

Diseño de una Guía Metodológica para la Aplicación de Herramientas de SIG en la Planificación Urbanística en Colombia

Nelfio Murillo Gaitán, Paula Andrea Rivas Liscano, Daniel José Rivera Hernández, Yurani

Alejandra Rodríguez & Miller René Rosado Neira

Informe final de trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Especialista en Sistemas de Información Geográfica

Director Posgrados José Fernando Mejía Correa

Territorios Inteligentes y Sostenibles

Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática y Telecomunicaciones

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Especialización en Sistemas de Información Geográfica

Manizales, 2025

Resumen

Esta propuesta investiga cómo la adopción de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) puede transformar la planificación territorial en Colombia, mejorando la gestión del crecimiento urbano y toma de decisiones. La formulación del problema se orienta en identificar las oportunidades y obstáculos que enfrenta la implementación de estas herramientas en contextos locales. Dicho lo anterior, el objetivo planteado es diseñar una guía metodológica para la aplicación de los SIG en los municipios colombianos que han optado por Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT). Se plantean objetivos específicos que incluyen el análisis de la aplicabilidad de los SIG y la revisión de estudios de casos.

La metodología se basa en un enfoque cualitativo y descriptivo, que contempla la revisión de la literatura, análisis de casos, estructuración de una base de datos y el diseño de una guía metodológica enfocado en un municipio tipo con EOT. Los resultados integran una base de datos estructurada, una guía metodológica y visor interactivo que facilita la comprensión de la integración de los SIG en la planificación urbana.

Palabras clave: Planificación territorial, aplicación SIG, toma de decisiones, guía metodológica.

Abstract

This proposal investigates how the adoption of Geographic Information Systems (GIS) can transform territorial planning in Colombia, improving urban growth management and decision-making. The problem formulation focuses on identifying the opportunities and obstacles faced by the implementation of these tools in local contexts. As stated above, the objective is to design a methodological guide for the application of GIS in Colombian municipalities that have adopted Territorial Ordering Schemes (EOT). Specific objectives include analyzing the applicability of GIS and reviewing case studies.

The methodology is based on a qualitative and descriptive approach, which includes literature review, case analysis, database structuring, and the design of a methodological guide focused on a typical municipality with an EOT. The results include a structured database, a methodological guide, and interactive viewers that facilitate the understanding of the integration of GIS in urban planning.

Keywords: Territorial planning, GIS application, decision-making, methodological guide.

Contenido

| | Pág. |
|--|-----------|
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU JUSTIFICACIÓN | 8 |
| DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA | 8 |
| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 10 |
| JUSTIFICACIÓN..... | 10 |
| OBJETIVOS..... | 11 |
| OBJETIVO GENERAL..... | 11 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 11 |
| ANTECEDENTES..... | 12 |
| REFERENTE NORMATIVO Y LEGAL | 16 |
| REFERENTE TEÓRICO | 20 |
| SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA | 20 |
| <i>Ventajas y Fortalezas</i> | 20 |
| PLANIFICACIÓN TERRITORIAL URBANÍSTICA..... | 21 |
| <i>Aplicación</i> | 21 |
| <i>Gobernanza</i> | 22 |
| <i>Gestión del Territorio</i> | 22 |
| METODOLOGÍA..... | 23 |
| ENFOQUE METODOLÓGICO | 23 |
| TIPO DE ESTUDIO | 23 |
| PROCEDIMIENTO | 24 |
| <i>Análisis de aplicabilidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la planificación urbanística en Colombia, destacando sus ventajas, limitaciones y adaptaciones necesarias en contextos locales</i> | 24 |
| <i>Revisión de la literatura y estudio de casos sobre la implementación de SIG en la planificación urbana en Colombia en los últimos quince años</i> | 27 |

| | |
|--|-----------|
| <i>Estructuración de Base de Datos y Cargue de Información para Administración y Actualización de los Datos Cartográficos del Municipio Tipo</i> | 36 |
| RESULTADOS | 61 |
| DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS | 61 |
| <i>Resultados Matriz DOFA</i> | 61 |
| <i>Resultados Matriz de Búsqueda para la Revisión de la literatura</i> | 65 |
| <i>Base de Datos Estructurada y Cargue de Información para la Administración y Actualización de los Datos Cartográficos de un Municipio Tipo con Esquema de Ordenamiento Territorial</i> | 66 |
| <i>Visor interactivo para la visualización de la información</i> | 73 |
| CONCLUSIONES | 74 |
| RECOMENDACIONES | 75 |

Lista de Ilustraciones

| | |
|---|----|
| Ilustración 1 Matriz DOFA de la Implementación de SIG en la Planificación Urbanística en Colombia..... | 26 |
| Ilustración 2 Mapa de ubicación General del Municipio de Urumita | 37 |
| Ilustración 3 Características físicas y rendimiento GARMIN GPSMAP 64S | 46 |
| Ilustración 4 Georreferenciación mapa Usos del Suelo de Urumita | 48 |
| Ilustración 5 Estructura BDE_Urumita.gbd | 49 |
| Ilustración 6 Digitalización feature class Cla_s | 50 |
| Ilustración 7 Digitalización feature class Terren..... | 51 |
| Ilustración 8 Digitalización feature class Uso_s | 52 |
| Ilustración 9 Digitalización feature class Vía..... | 54 |
| Ilustración 10 Visualización de capas en pgAdmin 4 | 55 |
| Ilustración 11 Comprobaciones haciendo uso de las funciones SQL de PostGIS St_Buffer..... | 56 |
| Ilustración 12 Comprobaciones haciendo uso de las funciones SQL de PostGIS St_Intersects | 58 |
| Ilustración 13 Comprobaciones haciendo uso de las funciones SQL de PostGIS St_Contains. | 59 |
| Ilustración 14 Suelo Urbano VS Límite Municipal..... | 67 |
| Ilustración 15 Tipología Vías Municipio de Urumita | 68 |
| Ilustración 16 Amenaza por inundación..... | 70 |
| Ilustración 17 Uso actual del suelo..... | 71 |
| Ilustración 18 Equipamientos de recreación y deporte | 72 |

Lista de Imágenes

| | |
|---|----|
| Imagen 1 Punto de control límite urbano..... | 47 |
| Imagen 2 Punto de control usos del suelo..... | 47 |
| Imagen 3 Suelo urbano (Alcaldía municipal) | 50 |
| Imagen 4 Suelo Exoansión Urbana..... | 50 |
| Imagen 5 Uso de suelo Residencial | 52 |
| Imagen 6 Uso de suelo Servicios religiosos..... | 53 |
| Imagen 7 Uso de suelo Comercial | 52 |
| Imagen 8 Uso de suelo Institucional..... | 53 |
| Imagen 9 Uso del suelo público (Parques y zonas verdes)..... | 53 |
| Imagen 10 Uso del suelo servicios culturales | 53 |
| Imagen 11 Vía V-2A (Vía nacional)..... | 55 |
| Imagen 12 Vía V-2B (Calle 12)..... | 55 |
| Imagen 13 Vía V-5 (Calle 13)..... | 55 |
| Imagen 14 Vía V-6..... | 55 |
| Imagen 15 Vía V-5 Sin acera para tránsito peatonal | 69 |
| Imagen 16 Vía V-6 Sin acera para tránsito peatonal | 69 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Grupos de información para capas temáticas..... | 40 |
| Tabla 2 Descripción de atributos de la base de datos | 41 |
| Tabla 3 Estrategias de análisis DOFA | 61 |
| Tabla 4 Matriz de Búsqueda Base de Datos | 65 |

Lista de Gráficos

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 Impactos de las categorías matriz DOFA | 62 |
| Gráfico 2 Gráfico radar panorama resultados DOFA | 63 |
| Gráfico 3 Estadísticas uso del suelo..... | 70 |

Planteamiento del Problema de Investigación y su Justificación

Descripción del Área Problemática

En Colombia, la planificación urbanística enfrenta desafíos significativos relacionados con el crecimiento poblacional, la expansión urbana descontrolada y la necesidad de desarrollar estrategias sostenibles para el uso del suelo. La integración de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la planificación urbanística ha emergido como solución potencial para estos desafíos, ofreciendo herramientas que permiten un análisis espacial avanzado, una mejor gestión de recursos y la toma de decisiones más informada. Sin embargo, la implementación efectiva de los SIG en el contexto colombiano aún enfrenta barreras significativas.

Según el Departamento Nacional de Estadística DANE (2022), el país ha experimentado un crecimiento urbano acelerado en las últimas décadas, con una población urbana que supera el 75% del total nacional según. Este fenómeno ha llevado a una expansión descontrolada de las ciudades, caracterizada por la ocupación desmedida de áreas periurbanas y la proliferación de asentamientos informales. La falta de planificación y el crecimiento acelerado de las ciudades dieron la necesidad de contener las problemáticas generadas referidas a la vivienda, sistemas viales, deterioro ambiental, servicios públicos y sociales. (Restrepo, 2019)

Esto dado que la planificación territorial tradicional en Colombia a menudo se basa en métodos convencionales y carece de una visión integrada que contemple las dinámicas espaciales y temporales del desarrollo urbano. Las herramientas tradicionales de planificación suelen ser

insuficientes para abordar la complejidad del crecimiento urbano y la interacción de diversos factores (Miller & Goodchild, 2015). Además, la falta de integración de datos geoespaciales y la

escasa coordinación entre diferentes entidades responsables de la planificación contribuye a una gestión ineficaz del territorio.

En consecuencia, se identifica que un aspecto crítico es la brecha en la capacitación de profesionales en tecnologías digitales y la limitada disponibilidad de recursos para la implementación y mantenimiento de estas mismas (Dughera, 2013). La ausencia de formación adecuada en SIG limita la capacidad de los planificadores para utilizar estas herramientas de manera efectiva, lo cual es crucial para superar las limitaciones de los enfoques tradicionales. Además, la integración de SIG con plataformas de participación ciudadana puede mejorar la comunicación y la participación pública, pero también enfrenta retos relacionados con la disponibilidad de datos y la adaptación de los procesos participativos.

Dicho esto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ofrecen una solución potencial para estos problemas al proporcionar herramientas avanzadas para el análisis espacial, la visualización de datos y la simulación de escenarios futuros. Los SIG permiten integrar y analizar grandes volúmenes de datos geoespaciales, facilitando una planificación más precisa y adaptativa. Sin embargo, la implementación de SIG en Colombia enfrenta varios desafíos, como la falta de infraestructura tecnológica adecuada, la necesidad de capacitación especializada y la resistencia a adoptar nuevas tecnologías en procesos tradicionales de planificación. (Escobar, 2008)

Formulación del Problema

¿De qué manera la adopción de nuevas tecnologías de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) puede transformar la planificación territorial en Colombia, mejorando la gestión del crecimiento urbano y la toma de decisiones? ¿Cuáles son los principales obstáculos y oportunidades que deben tenerse en cuenta para garantizar una implementación exitosa?

Justificación

La integración efectiva de los SIG en la planificación urbanística puede abordar muchos de los problemas mencionados, facilitando una gestión más eficiente del crecimiento urbano y promoviendo el desarrollo sostenible. Según Peña (2010), estas herramientas no solo mejoran la comunicación y la participación pública en el proceso de planificación, sino que también permiten visualizar la información de manera intuitiva, lo que facilita la comprensión de conceptos complejos por parte de diversos actores. Además, los SIG al ser herramientas novedosas se pueden integrar con plataformas de participación ciudadana, permitiendo a los residentes expresar sus opiniones y contribuir al proceso de toma de decisiones.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una guía metodológica para la utilización y aplicación de las herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en los procesos urbanísticos de los municipios colombianos que han adoptado Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT).

Objetivos Específicos

1. Analizar la aplicabilidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la planificación urbanística en Colombia, destacando sus ventajas, limitaciones y adaptaciones necesarias en diferentes contextos locales.
2. Realizar una revisión de la literatura y estudios de casos sobre la implementación de SIG en la planificación urbana en Colombia en los últimos quince años, para identificar mejores prácticas.
3. Elaborar una base de datos estructurada y cargue de información para la administración y actualización de los datos cartográficos de un Municipio tipo con Esquema de Ordenamiento Territorial.
4. Desarrollar un visor interactivo para la visualización de la información recolectada y los procesos realizados en el desarrollo de salidas gráficas y geoprocursos del municipio objeto de estudio.

Antecedentes

La planeación urbana es un proceso clave en el ordenamiento territorial, que busca organizar y dirigir el desarrollo de las ciudades en aspectos como el crecimiento, los usos del suelo, la distribución de actividades y la construcción de infraestructuras y espacios públicos (Restrepo, 2019). En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) juegan un papel fundamental, ya que se vinculan estrechamente con las herramientas técnicas utilizadas en la planificación urbanística, tanto a nivel nacional como internacional.

Siguiendo esta línea, en China, diversos estudios destacan cómo la implementación de SIG ha transformado la planificación urbana. Luan y Zhang (2017) señalan que el uso de esta tecnología ha permitido una gestión más precisa y científica en la selección de instalaciones públicas urbanas. De manera similar, Li (2022) desarrolló un sistema de gestión de información basado en SIG y redes bayesianas, lo que promete fortalecer la planificación urbana en el país en el futuro cercano. Además, Cheng et al. (2023) han integrado SIG con redes generativas antagónicas (GAN) para mejorar la planificación espacial en el desarrollo de ciudades sostenibles, mientras que Wu y Shan (2024) proponen un enfoque innovador que combina SIG, teledetección y dinámica de fluidos computacionales para analizar el paisaje urbano y planificar corredores eólicos.

