANIL
1	0	Polygon	1004574	17	1	25	1	3	376	80	1	14	D	17000001	S
2	1	Polygon	964780	17	1	25	1	3	381	80	1	19	D	17000001	S
3	2	Polygon	965607	17	1	25	1	3	747	81	4	16	A	17000001	S
4	3	Polygon	965610	17	1	25	1	3	747	81	4	16	C	17000001	S
5	4	Polygon	1011855	17	1	25	1	3	425	80	2	15	B	17000001	
6	5	Polygon	1011857	17	1	25	1	3	425	80	2	15	A	17000001	
7	6	Polygon	965466	17	1	25	1	3	741	81	4	10	B	17000001	
8	7	Polygon	965475	17	1	25	1	3	741	81	4	10	C	17000001	
9	8	Polygon	964132	17	1	25	1	3	749	81	4	18	A	17000001	S
10	9	Polygon	965449	17	1	25	1	3	740	81	4	9	A	17000001	
11	10	Polygon	965487	17	1	25	1	3	741	81	4	10	C	17000001	S
12	11	Polygon	965621	17	1	25	1	3	748	81	4	17	A	17000001	S
13	12	Polygon	965629	17	1	25	1	3	748	81	4	17	A	17000001	
14	13	Polygon	1009184	17	1	25	1	3	749	81	4	18	C	17000001	S
15	14	Polygon	1002209	17	1	25	1	3	991	16	4	7	A	17000001	

Ilustración 10. Tabla de atributos con información de la capa Predio Efigas Corregido.



	ID	TAG	terreno_codigo	DEPARTAMEN	LOCALIDAD	SECTOROPER	ZONACATAST	SECTORCATA	MANZANACAT	SECTORDANE	SECCIONDAN	MANZANADAN	LADO	DIRECCION
1	0	1004574	17001010300000037600...	17	1	25	1	3	376	80	1	14	D	17000001
2	1	964780	17001010300000038100...	17	1	25	1	3	381	80	1	19	D	17000001
3	2	965607	17001010300000074700...	17	1	25	1	3	747	81	4	16	A	17000001
4	3	965610	17001010300000074700...	17	1	25	1	3	747	81	4	16	C	17000001
5	4	1011855	17001010300000042500...	17	1	25	1	3	425	80	2	15	B	17000001
6	5	1011857	17001010300000042500...	17	1	25	1	3	425	80	2	15	A	17000001
7	6	965466	17001010300000074100...	17	1	25	1	3	741	81	4	10	B	17000001
8	7	965475	17001010300000074100...	17	1	25	1	3	741	81	4	10	C	17000001
9	8	964132	17001010300000074900...	17	1	25	1	3	749	81	4	18	A	17000001
10	9	965449	17001010300000074000...	17	1	25	1	3	740	81	4	9	A	17000001
11	10	965487	17001010300000074100...	17	1	25	1	3	741	81	4	10	C	17000001
12	11	965621	17001010300000074800...	17	1	25	1	3	748	81	4	17	A	17000001
13	12	965629	17001010300000074800...	17	1	25	1	3	748	81	4	17	A	17000001
14	13	1009184	17001010300000074900...	17	1	25	1	3	749	81	4	18	C	17000001
15	14	1002209	17001010300000099100...	17	1	25	1	3	991	16	4	7	A	17000001

Ilustración 11. Tabla de atributos de la capa “PredioEfigas_u_lc_terreno”, Producto del cruce de información Geográfico

9.4 Extracción de información producto del cruce de información

La tabla de atributos de esta capa resultante contiene la información de la capa Predio de la base de datos interna de Efigas, la cual incluye un código único denominado TAG. Este TAG contiene los datos de la ficha catastral producto del cruce geográfico. Esta tabla de atributos se exporta directamente desde el programa ArcGIS Pro con la herramienta “*Table To Excel”*, lo que facilita su visualización, edición de los datos alfanuméricos. (Anexo D)

9.5 Verificación y análisis de resultados Cruce de Información Geográfica

Durante la fase de verificación y análisis de la información producto del cruce, se eliminan las columnas prescindibles para el proceso de carga a la base de datos, conservando únicamente la columna de 'TAG' y 'FICHA CATASTRAL', posteriormente , se verifica y filtra los datos vacíos en la columna de ficha catastral y se aplica el formato condicional a la misma columna, esto para detectar y marcar datos duplicados y vacíos, identificándolos y agregándolos a una nueva hoja de Excel para su revisión y análisis manual posterior.

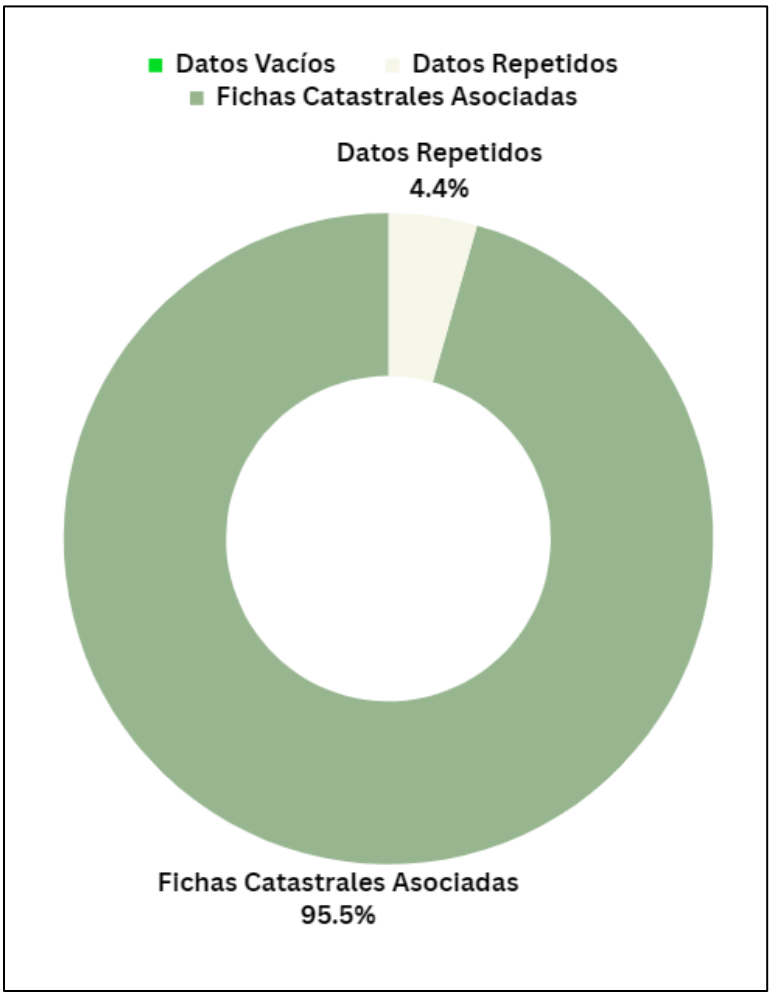


Ilustración 12. Diagrama de resultados

De los 8781 predios totales que se encuentran dentro del ciclo 1705 se asignaron correctamente 8384 fichas catastrales, 389 datos de ficha catastral quedaron repetidos, y 8 predios de Efigas resultaron con datos vacíos dentro del campo de ficha catastral.

Los predios que no están espacializados, así como aquellos en condición de Propiedad Horizontal (PH) y mejoras pueden estar incluidos dentro de fichas catastrales duplicadas o vacías

en el cruce de información. Por lo tanto, es fundamental realizar una revisión manual de estos predios para garantizar la integridad y precisión de los datos.

Las revisiones manuales pueden incluir diversas actividades, como la verificación inicial utilizando plataformas como Google Earth o Google Street View, posteriormente, se pueden realizar salidas de campo o consultas en el registro 1 del gestor catastral para validar la precisión y coherencia de los datos obtenidos. Es importante tener en cuenta que el alcance del proyecto no contempla la descripción detallada de estas revisiones manuales.

9.6 Model Builder

Con el propósito de mejorar la eficacia y la reutilización del proceso de optimización de asignación de ficha catastral, se desarrolló un Model Builder. Este modelo es una herramienta que permite organizar y estandarizar el flujo de trabajo, lo que facilita la ejecución de tareas en el proceso.

Su diseño al ser adaptable y configurable puede ser fácilmente trasladado y utilizado en otros ciclos de facturación, lo que garantiza una aplicación efectiva y sólida del proceso de asignación de fichas catástrales.