De manera similar, en Saray, Turquía, Kuru y Yuzer (2023) utilizaron la superposición espacial de criterios y planificación predictiva para identificar las áreas con mayor potencial de expansión urbana hacia el año 2040. En Arabia Saudita, Aldlbahi (2024) centró su investigación en la planificación urbana sostenible y el cambio climático, concluyendo que las herramientas de modelado ambiental, más complejas, requieren la integración de SIG para su implementación.

Por otro lado, Liu et al. (2024) exploraron enfoques de modelado espacial del viento en las ciudades australianas, contribuyendo al desarrollo urbano sostenible. Finalmente, en Vietnam, Nguyen y Dao (2018) optimizaron la gestión de la zonificación de inundaciones, utilizando SIG para mejorar el servicio cartográfico y la planificación en áreas de riesgo.

La aplicación de la información geoespacial en la planificación urbanística puede verse limitada por la voluntad política y los recursos disponibles en cada municipio (Musakwa, 2017). Por ello, es fundamental revisar los métodos tradicionales de planificación para identificar áreas de mejora. Un ejemplo de esto es el estudio realizado en Etiopía por Anteneh et al. (2023), que concluyó que el uso de teledetección y SIG puede reducir significativamente el tiempo y los costos en la evaluación de espacios recreativos y áreas verdes urbanas. De manera similar, en Marruecos, Mohamed et al. (2017) propusieron un modelo basado en el análisis jerárquico multicriterio (AHP) y SIG para identificar las características del suelo, lo que ayuda a los urbanistas a decidir qué áreas deben urbanizarse, reservarse o conservarse.

En este sentido, la información geográfica y cartográfica almacenada en las bases de datos municipales resulta ser un recurso esencial para la planificación urbana. Un ejemplo de su aplicación se dio en Getafe, España, donde Cocero et al. (2014) utilizaron herramientas SIG para identificar las unidades básicas de la ciudad. Sin embargo, el desconocimiento o mal uso de los SIG en la planificación urbana puede llevar a planes de ordenamiento territorial desorganizados, como lo evidenció Escudero (2018) en Toledo, España. Además, López et al. (2020) reflexionan sobre las condiciones que han favorecido la implementación de los SIG en la arquitectura y planificación urbana.

De igual forma, en España, varios estudios destacan el valor de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la planificación urbana. Abarca et al. (2017) propusieron integrar SIG, inteligencia artificial (IA) y árboles de decisión para crear modelos explicativos de los perfiles demográficos y sociales de Andalucía, lo que facilita la toma de decisiones territoriales. Por su parte, Gil (2020) utilizó SIG para evaluar la vulnerabilidad de la red de carreteras en Murcia frente al trazado ferroviario de alta velocidad, identificando los efectos en la movilidad de los barrios cercanos y los retos en la planificación urbana. Además, Jiménez et al. (2023) analizaron la relación entre sostenibilidad urbana y morfología espacial en Cáceres, usando SIG y datos abiertos a nivel de barrio, logrando indicadores de densidad, zonas verdes y equipamientos públicos que superan los estándares mínimos, posicionando la ciudad con un buen grado de sostenibilidad.

Siguiendo con el uso de las herramientas SIG en la planificación urbana, en Suiza, Quamar et al. (2023) revisaron la integración de drones con estas tecnologías y concluyeron que esta combinación mejora significativamente la eficiencia y precisión en los procesos de toma de decisiones. Los drones, al proporcionar imágenes aéreas de alta resolución, permiten a los planificadores urbanos analizar detalles como las huellas de los edificios, redes viales y patrones de uso del suelo, todo ello con el soporte de SIG. Además, esta integración facilita la recopilación de datos no invasiva sobre aspectos como la calidad del aire, la contaminación acústica y el flujo peatonal, lo que permite crear mapas detallados que ayudan a identificar áreas de mejora y priorizar políticas de desarrollo urbano.

Asimismo, en América, se destacan diversas aplicaciones de los SIG en la planificación urbana. En Chile, Cárdenas y Morales (2019) impulsaron el urbanismo bioclimático, utilizando

indicadores de demanda energética en la planificación ambiental. En Estados Unidos, Nayak y Goyal (2013) aplicaron SIG para mejorar la gestión del tráfico y los accidentes, mientras que Pelo (2024) señaló la falta de integración de estas tecnologías con los planificadores urbanos debido a la escasa inversión en formación profesional.

Para el caso de Colombia, varios estudios han analizado la accesibilidad a equipamientos públicos en relación con los modelos de planificación urbana. Escobar (2024) encontró, a través de herramientas SIG en Manizales, que los barrios de estratos más altos ofrecen mejores comodidades, lo que subraya la necesidad de revisar las estrategias de planificación urbana. Además, Giraldo y Vásquez (2020) usaron SIG para estudiar la evolución de las formas urbanas y su relación con los espacios públicos en Manizales, analizando desde la topografía hasta los desarrollos urbanísticos entre 1849 y 2017.

Finalmente, en línea con la transformación urbana en Colombia, Alzate (2023) destaca que la reciente estructuración del urbanismo ha diversificado los mecanismos de planificación, gestión y financiamiento, siguiendo una estrategia neoliberal para compensar el retraimiento estatal. En su análisis de los marcos regulatorios en Medellín, la autora observa que, aunque existen diversas herramientas, las principales transformaciones urbanas de las últimas dos décadas han seguido un modelo privado "predio a predio", favoreciendo la redensificación en zonas de ingresos medios y altos, mientras que se han reducido las políticas de autoconstrucción y aumentado la renovación en sectores populares, alterando así la distribución de rentas urbanas y la organización socioespacial.

Referente Normativo y Legal

Los Sistemas de Información Geográfica, aunque no tienen una relación directa en el marco jurídico del país, se relacionan indirectamente en el marco legal para la gestión del uso de la tierra en Colombia mediante los distintos instrumentos de planificación territorial. Es así, que las diferentes políticas públicas orientadas al ordenamiento territorial poseen de manera intrínseca los SIG en la parte técnica.

Dicho lo anterior, a continuación, se relaciona el referente normativo que aplica en la utilización de los SIG en la planeación del territorio.

Ley 388 de 1997 – Ordenamiento del Territorio

Instrumento de planificación territorial que regula y gestiona políticas públicas en base a unas estrategias y directrices para administrar de manera más eficiente el desarrollo, uso del territorio y edificaciones, cesiones obligatorias, porcentajes de ocupación y demás normas urbanísticas. (Congreso de Colombia, 1997)

Esta ley tiene como objetivos:

1. Armonizar y actualizar las disposiciones contenidas en la ley 8 de 1989.
2. Establecer mecanismos que permitan al municipio, ejercer su autonomía.
3. Garantizar la utilización del suelo por parte de sus propietarios.
4. Promover la armoniosa concurrencia entre las diferentes entidades territoriales para el cumplimiento de las obligaciones en mejora de la calidad de vida de los habitantes.
5. Facilitar la ejecución de actuaciones urbanas integrales.

Ley 1454 de 2011 – Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial en Colombia

Tiene por objeto dictar normas de organización político administrativas del territorio y establecer los principios que rigen el ordenamiento, definiendo los instrumentos y marcos institucionales para el desarrollo del territorio. (Congreso de Colombia, 2011)

Ley 1962 de 2019 – Normas Orgánicas para el Fortalecimiento de la Región Administrativa de Planeación

Ley que establece lineamientos y normas para el fortalecimiento de las Regiones Administrativas y de Planeación (RAP) y establece las condiciones y el procedimiento para su conversión en Región Entidad Territorial (RET) para así reglamentar y regular la operatividad de las diferentes entidades territoriales. (Congreso de Colombia, 2019)

Decreto Ley 902 de 2017 – Acceso y Formalización de Tierras

El decreto ley, nos muestra los parámetros y lineamiento para el acceso, formalización y fondo de tierras, que permitirá utilizar a los diferentes organismos institucionales todos los mecanismos técnicos para garantizar la calidad de la información. Así mismo se crea el RESO, el cual es una herramienta para identificar los beneficiarios a los diferentes programas nacionales de acceso a la tierra, así mismo se identificarían los pueblos indígenas y se les respetaran los derechos adquiridos en la constitución política de Colombia. (Congreso de la Republica, 2017)

Resolución 370 de 2021 – Sistema de Proyección Cartográfica Oficial

Resolución que establece el sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia con un único origen el cual es denominado “Origen Único”. En ese orden de ideas el objetivo de esta

resolución es “establecer la proyección cartográfica (transversal Mercator) como sistema oficial de coordenadas planas para Colombia, con un único origen denominado Origen Nacional, Referido al Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, también denominado MAGNA-SIRGAS (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2021)

Resolución 1040 de 2023 – Catastro Multipropósito

Resolución por la cual se crea el catastro multipropósito. Donde se establece un régimen que regula y gestiona los procesos catastrales en el país. En ese orden de ideas, se establecen guías para la operación del proceso de formalización, actualización y conservación catastral, es así, que se crea una interacción directa en diferentes actores institucionales como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y La Súper intendencia de Notariado y Registro (SNR), con el fin de integrar la información gráfica, alfanumérica y registral en una base de datos actualizada. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2023)

Resolución 746 de 2024 – Catastro Multipropósito

Resolución por la cual se modifican algunas consideraciones de la resolución 1040 de 2023. Entre ellas la correcciones y disposiciones de la información proveniente de los procesos de formalización, actualización y conservación catastral.

Resolución 471 de 2020 – Productos Cartográficos

En esta resolución se establecen especificaciones técnicas de los productos cartográficos en Colombia. En ella se establecen lineamientos técnicos generales como la adopción del origen único nacional, cartografía básica oficial, base de datos cartográfica, entre otros. Así mismo, la calidad del dato final a partir del control de calidad de exactitud temática y consistencia lógica.

Resolución conjunta SNR 04218 IGAC 499 de 2020 – Modelo LADM_COL

Esta resolución establece el modelo LADM_COL que permite estandarizar y articula los datos gráficos con los alfanuméricos para la gestión del territorio. Es el (ICDE) con sus objetivos institucionales el encargado de definir los lineamientos para gobernanza del modelo núcleo LADM_COL. bases de datos cartográficas. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2020)

Resolución 899 de 2023 – Datos Espaciales (ICDE)

Resolución por la cual se conforma la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales ICDE en donde el acuerdo firmado por entidades como el Ministerio de tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Departamento Administrativo de Planeación y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Pretende fortalecer la generación, disponibilidad y acceso de la información geográfica del país recolectada por las diferentes entidades públicas. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2023)

Referente Teórico

Sistemas de Información Geográfica

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un conjunto integrado de hardware, software, datos geográficos y procedimientos diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar, gestionar y presentar todo tipo de información georreferenciada. Esta definición destaca cómo los SIG permiten a los usuarios visualizar y entender datos espaciales de manera eficiente. (Burrough, 2008)

En la actualidad la información geográfica es un componente esencial en las actividades de todo tipo, y los Sistemas de Información Geográficos (SIG) son herramientas idóneas para su uso y manejo. (Olaya, 2009)

Ventajas y Fortalezas

Los SIG integran múltiples tipos de datos (como mapas topográficos, datos demográficos, información sobre recursos naturales, etc.) en un único sistema. Esta capacidad de combinar y superponer diferentes capas de información permite a los planificadores entender las interacciones entre factores diversos y evaluar los impactos potenciales de las decisiones de planificación en el territorio.

Un SIG es una herramienta para recopilar, almacenar, analizar y visualizar datos espaciales y geográficos. Facilita la toma de decisiones en diversos campos, como la planificación urbana, la gestión ambiental, la administración de recursos naturales y la

planificación del transporte, al proporcionar una plataforma para el análisis espacial. (Paul Longley et al., 2005)

Planificación Territorial Urbanística

La planificación territorial es el proceso mediante el cual se establecen objetivos y acciones para gestionar la ocupación y el uso del espacio geográfico de manera ordenada y coherente. Implica la integración de diversos aspectos sociales, económicos, ambientales y culturales para garantizar el desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida de los habitantes. (Jones, 2019)

Aplicación

Los SIG aportan a la planificación territorial en múltiples sentidos si se observa desde la abstracción de los problemas focalizados en la zona de estudio, respecto al problema que se quiere abordar, nos permiten analizar datos espaciales recolectando variables físicas, ambientales y socioeconómicas, facilitando la optimización de los recursos y la toma de decisiones respecto a la población que se quiere impactar. A través de simulaciones que permiten visualizar escenarios controlados teniendo en cuenta los diferentes escenarios es posible implementar estrategias para mejorar la comunicación con la sociedad y asimismo la participación para la construcción de instrumentos para el ordenamiento social. Las tecnologías geoinformáticas nos permiten monitorear continuamente el avance de los planes en ejecución, visualizando y analizando por medio de la geoestadística, los indicadores que miden la efectividad de las actividades realizadas.

Gobernanza

Se refiere a la coordinación de políticas y acciones entre diferentes niveles de gobierno (local, regional, nacional) y actores no gubernamentales en la planificación urbana. Este tipo de gobernanza es clave para asegurar que las políticas urbanas estén alineadas y que las decisiones sean coherentes a diferentes escalas territoriales (Peters, 2020). La gobernanza en la planificación urbanística se refiere a la participación de diversos actores, tanto públicos como privados, en la toma de decisiones sobre el uso del territorio.

Gestión del Territorio

La gestión del territorio es la articulación de políticas, estrategias y mecanismos institucionales que regulan y promueven el uso ordenado del espacio geográfico, considerando las dinámicas urbanas y rurales y promoviendo la inclusión social y la sostenibilidad ambiental (Onu-hábitat, 2012)

Metodología

Enfoque Metodológico

El presente proyecto presenta un enfoque con método cualitativo, el cual de acuerdo con Maanen (1983) cubre una serie de técnicas y métodos interpretativos que intenta describir, analizar y resumir un tema.

Esta revisión será más específicamente para los municipios de Colombia que adopten como instrumento de planificación un esquema de ordenamiento territorial, el cual acoge a poblaciones no mayores a 30.000 habitantes por municipio, incluyendo el perímetro urbano y rural, enfocándose finalmente en un solo municipio como área de estudio.

Tipo de Estudio

El presente es un estudio de tipo descriptivo, mediante el cual se analiza y describe el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la planificación urbanística en los diferentes contextos territoriales teniendo en cuenta las situaciones sociales, económicas y técnicas.

De igual forma, este trabajo realiza un desarrollo tecnológico basado en el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para el manejo de la cartografía del Municipio modelo elegido, con la finalidad de que se pueda editar, operar, producir y consultar la información geográfica referente.

Procedimiento

Análisis de Aplicabilidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Planificación Urbanística en Colombia, Destacando sus Ventajas, Limitaciones y Adaptaciones Necesarias en Contextos Locales

Una de las principales ventajas de los SIG es su capacidad para integrar y analizar grandes volúmenes de datos geoespaciales, lo cual es esencial en un contexto como los Municipios que cuentan solo con Esquema de Ordenamiento territorial, donde se requieren herramientas que manejen información variada y actualizada, desde datos demográficos hasta factores ambientales. Esta integración de información facilita la toma de decisiones basadas en una visión holística del territorio, permitiendo la creación de modelos predictivos sobre el impacto de las intervenciones urbanísticas y la planificación de medidas preventivas frente a emergencias como desastres naturales.

A pesar de estos beneficios, existen desafíos significativos que limitan su aplicación en el país. Uno de los más notables es la desigualdad en el acceso a la tecnología, especialmente en zonas rurales y municipios pequeños, donde la infraestructura es deficiente. Además, los altos costos de adquisición y mantenimiento de equipos, junto con la necesidad de personal capacitado, dificultan su implementación en algunas regiones.

Otro desafío importante es la integración de los sistemas formales de planificación con las dinámicas urbanas informales, comunes en muchas áreas de Colombia. Los asentamientos informales y los usos tradicionales del suelo no siempre se reflejan en los datos geoespaciales disponibles, lo que puede llevar a decisiones de planificación desconectadas de la realidad local.

Asimismo, la rápida evolución de estos procesos informales requiere de sistemas capaces de actualizar los datos de forma ágil.

Además, la falta de estandarización en la recolección y gestión de los datos geoespaciales, junto con la fragmentación de las bases de datos entre diferentes entidades, constituye otro obstáculo para el aprovechamiento pleno de los SIG. La falta de coordinación interinstitucional y protocolos claros para la gestión de esta información dificulta su integración y aprovechamiento.

No obstante, estas limitaciones no restan importancia al potencial de los SIG. Su capacidad para modelar escenarios futuros y evaluar el impacto de distintas intervenciones urbanísticas representa una herramienta invaluable para los planificadores. Además, la posibilidad de visualizar información espacial facilita la participación ciudadana en el proceso de planificación, lo cual fortalece la transparencia y la inclusión en la toma de decisiones.

Por consiguiente, para aprovechar al máximo los beneficios de los SIG en Colombia, es crucial adaptar su implementación a las características y necesidades locales. Esto implica adoptar una aproximación gradual, que considere las capacidades tecnológicas y organizacionales de las diferentes regiones, e invertir en programas de formación continua y soporte técnico. La colaboración entre entidades gubernamentales, académicas y la sociedad civil también puede fortalecer la capacidad local para implementar estas tecnologías de manera efectiva.

En conclusión, la aplicación de los SIG en la planificación urbanística en el país representa una oportunidad clave para mejorar la gestión del territorio más específicamente en los Municipios pequeños y zonas rurales. Sin embargo, su éxito dependerá de la capacidad para

superar las barreras tecnológicas, sociales y organizacionales, y de una visión estratégica que contemple un proceso gradual de adaptación y aprendizaje.

Finalmente, se realizó análisis DOFA para ilustrar a las autoridades municipales y actores locales a tener una mejor comprensión de los impactos y del contexto de los SIG en la planificación urbanística dentro de los planes de Esquemas de Ordenamiento Territorial, para así desarrollar estrategias que maximicen las fortalezas y oportunidades que dan las herramientas geoinformáticas mientras se minimizan sus riesgos y debilidades. (Ver Ilustración 1)

Ilustración 1.

Matriz DOFA de la Implementación de SIG en la Planificación Urbanística en Colombia.



Revisión de la Literatura y Estudio de Casos Sobre la Implementación de SIG en la Planificación Urbana en Colombia en los Últimos Quince Años

Caso 1. Participación de los SIG en la Formulación de Instrumentos de Planificación y Norma urbanística. En el artículo de Osorio (2010) indica que el enfoque del uso de los SIG en Colombia es una llamada de atención sobre cómo, si bien el país ha avanzado en la implementación técnica de estos sistemas, aún se encuentra en una etapa en la que la concepción teórica de los SIG debe evolucionar y adaptarse mejor a las realidades locales, especialmente en áreas rurales o centros poblados más pequeños. Según el autor, es fundamental que los SIG no se limiten a las grandes ciudades, sino que también sean aplicables a cualquier contexto, permitiendo que el conocimiento técnico de los SIG sea accesible y útil para todo el país.

Uno de los aspectos clave que destaca es el proceso de recopilación y construcción de información territorial, esencial para entender las dinámicas de ocupación y el uso del suelo. El autor menciona que este proceso de diagnóstico debe involucrar de manera activa a las instituciones locales que recogen y actualizan los datos cartográficos y estadísticos. En Colombia, instituciones como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi y varias unidades de planeación municipal juegan un papel crucial en la provisión de los insumos necesarios para crear un mapa detallado del territorio. También destaca que los SIG no solo dependen de los datos existentes, sino que requieren también la creación de nuevos datos, especialmente a través del trabajo de campo.

El autor hace énfasis en cómo los SIG permiten un análisis espacial más preciso de los territorios, lo cual ayuda a los urbanistas a tomar decisiones informadas sobre la ubicación de actividades humanas, la distribución de infraestructura pública y el uso del suelo. Un ejemplo

concreto que menciona es cómo los SIG pueden ayudar a identificar las zonas más adecuadas para la construcción de nuevas infraestructuras, como viviendas, espacios públicos, equipamientos y rutas de transporte, mediante un análisis de la accesibilidad y conectividad. Esto se logra mediante herramientas de análisis espacial, que permiten evaluar la relación entre diferentes usos del suelo, así como la viabilidad de nuevas instalaciones en función de su proximidad a otros servicios o actividades.

Finalmente, en las conclusiones, el autor reflexiona sobre la importancia de los SIG en el cambio de paradigma dentro del urbanismo, pues han permitido un enfoque más científico y detallado en la toma de decisiones. Según él, esta nueva forma de procesar la información territorial ha enriquecido las metodologías tradicionales de los urbanistas, integrando el análisis cuantitativo y espacial, lo que hace más eficiente la planificación del territorio. Sin embargo, también subraya que estos procesos deben ser contrastados con la realidad, ya que factores externos impredecibles, como los cambios sociales o económicos, pueden alterar las dinámicas del territorio de manera significativa.

Caso 2. Sig Colaborativo Enfocado a la Participación Ciudadana Para Apoyar el Proceso de Elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial 2017. En este estudio Rivera et al. (2017) resalta cómo, al integrar las tecnologías actuales, como las aplicaciones móviles y la web, los SIG colaborativos permiten que los ciudadanos participen a través de diversas herramientas: cargando imágenes, geolocalizando problemas en el territorio, votando propuestas, o aportando sus comentarios sobre temas de interés. Este tipo de plataformas no solo fomenta la participación, sino que también facilita la toma de decisiones basadas en datos reales,

actualizados y reflejados en mapas y reportes que permiten una visión más clara y detallada de las necesidades de la comunidad.

La implementación de SIG en el proceso de formulación de los POT y EOT tiene múltiples beneficios. Por un lado, permite la visualización clara de los conflictos territoriales, sociales y ambientales, ayudando a priorizar áreas que requieren atención urgente. Además, facilita la creación de soluciones basadas en la realidad del terreno, lo cual mejora la efectividad de las políticas públicas. Al ser plataformas accesibles desde cualquier dispositivo, estos sistemas también logran incluir a poblaciones marginadas, quienes tradicionalmente no tienen acceso a los procesos de planificación.

Sin embargo, el estudio también señala que, para que la implementación de SIG colaborativos sea exitosa, es necesario contar con estrategias que aseguren que los datos y aportes recopilados sean válidos y coherentes. Es crucial establecer mecanismos de verificación de la información y control de calidad para evitar que datos incorrectos o malintencionados afecten el proceso. Por esta razón, las instituciones encargadas del uso de estas plataformas deben tener procedimientos claros para la conciliación de discrepancias y la aprobación de los aportes antes de ser incorporados al sistema.

En conclusión, la aplicación de SIG colaborativos en el proceso de elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial no solo mejora la gestión de la información, sino que también empodera a los ciudadanos, permitiéndoles ser actores activos en la construcción de su futuro urbano. Esta tecnología no solo facilita la participación de la comunidad, sino que también optimiza la toma de decisiones al incorporar la experiencia local en la planificación territorial.

De este modo, los SIG colaborativos se presentan como una herramienta fundamental para alcanzar una gestión territorial más inclusiva, equitativa y efectiva.

Caso 3. Metodología Para Determinar el Potencial de Implementación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (Suds) en Áreas Residenciales, a Partir de Análisis de Sistemas de Información Geográfica (Sig). Caso de Estudio Bogotá D.C., Colombia. En este trabajo Martínez (2017), nos indica la potencialidad de la implementación de los Sistemas Urbanos de Drenajes SUDS en lotes residenciales, aplicando Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta principal. La metodología se basa en un análisis detallado de cada lote mediante el uso de SIG, específicamente con el software ArcMap (versión 10.4.1), para identificar las áreas construidas y no construidas. Este enfoque permite calcular tanto la oferta de escorrentía, que corresponde al volumen generado por la lluvia, como la demanda de agua no potable dentro de los predios.

El análisis realizado con SIG facilita la evaluación de la capacidad de cada predio para manejar su propia escorrentía mediante dos tipos de medidas: no estructurales (como el aprovechamiento de agua lluvia en tanques de almacenamiento) y estructurales (implementando SUDS como techos verdes, alcorques inundables, entre otros). Este enfoque permite identificar de manera precisa el potencial de retención de escorrentía en función de las características específicas de cada predio.

La metodología aplicada tiene un componente temporal importante. La escala temporal (anual, mensual o semanal) influye en los resultados del análisis de oferta y demanda de agua, ya que la variabilidad climática debe ser considerada al momento de calcular el volumen de

escorrentía y el consumo de agua en los predios. Al utilizar SIG, es posible ajustar este análisis a la resolución espacial y temporal más adecuada, obteniendo resultados más precisos y aplicables.

El estudio concluye que la implementación de SUDS en áreas privadas, especialmente a través de soluciones no estructurales como el aprovechamiento de escorrentía, tiene un gran potencial para reducir la escorrentía en Bogotá. Sin embargo, también resalta que la colaboración entre el sector público y privado es esencial para financiar y promover estas iniciativas.

Caso 4. La Evolución de las Tramas Urbanas en Manizales: Un Análisis de su transformación (1849-2017). El estudio de Giraldo y Vásquez (2020), se enfoca en la evolución de la morfología urbana de Manizales, Colombia, y es un aporte importante a la comprensión de cómo las ciudades colombianas han crecido y cambiado a lo largo del tiempo, especialmente en contextos de topografía compleja. Mientras que muchas investigaciones se han centrado en las ciudades fundadas durante la época colonial, este trabajo destaca una ciudad con una historia más reciente de urbanización acelerada.

El principal objetivo de los autores fue caracterizar las formas urbanas de la ciudad, analizando su relación con los espacios públicos y teniendo en cuenta factores clave como la topografía, la transformación ambiental, los procesos de gestión urbana y los desarrollos urbanísticos. Utilizando herramientas avanzadas como el sistema de información geográfica (SIG) y el programa QGIS, a partir de esto los autores lograron identificar ocho tipos de tramas urbanas y clasificarlas en cinco fases de crecimiento, lo que proporciona una visión clara de cómo Manizales se ha ido estructurando a lo largo del tiempo, influenciada por su geografía y las necesidades de sus habitantes.

Este estudio se inserta en la literatura sobre morfología urbana y proporciona una mirada única sobre los procesos de transformación de una ciudad intermedia en Colombia. La metodología que emplean los autores, que combina el análisis espacial con un enfoque histórico y social, es una herramienta valiosa para otros estudios urbanos y ofrece lecciones útiles para la planificación y gestión de ciudades con características similares, como las que enfrentan topografías complejas y patrones de crecimiento desorganizado.

Caso 5. La importancia de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la planificación urbanística de Bogotá. En su ensayo, Portillo (2021) aborda la relevancia de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la planificación urbanística, haciendo hincapié en cómo estas herramientas pueden ser fundamentales para mejorar las falencias en la planificación urbana de las ciudades de Colombia. La autora destaca la utilidad de los SIG para la planificación territorial, señalando que su implementación permite obtener información precisa sobre los diversos problemas urbanos y encontrar soluciones efectivas.

Según la autora, entender la información como una infraestructura básica es esencial para el desarrollo de las ciudades. La correcta gestión y distribución de la información por parte de las administraciones y organismos públicos y privados es esencial, ya que esto permite una planificación más ordenada y eficiente. Además, la autora subraya que los profesionales encargados de la planificación urbanística deben tener acceso a toda la información necesaria para tomar decisiones fundamentadas y llevar a cabo proyectos de manera óptima.