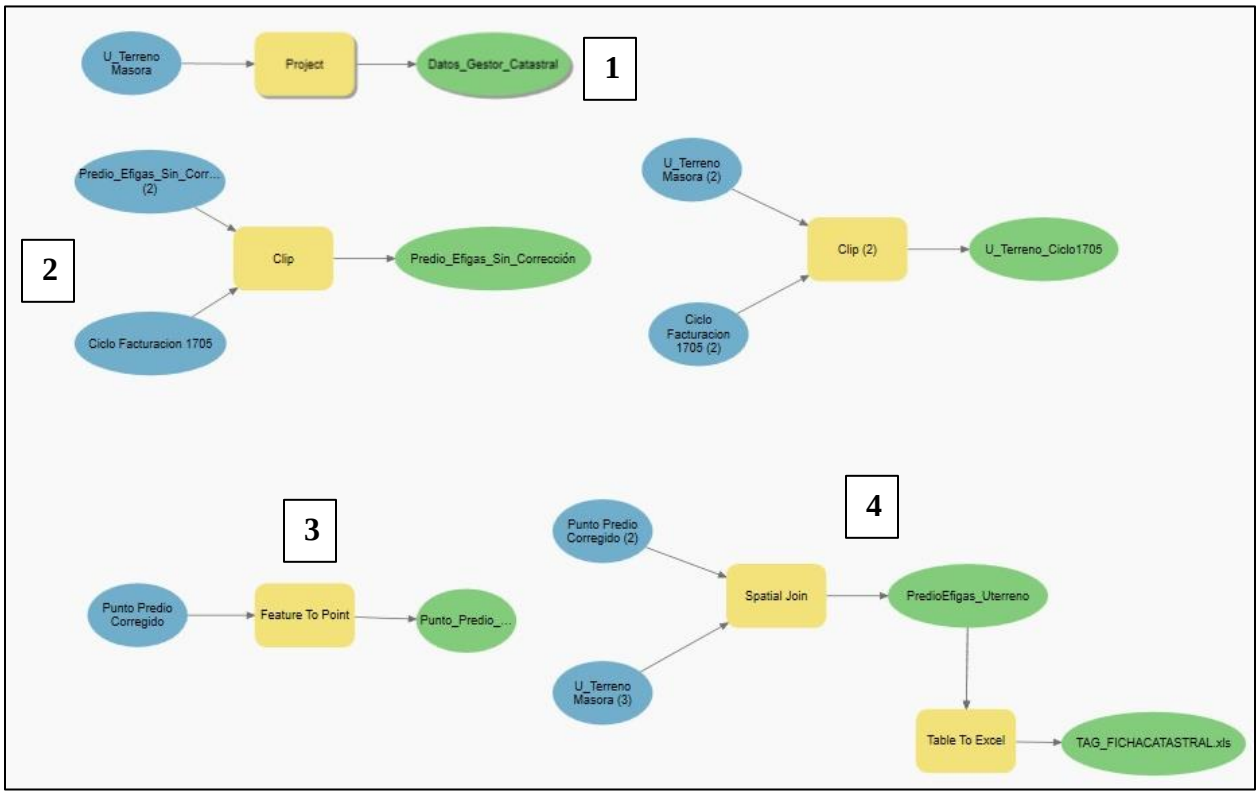


Ilustración 13. Model Builder

Del procedimiento de optimización de ficha catastral, en el Model Builder podemos encontrar los siguientes procesos

1. Cambio de coordenadas de la capa de terreno urbano, lo que garantiza una consistencia y precisión en la información geoespacial.

2. Realizar el corte o clip de las capas de terreno urbano y predio sin corrección de Efigas S.A, asegurando que solo se extraiga la información pertinente al ciclo de facturación 1705.

3. Unión espacial entre la capa de Predio Efigas Corregido tipo punto y la capa de terreno urbano del gestor catastral con los parámetros establecidos en la Fase.

4. Finalmente, el Model Builder extrae la tabla de atributos resultante y la exporta a un formato Excel para su análisis y posterior uso.

9.7 Dashboar Arcgis Online

Las capas obtenidas a través del cruce de información geográfico fueron publicadas en ArcGIS Online utilizando la herramienta *'Publish Web Layer'* de ArcGIS Pro. A partir de estas capas, se creó un dashboard nombrado "Ficha_Catastral". Un dashboard, es una interfaz visual que suministra una representación de información mediante mapas, gráficos, tablas y otros elementos visuales.