El estudio también resalta la importancia de los SIG no solo en países desarrollados, sino también en aquellos en desarrollo, como Colombia. Las herramientas SIG facilitan un análisis rápido y detallado de los problemas urbanos, permiten el desarrollo de soluciones más adecuadas

y, además, hacen posible monitorear el progreso de los proyectos a largo plazo. En este sentido, los SIG se presentan como un apoyo indispensable en la gestión de la urbanización informal, un fenómeno que sigue siendo una preocupación en muchas ciudades y municipios.

Asimismo, resalta que el uso de SIG es especialmente relevante para entender la composición territorial de las ciudades y las regiones. Con esta tecnología, es posible tomar decisiones basadas en las realidades locales, lo que es clave para desarrollar estrategias de urbanización sostenibles. De igual forma, el control adecuado de la recolección y gestión de los datos obtenidos por los SIG asegura que la información sea utilizada de manera eficiente en los procesos de análisis y planificación.

También menciona la necesidad de que los gobiernos locales implementen planes de ordenamiento territorial a largo plazo que trasciendan los ciclos políticos y los intereses económicos inmediatos. Estos planes deben ser flexibles y capaces de responder tanto a las necesidades socioeconómicas actuales como a los cambios en la población futura. Los SIG, por su parte, juegan un papel fundamental en este proceso, permitiendo la participación activa de las instituciones en la planificación y asegurando la sustentabilidad de los proyectos urbanos a lo largo del tiempo.

Finalmente, la autora concluye que es imprescindible seguir profundizando en el conocimiento del territorio y aprovechar los recursos disponibles para actualizar la información, lo cual contribuirá a crear escenarios más precisos y adecuados para la planificación urbana en Bogotá. Afirmando que el uso de los SIG será clave para promover un mejor ordenamiento territorial y mejorar la calidad de vida en las zonas residenciales de la ciudad.

Caso 6. Aplicación de Metodologías de Accesibilidad Territorial Para Comparar y Comprender las Diferencias en Condiciones de Equidad Entre dos Barrios de Diferentes Estratos Socioeconómicos en una Ciudad Intermedia de Colombia 2024. En este estudio

Escobar et al. (2024), analizan las diferencias en el acceso a servicios y oportunidades entre dos barrios de Manizales, Colombia, que pertenecen a estratos socioeconómicos distintos. Manizales, tiene una población de más de 454.000 habitantes. La ciudad está dividida en 11 distritos y 114 barrios. Para este análisis, se seleccionaron los barrios Fátima (estrato 3) y Palermo (estrato 6), que presentan notorias diferencias en el acceso a recursos y servicios.

El concepto clave en este estudio es la "accesibilidad", entendida como la capacidad de las personas para llegar a las oportunidades que ofrece su entorno. Este concepto se ha estudiado en diversas disciplinas, como el desarrollo económico, la salud pública y la cohesión social. En este caso, el enfoque está en la accesibilidad integral, que mide la facilidad con la que un nodo (por ejemplo, un centro de salud o una escuela) está conectado con otros servicios en un área específica.

La metodología utilizada en la investigación consistió en seis fases secuenciales: 1) Delimitación de los barrios para el análisis, 2) Identificación y mejora de la red peatonal, 3) Identificación de rutas y barreras de accesibilidad, 4) Localización de los NAP (Nodos de Actividad Primaria), 5) Análisis de la accesibilidad peatonal, y 6) Evaluación de la cobertura poblacional y territorial. Para la delimitación de los barrios, se usaron tanto los mapas de división territorial como las percepciones de los residentes, lo que permitió una representación más precisa de las áreas que realmente forman parte de cada barrio.

Una de las principales conclusiones del estudio fue que el barrio Palermo presenta una mayor accesibilidad en comparación con Fátima, especialmente en cuanto a los tiempos de desplazamiento. Palermo superó a Fátima en tres de las cuatro categorías analizadas, lo que

refleja una mejor infraestructura de transporte y una distribución más equitativa de servicios. Además, se identificaron deficiencias importantes en ambos barrios: Palermo carece de nodos educativos, mientras que Fátima no tiene suficientes servicios de salud. Estos vacíos de servicios obligan a los residentes a desplazarse grandes distancias, lo que aumenta el tiempo necesario para acceder a servicios básicos.

En consecuencia, este análisis resalta la importancia de contar con herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten realizar un mapeo detallado y dinámico de la accesibilidad en la ciudad. Los SIG proporcionan una visión clara de las áreas de acceso, los servicios disponibles y las barreras físicas o sociales que existen en el territorio. En este estudio, se utilizaron SIG para identificar de manera precisa las redes peatonales, las rutas de desplazamiento y los nodos de actividad primaria, lo que permitió obtener datos esenciales para realizar una comparación entre los barrios y entender mejor las desigualdades en el acceso a servicios. Gracias a estas herramientas, se pueden tomar decisiones más informadas y dirigidas a mejorar la equidad y la calidad de vida de los habitantes.

Los SIG no solo ayudan a visualizar y analizar el territorio de manera eficiente, sino que también facilitan la planificación de soluciones concretas, como la mejora de infraestructuras de transporte o la localización de nuevos servicios, de manera que se reduzcan los tiempos de desplazamiento y se favorezca una distribución más equitativa de los recursos. Esta capacidad de análisis espacial es crucial para los gobiernos locales, ya que les permite identificar áreas que requieren inversiones prioritarias, orientando mejor los recursos y políticas públicas a las verdaderas necesidades de la población.

En conclusión, este estudio muestra cómo las metodologías de accesibilidad, apoyadas por las herramientas avanzadas de los SIG, pueden ser un instrumento poderoso para identificar

las brechas en el acceso a servicios y oportunidades, y ayudar a los municipios a tomar decisiones informadas para mejorar la calidad de vida y promover la equidad en sus comunidades.

Estructuración de Base de Datos y Cargue de Información para Administración y

Actualización de los Datos Cartográficos del Municipio Tipo

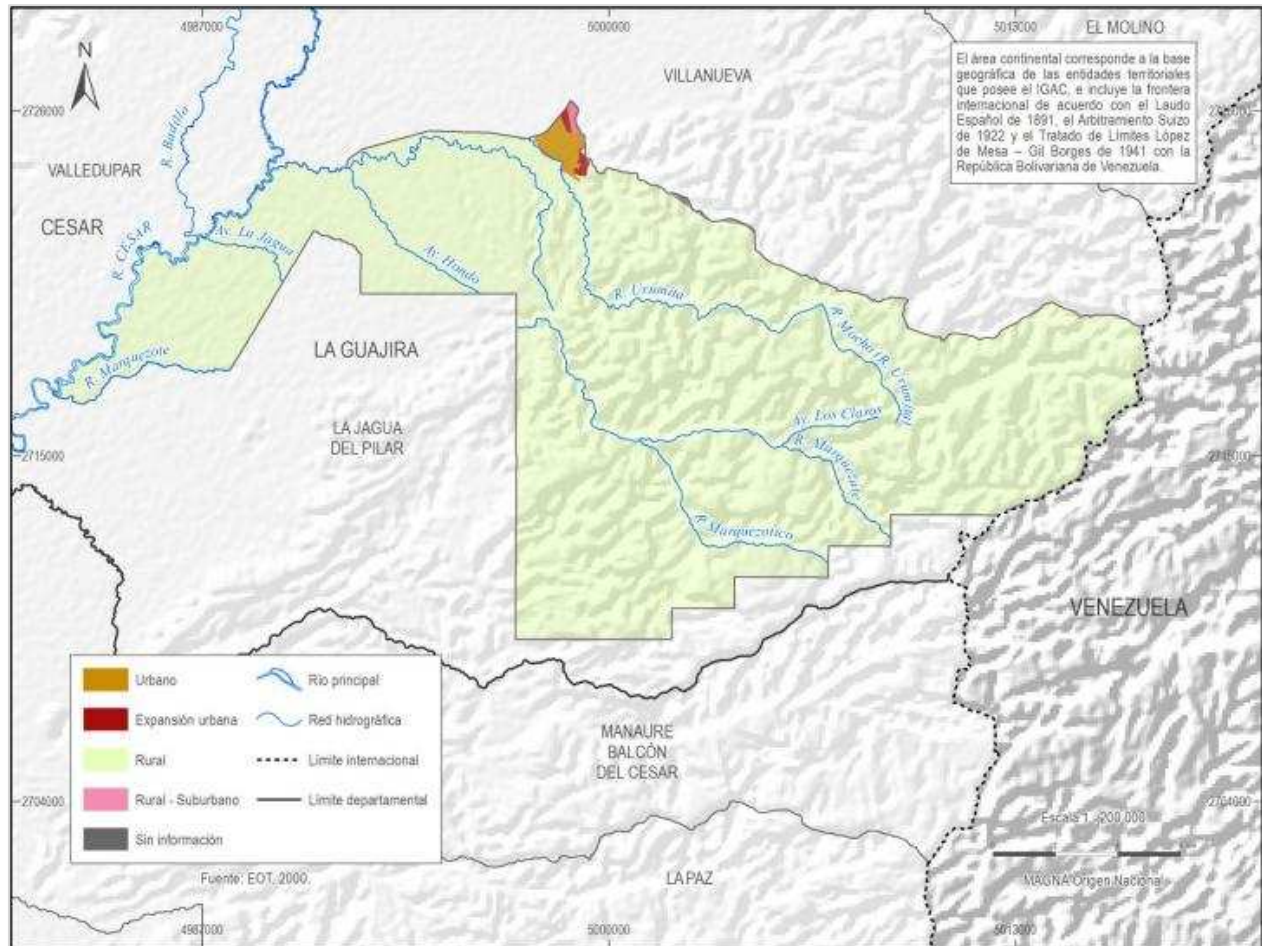
Área caso de Estudio. Urumita es un Municipio colombiano que forma parte del departamento de La Guajira, ubicado en su zona sur. Fue constituido en el año 1979. Se encuentra aproximadamente a 175 km al sur de Riohacha, la capital departamental, y a unos 45 km al noreste de Valledupar, que es la capital del departamento del Cesar. Esta ubicación geográfica le da una importancia estratégica para la región.

El Municipio tiene una población de 12.578 habitantes y una extensión territorial de 329,09 km². Se encuentra a una altitud de 255 metros sobre el nivel del mar y recibe una precipitación anual de 1.000 mm. Asimismo, debido a que Urumita tiene una población inferior a los 30.000 habitantes, le corresponde contar con un Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) como instrumento de ordenamiento. Este EOT fue formulado mediante el Acuerdo No. 005 del 26 de febrero de 2000. Posteriormente, la administración municipal realizó una modificación excepcional y un ajuste correspondiente a la normativa urbanística complementaria mediante el Acuerdo No. 016 del 28 de diciembre de 2014 y el Acuerdo No. 016 del 25 de octubre de 2017. Es relevante señalar que, pesar de que el Acuerdo No. 005 del 26 de febrero de 2000 había finalizado su vigencia de largo plazo, continúa hasta la fecha (IGAC,2024).

Ilustración 2

Mapa de ubicación General del Municipio de Urumita

Fuente: IGAC, 2024



Análisis, Diseño e Implementación Base de Datos Geográfica Urumita – La Guajira. El diseño de una base de datos contempla el cumplimiento de varias fases conforme a la complejidad o rigurosidad del estudio, en este sentido, para el diseño de la base de datos geográfica del municipio de Urumita en el departamento de La Guajira, se tuvo en cuenta la estructura urbana definida principalmente por los usos del suelo, las redes de servicios públicos domiciliarios (energía, acueducto y gas), la infraestructura vial, el espacio público, las zonas de amenaza de riesgo y la clasificación del suelo municipal. De esta manera, se surtieron las siguientes fases:

Fase 1. Análisis previo

Análisis de información suministrada por la Alcaldía Municipal de Urumita: Esquema de Ordenamiento Territorial – EOT (con anexos de cartografía en formato PDF) que se formuló mediante Acuerdo No. 005 del 26 de febrero de 2000, vigente a la fecha a pesar de haber finalizado su vigencia de largo plazo conforme lo establece la Ley No. 388 de 1997.

De esta manera, se identificó que la información cartográfica del municipio está en formato análogo (mapas en PDF), lo cual dificulta la generación y validación de insumos solicitados a la Secretaría de Planeación Municipal, tales como: certificados de usos del suelo, licencias urbanísticas, certificados de estratificación, entre otros. Por tal razón, es necesaria la digitalización y estructuración de la información geográfica para facilitar la generación y mejorar la calidad de los productos que son competencia de la alcaldía municipal en el entorno urbano.

Fase 2. Diseño Lógico

La Ley No. 388 de 1997 y sus decretos reglamentarios, establecen como competencias municipales la definición de tipo de suelo y normatividad asociada a los usos que se pueden realizar en los predios, además, se resalta que a partir de la Ley 9 de 1989, la Constitución Política de 1991 y la Ley 388 de 1997 se destaca la importancia de lo público como el principal elemento para estructurar lo urbano.

Con base en lo anterior, en esta fase se realizó un proceso de abstracción de la realidad y de este modo estructurar la base de datos espacial en capas temáticas. En este sentido, se determinó que para el componente de planificación urbana es indispensable estructurar la información alrededor de los siguientes conceptos: usos del suelo, redes de servicios públicos domiciliarios (energía, acueducto y gas), infraestructura vial, espacio público, zonas de amenaza de riesgo y clasificación del suelo municipal.