Este tipo de interfaz facilita una comprensión rápida de los datos obtenidos, esto con el objetivo de visualizar la información, en esta se puede observar la tabla resultante, así como las capas y los resultados obtenidos en el proceso de optimización de asignación de ficha catastral.

Ilustración 14. Dashboard Ficha_Catastral

A la izquierda de la interfaz se encuentra la tabla resultante con la información de ‘TAG’ y ‘ficha_catastral’, en la parte inferior se encuentran los datos totales, únicos y vacíos y a la derecha de la pantalla se encuentran las convenciones del mapa publicado.

El dashboard se puede visualizar en el siguiente enlace:

https://www.arcgis.com/apps/dashboards/bc256aeefdb247eabd3c20a8373d52ec

10. Discusión

Al presente, el proceso de asignación manual de fichas catastrales simboliza un reto significativo en términos de eficiencia y sistematización. En promedio, se asignan aproximadamente 350 fichas catastrales actualizadas por día en el proceso habitual. Sin embargo, este enfoque presenta limitaciones importantes cuando se trata de manejar grandes volúmenes de datos.

En el ejercicio realizado en este estudio, se consideraron 8.781 predios para asignar fichas catastrales. Para garantizar la precisión de este proceso, se llevaron a cabo correcciones cartográficas que consumieron aproximadamente 2 horas, seguidas de un cruce de información. A pesar de estos esfuerzos, se identificaron algunos desafíos adicionales durante el proceso.

Entre los 8781 predios analizados, se detectaron 8 casos de datos vacíos, lo que indica una falta de correlación espacial entre el predio y la capa de u_lc_terreno del gestor catastral. Además, se detectaron 389 fichas catastrales repetidas, lo que sugiere la necesidad de una revisión manual adicional para verificar dichos datos.

La verificación manual de los datos vacíos y repetidos requeriría un día completo de trabajo, lo que suma un total de 2 días de trabajo para completar todo el proceso, incluyendo las correcciones cartográficas, el cruce de información y la verificación manual. Al comparar este

tiempo de práctica con el proceso manual habitual, que llevaría aproximadamente 25 días para completar la asignación de fichas catastrales para la misma muestra de predios.

Lo anterior proporcionaría un porcentaje de mejora del 92%

$$\% \text{ Mejora} = (\text{Reducción en días hábiles} / \text{Total de días del proceso manual}) * 100$$
$$= (23 \text{ días} / 25 \text{ días}) * 100$$
$$= 0.92 * 100$$
$$= 92\%$$

Ilustración 15. Porcentaje de mejora con la Optimización de ficha catastral.

Es de importancia aclarar que este ejercicio se realizó específicamente para una zona urbana de la ciudad de Manizales, este entorno resalta los desafíos específicos enfrentados durante el proceso de asignación de fichas catastrales manual y suministra un sustento sólido para discutir las implicaciones y recomendaciones derivadas de este estudio, además, resalta las ventajas significativas de adoptar una orientación tecnológica por medio de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

11. Conclusiones

La recolección de información gráfica del gestor catastral es esencial para llevar a cabo la practica presentada. Se resalta la importancia de la disponibilidad de datos actualizados y de fácil acceso que facilitó significativamente el proceso de cruce de información y contribuyó a la confiabilidad de los resultados logrados.

La corrección y estructuración de la información de las bases de datos interna representa el proceso manual principal para garantizar la integridad y coherencia de los datos utilizados en el estudio. La identificación y corrección de desfases cartográficos fue un factor determinante en la calidad de los resultados finales.

El cruce de información geoespacial permitió una asignación de ficha catastral más eficiente, teniendo en cuenta que el procedimiento tradicional representa 25 días y el procedimiento planteado simboliza 1 o 2 días dependiendo de las correcciones cartográficas a realizar dentro de la capa de predio de la base de datos interna, esto indica una mejora significativa en la eficiencia del 92% en el proceso.

Los resultados de este estudio resaltan la importancia de los Sistemas de Información Geográfica en los procesos gestión territorial y catastral. Además, estas herramientas son clave en la transformación digital organizacional.

A pesar de las ventajas del enfoque automatizado, aún se identificaron retos, como datos vacíos y repetidos, que requieren una revisión y corrección manual adicional. Esto resalta la importancia de una mejora continua en los procesos, así como la necesidad de un control y revisión manual para garantizar la calidad total de los datos.