Por consiguiente, se concluyó que la digitalización de la cartografía temática del EOT se realizaría dentro del sistema de referencia MAGNA-SIRGAS con proyección cartográfica en origen nacional (según lo establecido en la Resolución No. 370 de 2021 del IGAC), además, que la base de datos presentaría una estructura conforme a los grupos de información para cada temática identificada, así:

Tabla 1

Grupos de información para capas temáticas

| Grupo | Objeto | Geometría | Fuente |
|----------------------------|---|------------------|-----------------------|
| Administrativo | Lim_m: límite del municipio de Urumita | Polígono | EOT - IGAC |
| | Cla_s: clasificación del suelo municipal | Polígono | EOT |
| Urbano | Terreno: límite predial catastral | Polígono | IGAC |
| | Uso_s: uso actual del suelo | Polígono | EOT - Visita de campo |
| | Esp_p: equipamientos de uso público destinados a la recreación y esparcimiento | Polígono | EOT - Visita de campo |
| | Spd: cobertura servicios públicos domiciliarios de agua, energía y gas | Polígono | EOT - Visita de campo |
| Vías y transporte | Via: red vial urbana | Línea | EOT - Visita de campo |
| Superficies de agua | Drenaje_sencillo: ríos con influencia en el suelo urbano de Urumita | Línea | IGAC |
| Riesgos y amenazas | Ame_inu: riesgo por inundación | Polígono | EOT - Visita de campo |

Una vez identificados los objetos y/o entidades, se proceder a realizar la descripción de los atributos de cada uno, así:

Tabla 2

Descripción de atributos de la base de datos

| Objeto | Atributos |
|---|---|
| Lim_m: límite del municipio de Urumita | Código municipio, Nombre departamento, Nombre municipio, Perímetro (<i>km</i>), Área (<i>km²</i>) |
| Cla_s: clasificación del suelo municipal | Código municipio, Nombre municipio, Clase suelo, Perímetro (<i>m</i>), Área (<i>m²</i>) |
| Terreno: límite predial catastral | Código departamento, Código municipio, Código catastral, Código manzana, Perímetro, Área |
| Uso_s: uso actual del suelo | Código catastral, Uso actual, Perímetro (<i>m</i>), Área (<i>m²</i>) |
| Esp_p: equipamientos de uso público destinados a la recreación y esparcimiento | Código catastral, Nombre equipamiento, Tipo equipamiento, Uso actual, Perímetro (<i>m</i>), Área (<i>m²</i>) |
| Spd: cobertura servicios públicos domiciliarios de agua, energía y gas | Cobertura spd, Perímetro (<i>m</i>), Área (<i>m²</i>) |
| Vía: red vial urbana | Código municipio, ID vía, Tipo vía, Longitud (<i>m</i>) |
| Drenaje_sencillo: ríos con influencia en el suelo urbano | Nombre, Tipo drenaje, Longitud (<i>m</i>) |

de Urumita

| Ame_inu: riesgo por | Tipo amenaza, Perímetro (<i>m</i>), Área (<i>m</i> ²) |
|----------------------------|--|
| inundación | |

Descripción del modelo de datos

Para la entidad denominada **Lim_m** (límite oficial del municipio de Urumita), se tienen los siguientes atributos:

- Código municipio: identificador único para la entidad territorial conforme a lo establecido por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
- Nombre departamento: jurisdicción departamental en la que se ubica geográficamente el municipio.
- Nombre municipio: nombre oficial del municipio.
- Perímetro: longitud medida en kilómetros lineales.
- Área: unidad medida en kilómetros cuadrados.

Con respecto a la entidad denominada **Cla_s** (clasificación del suelo municipal establecida en el Esquema de Ordenamiento Territorial – EOT el cual fue adoptado mediante Acuerdo No. 05 del 2000 y modificado excepcionalmente por el Acuerdo No. 016 de 2014 y el Acuerdo No. 016 de 2017), se tienen los siguientes atributos:

- Código municipio: identificador único para la entidad territorial conforme a lo establecido por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
- Nombre municipio: nombre oficial del municipio.
- Clase suelo: urbano y expansión urbana.
- Perímetro: longitud medida en metros lineales.
- Área: unidad medida en metros cuadrados.

Para la entidad denominada **Terreno** (limite predial catastral), se tienen los siguientes atributos:

- Código departamento: identificador único para la entidad territorial conforme a lo establecido por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
- Código municipio: identificador único para la entidad territorial conforme a lo establecido por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
- Código catastral: número predial nacional - NPN.
- Código manzana: identificador de número de manzana.
- Perímetro: longitud medida en metros lineales.
- Área: unidad medida en metros cuadrados.

Para la entidad denominada **Uso_s** (uso actual del suelo), se tienen los siguientes atributos:

- Código catastral: número predial nacional - NPN.
- Uso actual: uso y/o actividad económica actual desarrollada en el inmueble validada conforme a la visita de campo.
- Perímetro: longitud medida en metros lineales.
- Área: unidad medida en metros cuadrados.

Para la entidad denominada **Esp_p** (equipamientos de uso público destinados a la recreación y esparcimiento), se tienen los siguientes atributos:

- Código catastral: número predial nacional - NPN.
- Nombre equipamiento: denominación del espacio según fuentes tomadas en campo.
- Tipo equipamiento: parque, plaza o zona verde.

- Uso actual: uso y/o actividad económica actual desarrollada en el inmueble validada conforme a la visita de campo.
- Perímetro: longitud medida en metros lineales.
- Área: unidad medida en metros cuadrados.

Para la entidad denominada **Spd** (cobertura de servicios públicos domiciliarios de acueducto, energía y gas), se tienen los siguientes atributos:

- Cobertura spd: uso y/o actividad económica actual desarrollada en el inmueble validada conforme a la visita de campo.
- Perímetro: longitud medida en metros lineales.
- Área: unidad medida en metros cuadrados.

Para la entidad denominada **Vía** (red vial urbana), se tienen los siguientes atributos:

- Código municipio: identificador único para la entidad territorial conforme a lo establecido por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
- ID vía: nombre ordinal de la vía.
- Tipo vía: clasificación de vías según ancho conforme a lo descrito en el Artículo 72 del EOT de Urumita.
- Longitud: medida en metros lineales.

Para la entidad denominada **Drenaje_sencillo** (ríos con influencia en el suelo urbano de Urumita), se tienen los siguientes atributos:

- Nombre: alias geográfico del cuerpo de agua
- Tipo drenaje: permanente o intermitente.
- Longitud: medida en metros lineales.

Para la entidad denominada **Ame_inu** (riesgo por inundación en suelo urbano de Urumita), se tienen los siguientes atributos:

- Tipo amenaza: inundación
- Longitud: medida en metros lineales.
- Área: unidad medida en metros cuadrados.

El modelo de datos se presenta en el **Anexo A. Modelo de datos de la GDB**

Fase 3. Diseño Físico

En esta fase se realizó la digitalización de la cartografía temática disponible en el EOT en formato PDF a **escala 1:5.000**, además, para que la digitalización de la información fuera más precisa en diciembre de 2024 se hizo visita de campo al municipio de Urumita – La Guajira para tomar puntos de control y verificación que sirvieran como soporte para que la información geográfica en la base de datos estuviera completamente actualizada. En este sentido, los puntos de control para productos cartográficos fueron tomados con el instrumento GARMIN GPSMAP 64S, cuya descripción general es la siguiente:

- Receptor GPS Quadrifilar Helix que rastrea los satélites GPS y GLONASS de forma simultánea
- La unidad GPSMAP 64s incluye un altímetro barométrico para determinar perfiles de altura y altitud, así como una brújula electrónica de tres ejes con inclinación compensada.
- El margen de error típico del GPS Garmin puede variar dependiendo de varios factores, pero generalmente se considera que tiene una precisión de ubicación de aproximadamente 5 metros.

Ilustración 3

Características físicas y rendimiento GARMIN GPSMAP 64S

| Características físicas y de rendimiento | |
|--|---|
| DIMENSIONES DE LA UNIDAD (ANCHO/ALTO/PROFUNDIDAD) | 6,1 x 16,0 x 3,6 cm |
| PESO | 260,1 g con pilas |
| CLASIFICACIÓN DE RESISTENCIA AL AGUA | IPX7 |
| TIPO DE PANTALLA | TFT transreflectiva de 65.000 colores |
| TAMAÑO DE LA PANTALLA (ANCHO/ALTO) | 3,6 x 5,5 cm; 6,6 cm de diagonal |
| RESOLUCIÓN DE PANTALLA (ANCHO/ALTO) | 160 x 240 píxeles |
| BATERÍA | 2 pilas AA (no incluidas); se recomienda NiMH o litio |
| AUTONOMÍA DE LA PILA/BATERÍA | 16 horas |
| MEMORIA/HISTORIAL | 4 GB |
| INTERFAZ | high speed mini USB and NMEA 0183 compatible |

A continuación, se muestra registro fotográfico de la aplicación y uso del instrumento de medición en la vista de campo:

Imagen 1

Punto de control límite urbano

**Imagen 2**

Punto de control usos del suelo

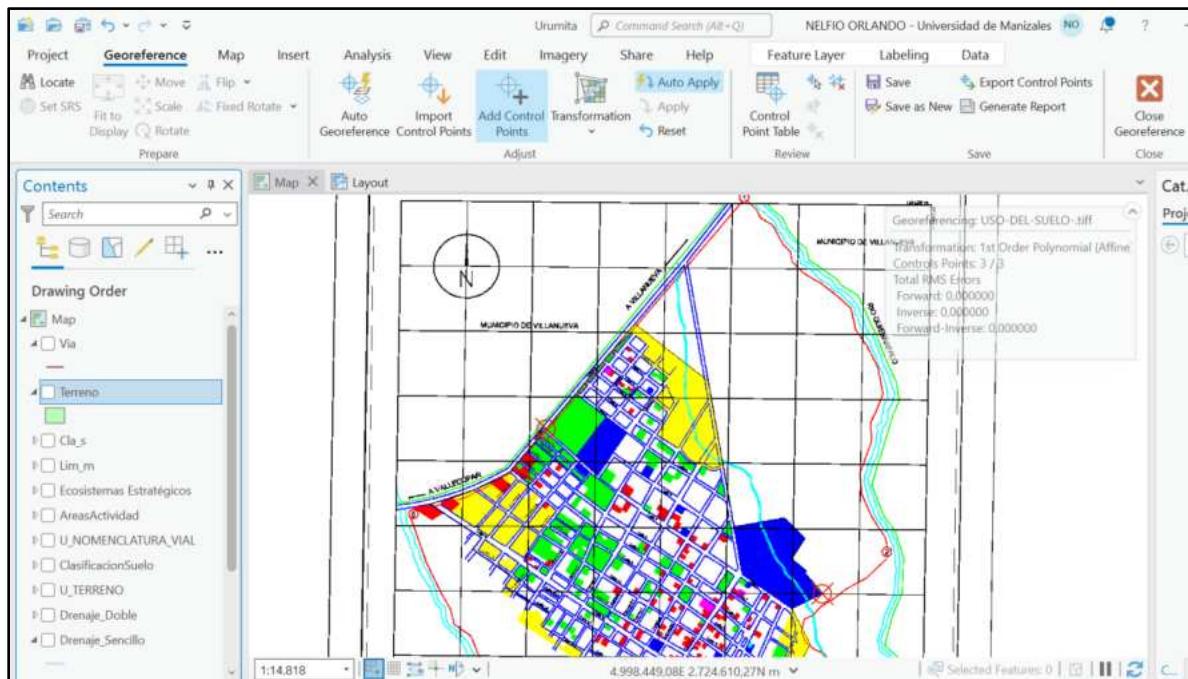


En cuanto al proceso de digitalización, partiendo de que la cartografía temática establecida en el EOT está en formato análogo, haciendo uso del software ArcGIS Pro con licencia proporcionado por la Universidad de Manizales (Aclarando que se puede hacer uso de cualquier Software SIG de acceso libre o licenciado), realizando la respectiva georreferenciación de los mapas temáticos de Clasificación del suelo, usos del suelo, cobertura de servicios públicos domiciliarios, amenazas y riesgos, vías y transporte, como el ejemplo que se muestra a continuación:

Ilustración 4

Georreferenciación mapa Usos del Suelo de Urumita

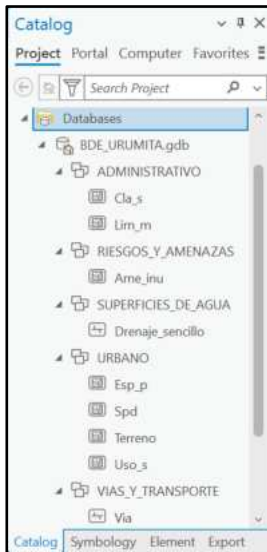
Elaboración propia



Posteriormente, desde la opción “Catalog” de ArcGIS Pro se hace clic en el botón New File Geodatabase para la generación de la base de datos, en la cual se incluyeron cinco (5) datasets que agrupan todas las entidades con atributos descritas en el diseño lógico. La geodatabase denominada BDE_Urumita presenta el sistema de referencia MAGNA-SIRGAS con proyección cartográfica en **origen nacional** (según lo establecido en la Resolución No. 370 de 2021 del IGAC) y su estructura es la siguiente:

Ilustración 5

Estructura BDE_Urumita.gdb

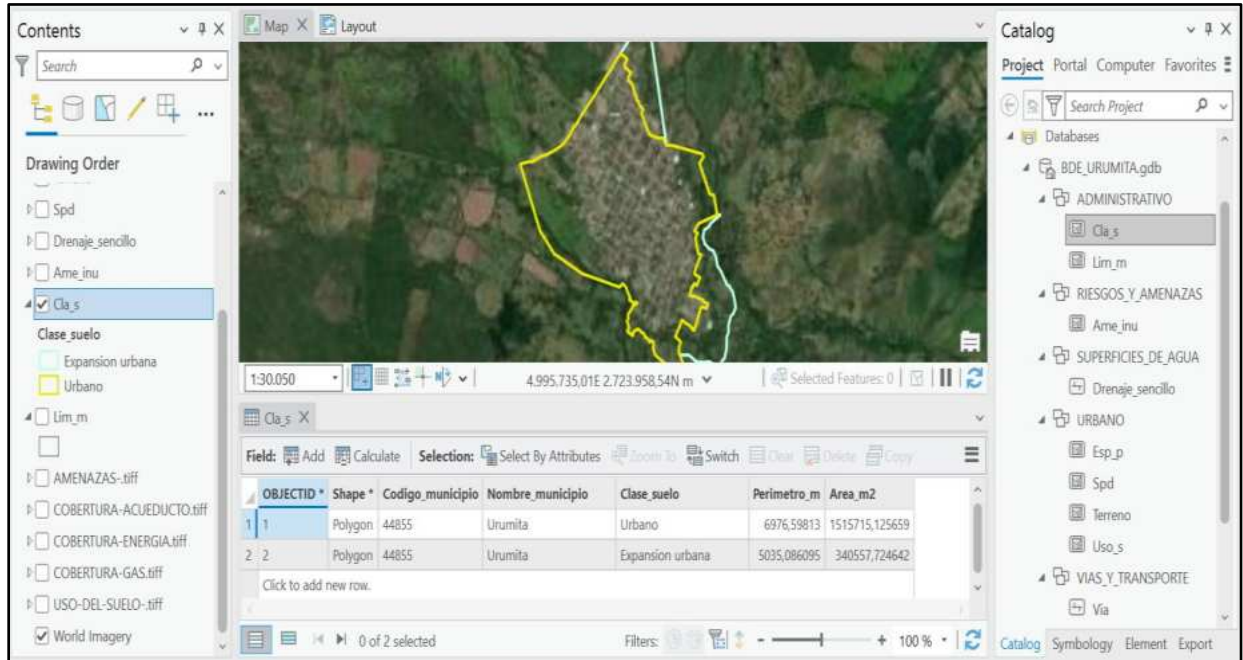


Se realiza edición y alimentación de la información en cada una de las Feature Class, actualizando los datos conforme a la visita de campo realizada al municipio de Urumita, tal como los ejemplos que se muestran a continuación:

- **Cla_s** (clasificación del suelo)

Ilustración 6

Digitalización feature class *Cla_s*



Validación en campo de la digitalización

Imagen 3

Suelo urbano (Alcaldía municipal)



Imagen 4

Suelo Expansión Urbana.

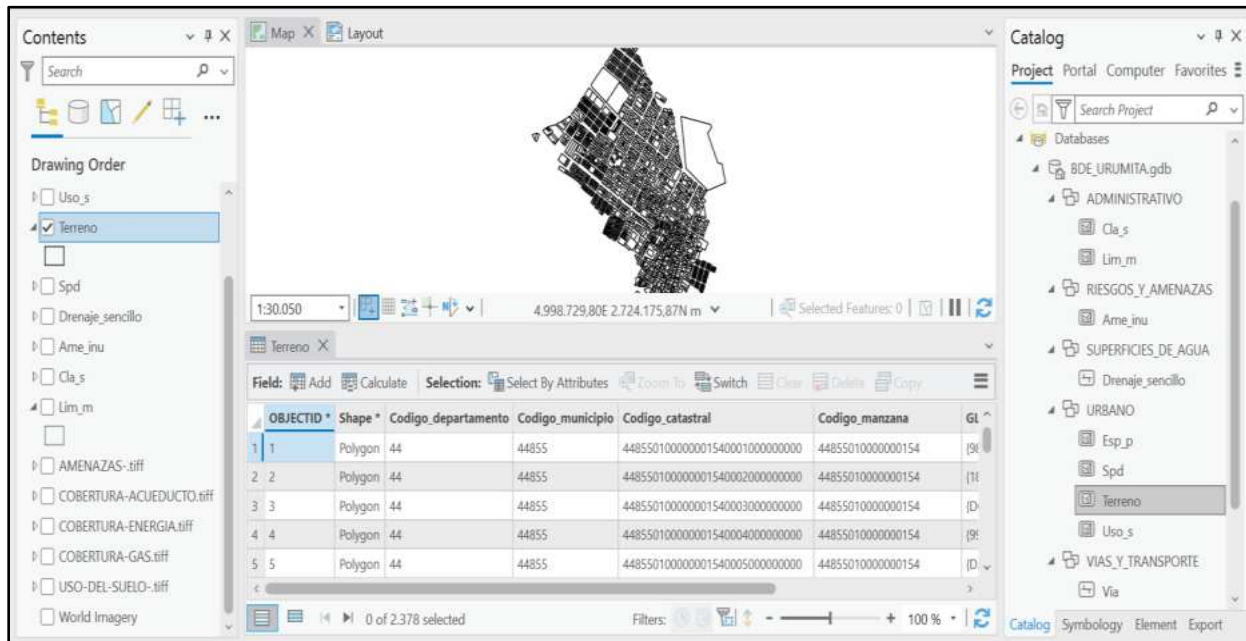


- **Terreno** (límite predial catastral): la información geográfica es tomada del IGAC con fecha de actualización del 30/09/2024. Se indica que, los polígonos catastrales del terreno presentan un desplazamiento promedio de 30 metros lineales con respecto a su ubicación física real; sin embargo, al ser estos datos tomados de una fuente oficial como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en calidad de gestor catastral, no se consideró pertinente hacer el ajuste del desplazamiento de la base predial; sin embargo, en las recomendaciones se indicará la necesidad de que el municipio solicite a la autoridad catastral competente la respectiva actualización y rectificación cartográfica.

Ilustración 7

Digitalización feature class *Terreno*

Elaboración Propia

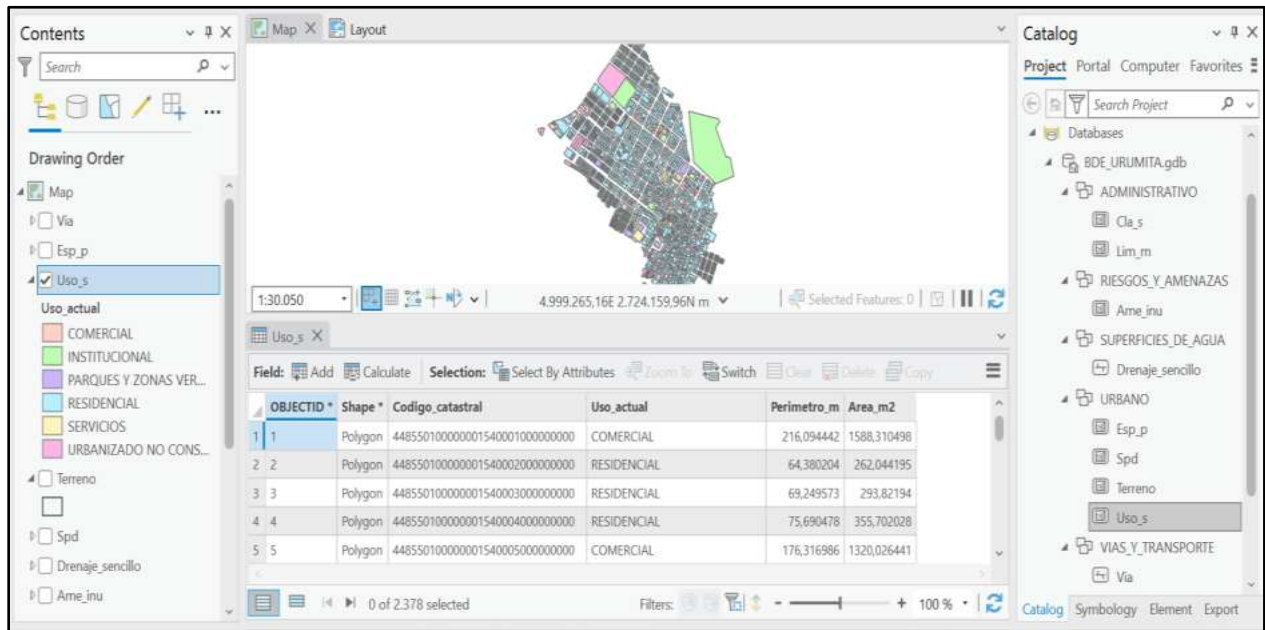


- **Uso_s** (uso actual del suelo)

Ilustración 8

Digitalización feature class *Uso_s*

Elaboración propia



Validación en campo de la digitalización:

Imagen 5

Uso de suelo Residencial



Imagen 7

Uso de suelo Servicios religiosos



Imagen 6
Uso de suelo Comercial



Imagen 8
Uso de suelo Institucional



Imagen 9
Uso del suelo público (Parques y zonas verdes)



Imagen 10
Uso del suelo servicios culturales

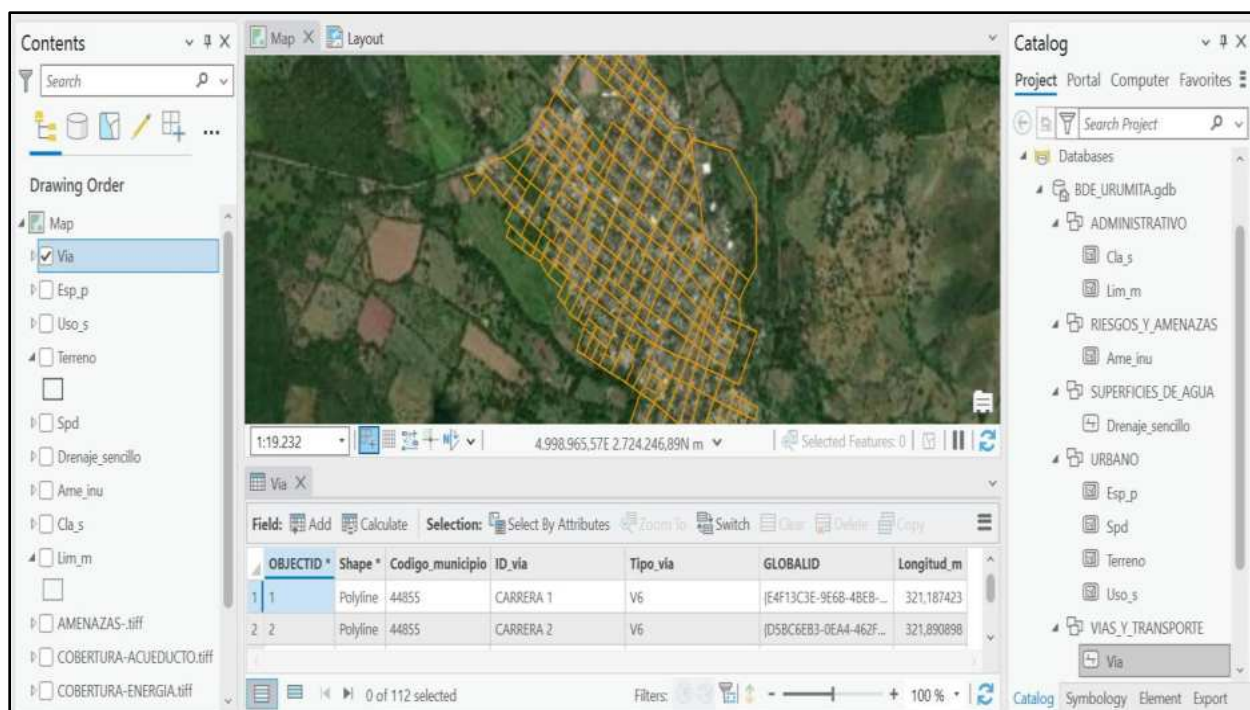


- **Via** (red vial urbana cuya clasificación se hace según ancho conforme a lo descrito en el Artículo 72 del EOT de Urumita)

Ilustración 9

Digitalización feature class **Via**

Elaboración propia



Validación en campo de la digitalización:

Imagen 11

Vía V-2A (Vía nacional)

**Imagen 12**

Vía V-2B (Calle 12)

**Imagen 13**

Vía V-5 (Calle 13)

**Imagen 14**

Vía V-6

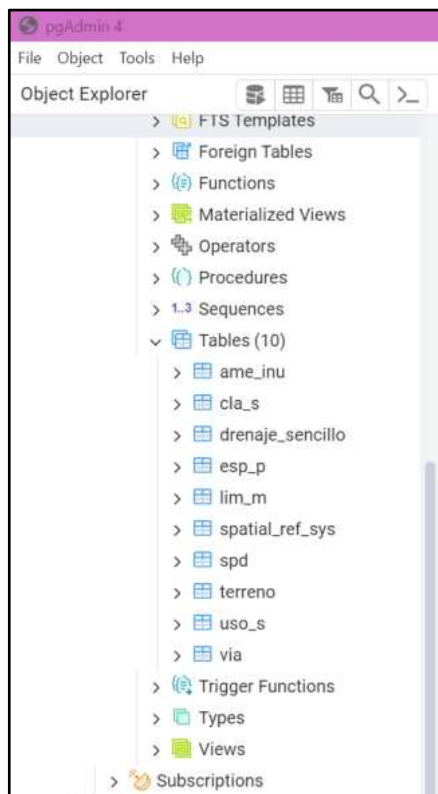
**Fase 4. Comprobación**

En esta etapa, se utilizó del software **PostgreSQL** como el lenguaje de consulta estructurado (SQL -Structure Query Language-) para comprobar la funcionalidad de la GDB a través de la ejecución de consultas para la obtención de resultados requeridos por los usuarios, tales como acceder, administrar, modificar, actualizar, controlar y organizar los datos en la BD.