Este procedimiento demostró su adaptabilidad en otros contextos, la versatilidad de esta metodología de cruce de información gráfica evidencia la posibilidad de ser utilizada en la integración de información adicional, en otros entornos u otras bases de datos gráficas, permitiendo acceder a información necesaria o requerida por Efigas S.A E.S.P.

12. Recomendaciones

Se recomienda implementar el procedimiento expuesto a lo largo del estudio en el proceso de actualización de las fichas catastrales de la base de datos interna de Efigas en zonas urbanas. El cumplimiento de esta actividad en áreas urbanas permitirá un procedimiento más eficiente al utilizar la metodología y herramientas presentadas en este estudio.

Se recomienda desarrollar el presente estudio en zonas rurales para analizar y evaluar sus resultados, con esto, adaptar la metodología a las necesidades específicas de estas zonas. La aplicación de la actividad en zonas rurales permitirá identificar los retos asociados a estos contextos y desarrollar estrategias para abordarlos y superarlos.

El proyecto de optimización en la asignación de ficha catastral del ciclo de facturación 1705 para Efigas S.A se lleva a cabo utilizando herramientas SIG, específicamente el software Arcis Pro proporcionado por ESRI. Esta decisión se fundamenta en que Efigas S.A cuenta con licencias actualizadas de ESRI. Además, utiliza activamente este software en sus operaciones. No obstante, se reconoce la importancia de explorar la eficiencia comparativa de los procesos entre diferentes plataformas, lo que podría ser objeto de estudios posteriores o de interés para otras entidades que prefieran utilizar herramientas SIG de código abierto.

Se propone fomentar la investigación SIG, adaptándolo a las necesidades específicas, en este caso a la gestión predial, lo que podría contener el desarrollo de algoritmos y técnicas especializadas en análisis espacial.

Se recomienda continuar estudiando detalladamente el procedimiento abarcado para abordar de manera efectiva los predios de propiedad horizontal (PH), así como las mejoras y predios no espacializados.

Se sugiere realizar revisiones manuales que abarquen los datos duplicados o vacíos, utilizando plataformas como Google Earth o Google Street View. Además, se pueden llevar a cabo salidas de campo o consultas en el registro 1 del gestor catastral para validar la precisión y coherencia de los datos obtenidos.

13. Referencias

Assessing Usefulness of High-Resolution Satellite Imagery (HRSI) in *GIS-based Cadastral Land Information System. Journal of Settlements and Spatial Planning*, 3(2), 93-96.

Yiğit, A. Y., Hamal, S. N. G., Yakar, M., & Ulvi, A. (2023*). Investigation and Implementation of New Technology Wearable Mobile Laser Scanning (WMLS) in Transition to an Intelligent Geospatial Cadastral Information System. Sustainability,* 15(9), 7159.

Araya, R. A. G. (2013). *Tecnología Móvil: desarrollo de sistemas y aplicaciones para las Unidades de Información. E-Ciencias de la Información*, 3(2), 1-15.

Korpilo, S., Virtanen, T., & Lehvävirta, S. (2017). *Smartphone GPS tracking—Inexpensive and efficient data collection on recreational movement. Landscape and Urban Planning*, 157, 608-617.

López Trigal, L. (2015). *Diccionario de geografía aplicada y profesional: terminología de análisis, planificación y gestión del territorio. Diccionario de geografía aplicada y profesional*, 1-677.

Mbuh, M., Metzger, P., Brandt, P., Fika, K., & Slinkey, M. (2019). *Application of real-time GIS analytics to support spatial intelligent decision-making in the era of big data for smart cities. EAI Endorsed Transactions on Smart Cities*, 4(9).

Nowak, M. M., Dziób, K., Ludwisiak, Ł., & Chmiel, J. (2020*). Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art. Global Ecology and Conservation*, 23, e01089.

Plúa, C. R. C., Gonzalez, A. D. C. R., Caicedo, R. W. A., & Vásquez, J. P. A. (2016*). Aplicativo móvil como estrategia de marketing para el impulso de la matriz productiva en el área turística. 3c Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 5(1), 41-53.

Martínez, N., & Wladimir, A. (2013). *Evaluación del rendimiento de los servicios WMS de Mapserver y Geoserver para la implementación IDE. Sangolquí, Ecuador*: Universidad de las Fuerzas Armadas.

Andalucìa, C. d. (2014). *Sistemas de Informaciòn Geogràfica, tipos y aplicaciones empresariales*. Obtenido de www.sig.cea.es/SIG

Ariza, L. C. (2012). *Optimización de la evaluación del catastro de usuarios en la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá por medio de la automatización de Geoprocesos SIG*. Revista de Topografía AZIMUT, 4.

Congreso de Colombia. (1983). *Ley 14 de 1983*. Diario Oficial No. 36.863, 6 de julio de 1983.

Congreso de Colombia. (1997). *Ley 388 de 1997*.Diario Oficial No. 43.067, 18 de julio de 1997

Congreso de Colombia. (2011). *Ley 1450 de 2011*.

Congreso de Colombia. (2019). *Ley 1955 de 2019.*

Dávila Meza, A. K. (2017). *Levantamiento y actualización de predios rurales e integración en un sistema de información geográfica en el Cantón Patate*, provincia de Tugurahua en la República del Ecuador.

Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Decreto 1150 de 2019.*

Duncan, E. E., & Rahman, A. A. (2013). *A Multipurpose Cadastral Framework for Developing Countries-Concepts. The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 58(1), 1-16.

Krigsholm, P., Riekkinen, K., & Ståhle, P. (2018). *The changing uses of cadastral information: A user-driven case study*. Land, 7(3), 83.

Linares Torres, C., Neira Arenas, Y., & Ferrel Zeballos, N. (2019). *CATASTRO DIGITAL INTEGRADO: UN INSTRUMENTO DE DESARROLLO PARA LA CIUDAD DE TACNA*. Ciencia & Desarrollo, (9), 121–126.

Mika, M. (2018). *An analysis of possibilities for the establishment of a multipurpose and multidimensional cadastre in Poland*. Land use policy, 77, 446-453.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). *Decreto 1077 de 2015.*

Ministerio del Interior (MinInterior). (1998). *Decreto 142 de 21 de enero de 1998.*

Mondal, S., Chakravarty, D., Bandyopadhyay, J., & Maiti, K. K. (2016). *GIS based Land Information System using Cadastral model: A case study of Tirat and Chalbalpur rural region of Raniganj in Barddhaman district*. Modeling Earth Systems and Environment, 2, 1-11.

Nicaragüense de Fomento Municipal (2014).

Nourjou, R., & Hashemipour, M. (2017). *Smart energy utilities based on real-time GIS web services and Internet of Things. Procedia Computer Science*, 110, 8-15.

Ojeda Zújar, J., Díaz Cuevas, M. D. P., Álvarez Francoso, J. I., Pérez Alcántara, J. P., & Prieto Campos, A. (2015). *Geoportales y geovisores web: Un nuevo entorno colaborativo para la producción, acceso y difusión de la información geográfica. In Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*. XXIV Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles (2015), p 777-786. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio Universidad de Zaragoza; Asociación de Geógrafos Españoles.

ongreso de Colombia. (2011). Ley 1450 de 2011. Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014. Diario Oficial No. 48.153, 16 de junio de 2011.

Paraguay, M. d. (2014). Servicio Nacional de Catastro.

Presidencia de la República de Colombia. (2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022*: Pacto por Colombia, pacto por la equidad.

Presidente de la República de Colombia. (2019*). Decreto 1983 de 2019. Diario Oficial* No. 51.042, 31 de octubre de 2019.

Presidente de la República de Colombia. (2020). *Decreto 148 de 2020. Diario Oficial* No. 51.059, 4 de febrero de 2020.

Rahman, A. A., Hua, T. C., & Van Oosterom, P. (2011, May). *Embedding 3D into multipurpose cadastre*. In FIG working week (pp. 18-22).

Rakhmonov, K. (2021). *Improvement of land cadastral information system in the administrative district.* Збірник наукових праць ΛΌГОΣ.

Xia, H., Liu, Z., Efremochkina, M., Liu, X., & Lin, C. (2022). *Study on city digital twin technologies for sustainable smart city design: A review and bibliometric analysis of geographic information system and building information modeling integration. Sustainable Cities and Society*, 84, 104009.

A. Anexo: Oficio Efigas S.A E.S.P

B. Anexo: Geodatabase

C. Anexo: Mapas

D. Anexo: Tabla