En este sentido, en la versión **pgAdmin4** se hizo el cargue de las capas establecidas en la GBD, disponiendo de la información espacial tal como se visualiza a continuación:

Ilustración 10

Visualización de capas en pgAdmin 4



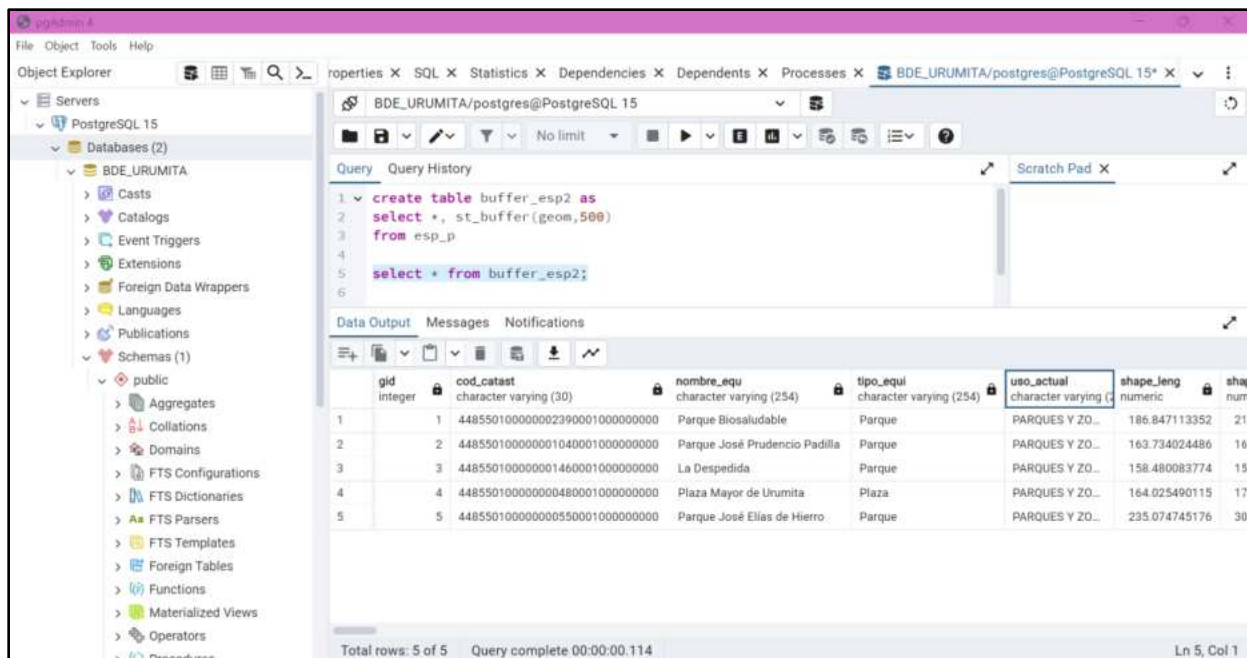
Conforme a la anterior, se hizo la comprobación de las relaciones espaciales (adyacencia, contención y conectividad) entre las entidades de la GBD haciendo uso de las funciones SQL de PostGIS que se describen a continuación:

- **St_buffer:** función que permite generar nuevas geometrías a partir de unas ya existentes, para este caso, se genera un área de influencia a una distancia específica de una geometría dada. Por ejemplo, calcular en una zona de influencia de 500 metros alrededor los

equipamientos que se relacionan en la capa de Esp_p (equipamientos de uso públicos para la recreación y el esparcimiento)

Ilustración 11

Comprobaciones haciendo uso de las funciones SQL de PostGIS *St_Buffer*



The screenshot shows the pgAdmin 4 interface. The SQL editor contains the following query:

```

1 create table buffer_esp2 as
2 select *, st_buffer(geom,500)
3 from esp_p
4
5 select * from buffer_esp2;
6

```

The Data Output pane displays the following table:

| gid | cod_catast | nombre_equ | tipo_equi | uso_actual | shape_leng | sha |
|---------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|-----|
| integer | character varying (30) | character varying (254) | character varying (254) | character varying (254) | numeric | num |
| 1 | 448550100000002390001000000000 | Parque Biosaludable | Parque | PARQUES Y ZO... | 186.847113352 | 21 |
| 2 | 448550100000001040001000000000 | Parque José Prudencio Padilla | Parque | PARQUES Y ZO... | 163.734024486 | 16 |
| 3 | 448550100000001460001000000000 | La Despedida | Parque | PARQUES Y ZO... | 158.480083774 | 15 |
| 4 | 448550100000000480001000000000 | Plaza Mayor de Urumita | Plaza | PARQUES Y ZO... | 164.025490115 | 17 |
| 5 | 448550100000000550001000000000 | Parque José Elias de Hierro | Parque | PARQUES Y ZO... | 235.074745176 | 30 |

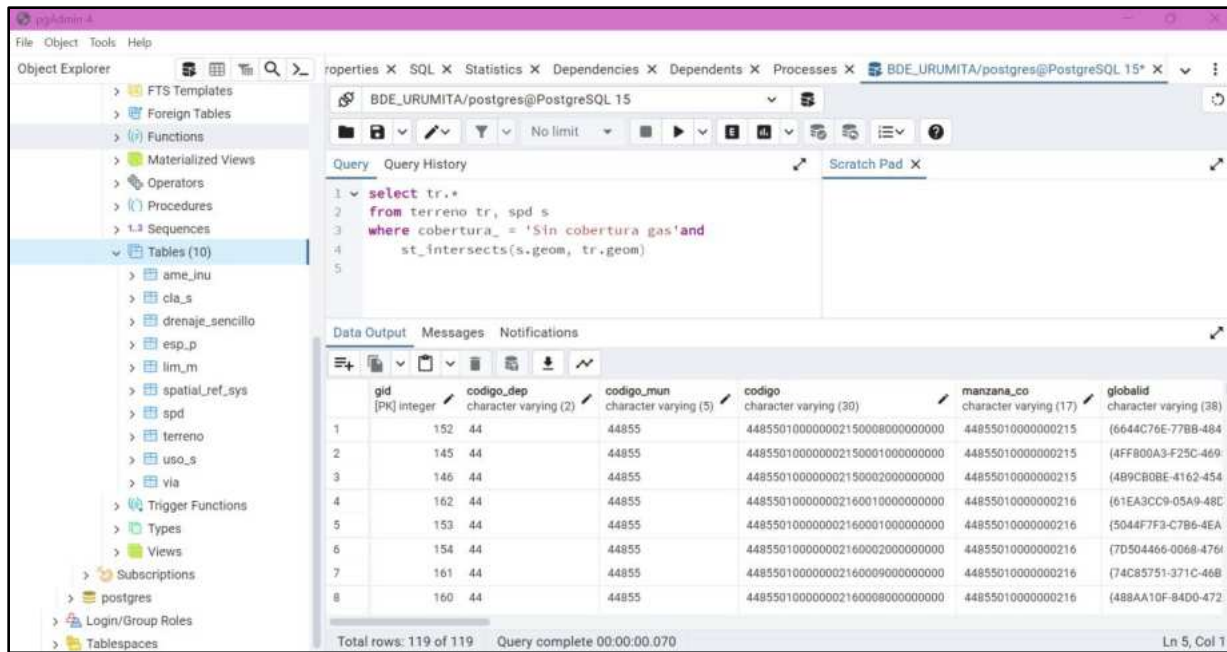
Total rows: 5 of 5 Query complete 00:00:00.114 Ln 5, Col 1

De lo anterior, se indica que la sentencia **CREATE TABLE <nombre de la tabla> AS** permite crear una tabla a partir de una consulta, que en este caso la tabla creada `buffer_esp2` contiene la geometría de la función `st_buffer` de 500 metros alrededor de los equipamientos de uso público identificados.

- **St_intersects:** función que verifica si los interiores de dos geometrías se intersectan. Por ejemplo, determinar el número de terrenos que no disponen de cobertura de gas.

Ilustración 12

Comprobaciones haciendo uso de las funciones SQL de PostGIS St_Intersects



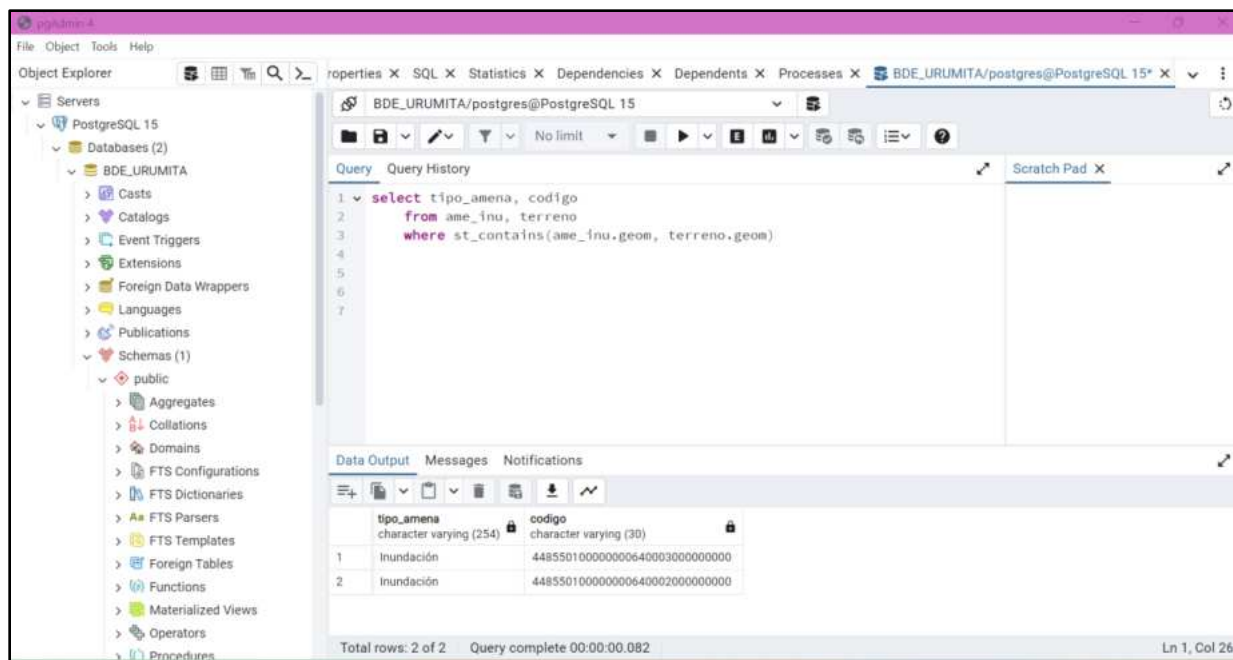
De la consulta espacial se obtiene un total de 119 predios ubicados dentro del perímetro urbano que no tienen cobertura de gas domiciliario, esto haciendo uso de la función st_intersects.

- **St_contains:** función que verifica que una geometría está completamente contenida dentro de la otra. Por ejemplo, calcular el número de terrenos que están totalmente contenidos en el polígono de riesgo por inundación

Ilustración 13

Comprobaciones haciendo uso de las funciones SQL de PostGIS *St_Contains*

Elaboración Propia



Como resultado de la consulta espacial, se obtiene que existen dos terrenos completamente contenidos dentro del polígono con riesgo por inundación. Donde se indica que **WHERE** establece la condición de que los terrenos estén totalmente contenidos dentro del polígono de amenaza y riesgo por inundación (*st_contains*).

Es importante mencionar que adicional a los métodos espaciales que se usaron para la comprobación exitosa de la funcionalidad de la base de datos, también se pueden utilizar funciones como:

- *ST_Boundary*: retorna el límite de una geometría
- *ST_X*: retorna la coordenada X de un punto

- ST_Length: retorna la longitud de una línea
- ST_Touches: valida si las dos geometrías se tocan en sus límites, pero no se intersecan en sus interiores.
- ST_Distance: cuantifica la relación espacial entre dos geometrías de acuerdo con su distancia
- ST_Union: genera una nueva geometría a partir de la unión de dos geometrías existentes.

Fase 5. Implementación y mantenimiento

La implementación de la GDB se pueda dar de manera inmediata para el uso y validación de productos generados por la alcaldía municipal de Urumita, tales como: certificados de uso del suelo, licencias de subdivisión, licencia de construcción, certificados de estratificación, entre otros. Además, partiendo del hecho de que la vigencia de largo plazo del EOT del municipio ya está vencida, la GDB es un instrumento eficiente y de gran importancia para ser tenido en cuenta en el proceso de Revisión y ajuste del Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio conforme lo establece la Ley 388 de 1997.

La GDB se puede descargar del siguiente vínculo: [BDE_URUMITA.gdb](#)

El mantenimiento y/o actualizaciones de la GDB estará a cargo de la Secretaría de Planeación Municipal de Urumita – La Guajira, quienes deberán capacitar a sus profesionales en el manejo de herramientas SIG y de este modo garantizar la calidad, estructura y consistencia de la información geográfica para el desarrollo de análisis de procesos en planificación urbana.

Resultados

Descripción de Resultados

Resultados del Análisis de aplicabilidad de los Sistemas de Información Geográfica en la planificación Urbanística en Colombia, Destacando sus Ventajas, Limitaciones y Adaptaciones necesarias en Contextos Locales.

A partir del análisis, se realizó la matriz DOFA como herramienta para ayudar a identificar los factores claves que facilitan o dificultan el uso de los SIG y sus adaptaciones en contextos locales, lo cual permite tomar decisiones informadas para mejorar la gestión urbana y optimizar el uso de estas tecnologías en la planificación del territorio

Asimismo, surgieron las diferentes tablas y gráficos, que representan los resultados generados del análisis para destacar las ventajas, limitaciones y adaptaciones necesarias que ha tenido y aún tiene la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica SIG en la planificación urbanística en los diferentes contextos locales de los Municipios de Colombia.

Tabla 3

Estrategias de análisis DOFA

| | |
|--|---|
| Fortalezas y Oportunidades (FO) | Aprovechar las tecnologías emergentes y el apoyo institucional para expandir la implementación de SIG, especialmente en Municipios con EOT, mediante la capacitación y la integración de sistemas accesibles. |
| Fortalezas y Amenazas (FA) | Utilizar la capacidad de los SIG para identificar riesgos y planificar medidas preventivas, enfrentando la resistencia al cambio con programas continuos de capacitación. |
| Debilidades y | Buscar alianzas internacionales y el uso de software de código abierto para |

| | |
|------------------------------------|--|
| Oportunidades (DO) | reducir costos y vencer la falta de infraestructura tecnológica, mientras a nivel nacional se trabaja en la estandarización de la recolección de los datos. |
| Debilidades y Amenazas (DA) | Abordar las debilidades estructurales, como la inconsistencia y fragmentación en la recolección de datos, mediante políticas de integración y establecimiento de protocolos claros para la gestión de datos y la actualización constante de los SIG. |

Con la información obtenida de la matriz DOFA, para realizar una respectiva visualización de los impactos y el panorama de estos, se organizaron los datos para hacer los gráficos de barras y radar, asignando un valor numérico a cada categoría del 1 a 5, donde 5 representa un factor muy fuerte y 1 un factor débil.

Gráfico 1

Impactos de las categorías matriz DOFA

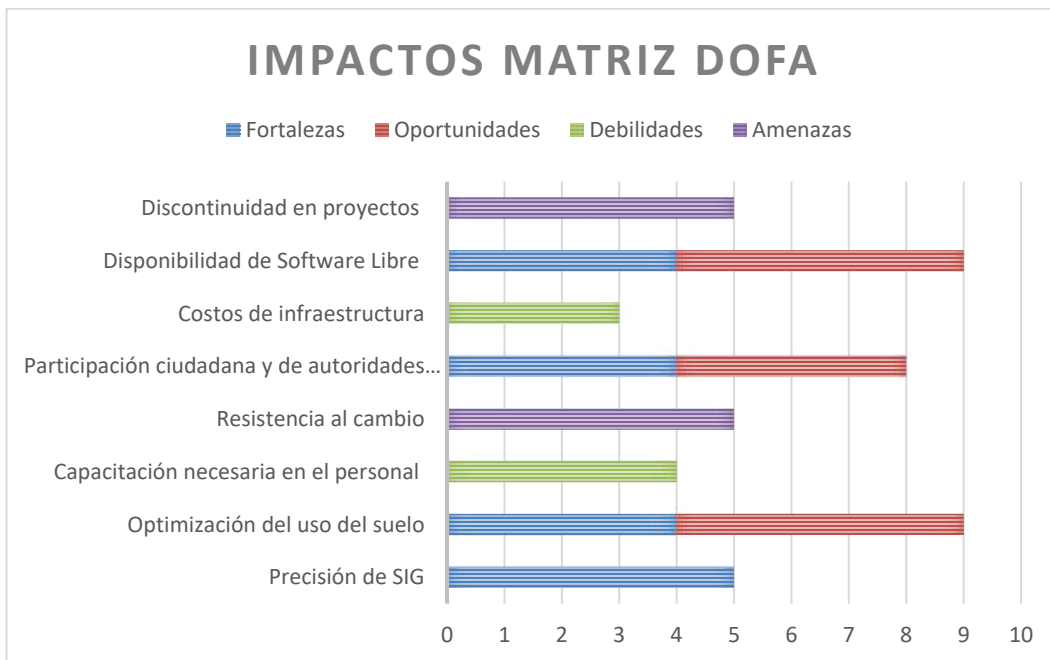


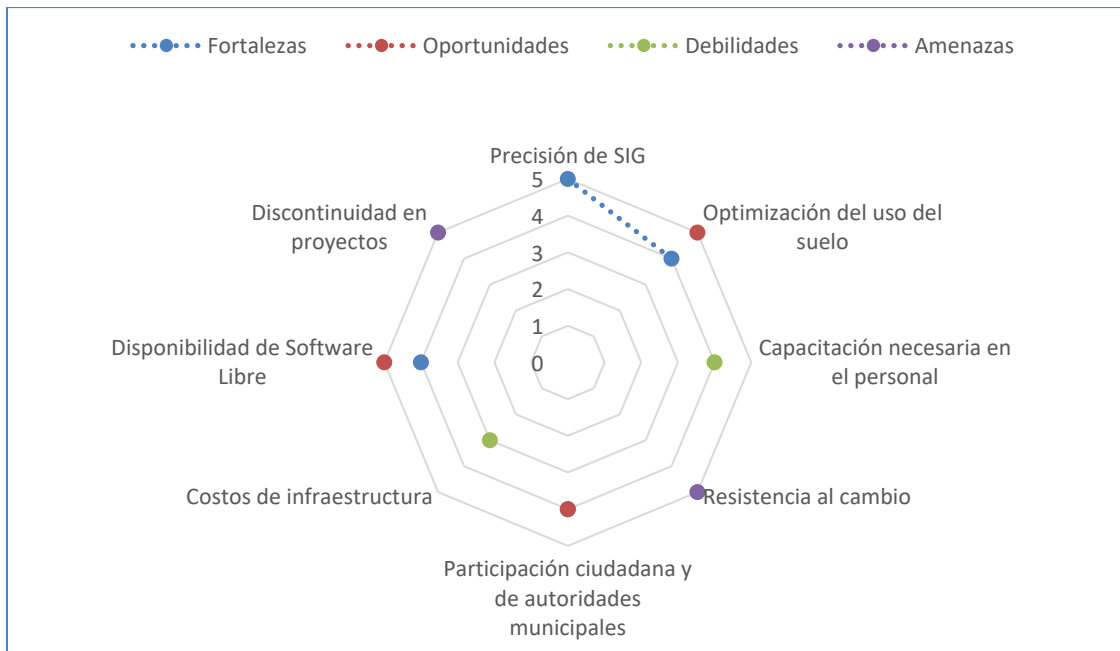
Tabla 4

Impactos de las categorías matriz DOFA

| | |
|-----------------------------------|--|
| Fortalezas y Oportunidades | Tienen más factores, lo que sugiere un panorama positivo para la implementación de SIG en la planificación urbanística. |
| Debilidades y Amenazas | Son menores, pero es importante abordarlas para evitar limitaciones o fallos en el proceso de planificación urbanística. |

Gráfico 2

Gráfico radar análisis DOFA



El gráfico radar muestra un panorama mixto, pero a la vez optimista para la implementación de los Sistemas de Información Geográfica SIG en la planificación urbanística en los municipios.

Se puede observar que las fortalezas y oportunidades se destacan especialmente en áreas claves como la precisión de los SIG, la optimización del uso del suelo y la disponibilidad del Software libre. Estos ambientes crean un ambiente favorable para la integración y aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en la planificación del territorio.

Sin embargo, hay debilidades importantes que deben abordarse, como la capacitación del personal y los costos de infraestructura, los cuales pueden limitar el uso efectivo de los SIG, siendo fundamental invertir en la formación técnica del personal y buscar alternativas económicas para la implementación de la infraestructura necesaria.

Para finalizar, entre las amenazas más grandes identificadas se encontró la resistencia al cambio y la discontinuidad de los proyectos, subrayando la importancia de la gestión del cambio en las entidades que garanticen que los proyectos sean sostenibles en el tiempo y con esto la participación de los actores involucrados para la toma de decisiones en cuanto a la planificación urbanística en el país.

Resultado Revisión de la Literatura y Estudio de Casos Sobre la Implementación de SIG en la Planificación Urbana en Colombia en los Últimos Quince Años

La revisión de la literatura fue resultado de la búsqueda de (3) bases de datos (Scielo, Dialnet, Redalyc) y el navegador Google académico, la cual se amplió a las referencias bibliográficas de los documentos seleccionados. Se incluyeron términos de Sistemas de Información Geográfica, Planificación urbana y del territorio, Base de Datos y Esquema de Ordenamiento Territorial.

Como criterios de inclusión se usó el idioma (inglés y español), estudios publicados en entre los periodos 2010 de 2024. Como criterios de exclusión se definió artículos duplicados y que no integran las variables mencionadas anteriormente, y que no fueran de Colombia.

La estrategia de búsqueda inició en el mes de octubre de 2024. De los artículos ubicados, 6 de ellos cumplieron con los criterios de inclusión. (ver tabla 4)

Tabla 4

Matriz de Búsqueda Base de Datos

| Fecha de Consulta | Descriptor | Textos Disponible (Últimos 15 años) | Libros Disponible (Últimos 15 años) | Abstract | Full Text | Base de Datos | Idioma | Periodo |
|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------|-----------|---------------|---------|-----------|
| 28/10/2024 | Sistemas de información geográfica AND planificación del territorio | 12 | 0 | 12 | 5 | Scielo | Español | 2010-2024 |
| 5/11/2024 | Sistemas de Información Geográfica AND Planificació | 378 | 13 | 150 Apróx | 42 | Dialnet | Español | 2010-2024 |

| | n urbana OR eot | | | | | | | |
|-------------------|---|-------|----|-----------------|------|--|--------------------|---------------|
| 12/11/2024 | SIG AND planificació n territorial OR Base de Datos | 23375 | 0 | 15.300 Apróx | 1525 | Redalyc | Español -inglés | 2010- 2024 |
| 22/11/2024 | SIG AND planificació n territorial OR Base de Datos | 16500 | 11 | 9.357 Apróx | 980 | Navegad or Google académic o | Español | 2010- 2024 |

Posteriormente del análisis realizado de los 6 casos, como resultado se percibe que la evolución de la implementación y/o aplicación de los SIG en la planificación urbanística de los Municipios de Colombia, ha ido creciendo en los últimos años. Lo cual ha sido de gran ayuda para que las entidades tomen decisiones con información actualizada y veraz.

Base de Datos Estructurada y Cargue de Información para la Administración y Actualización de los Datos Cartográficos de un Municipio Tipo con Esquema de Ordenamiento Territorial

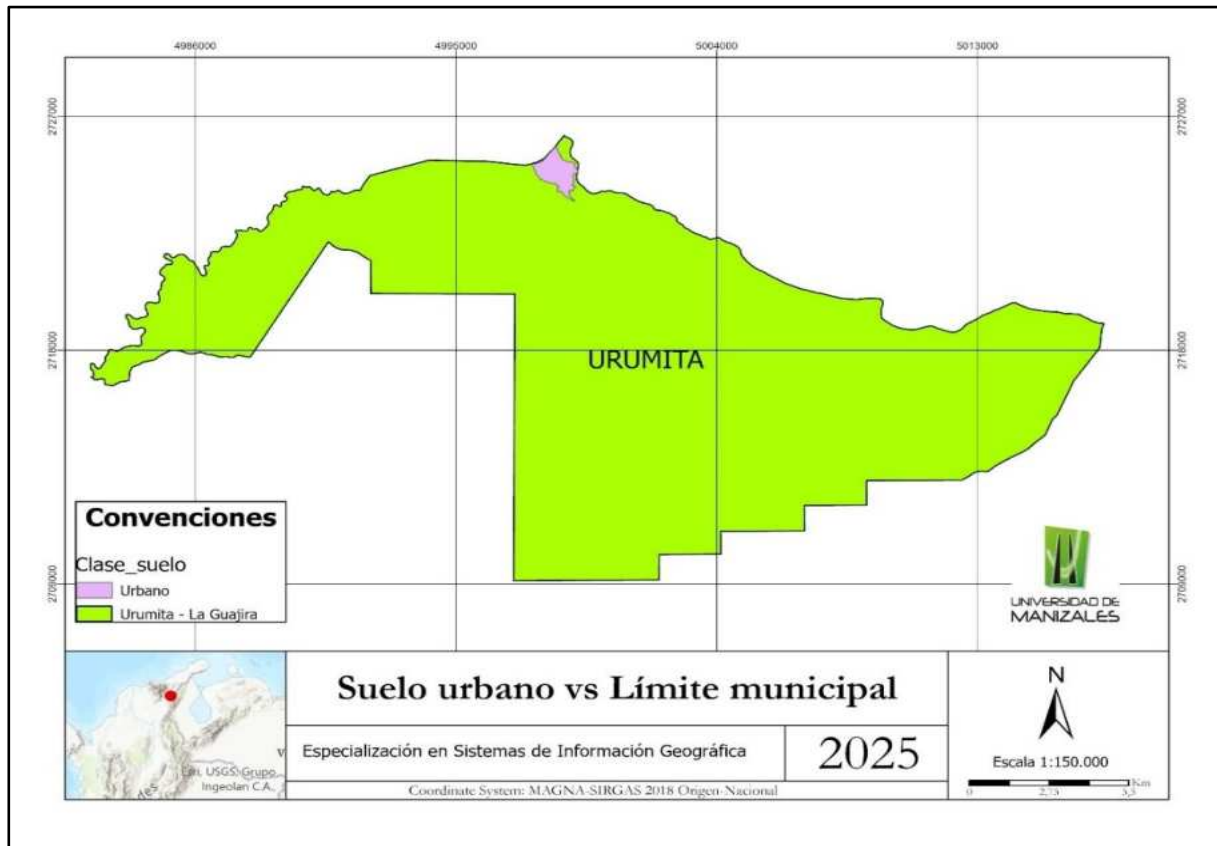
Una vez estructurada y validada la GDB, se realizó un análisis geoespacial enfocado en la planificación urbanística para el municipio de Urumita – La Guajira:

- **Suelo urbano vs límite municipal:** conforme a las áreas digitalizadas y calculadas en la GDB, se determina que el suelo urbano representa aproximadamente el 0,6% del total del área de la jurisdicción del municipio, aclarando que el suelo urbano solo se ubica en la cabecera municipal ya que no existen centros poblados constituidos. En este sentido, la planificación urbanística de Urumita debe ser estratégica y estar relacionada con la misión y visión del territorio, ya que es indispensable establecer instrumentos y

herramientas para la planificación en pro de desarrollar modelos articulados con un enfoque urbano-rural para el crecimiento y beneficio de las comunidades.

Ilustración 14

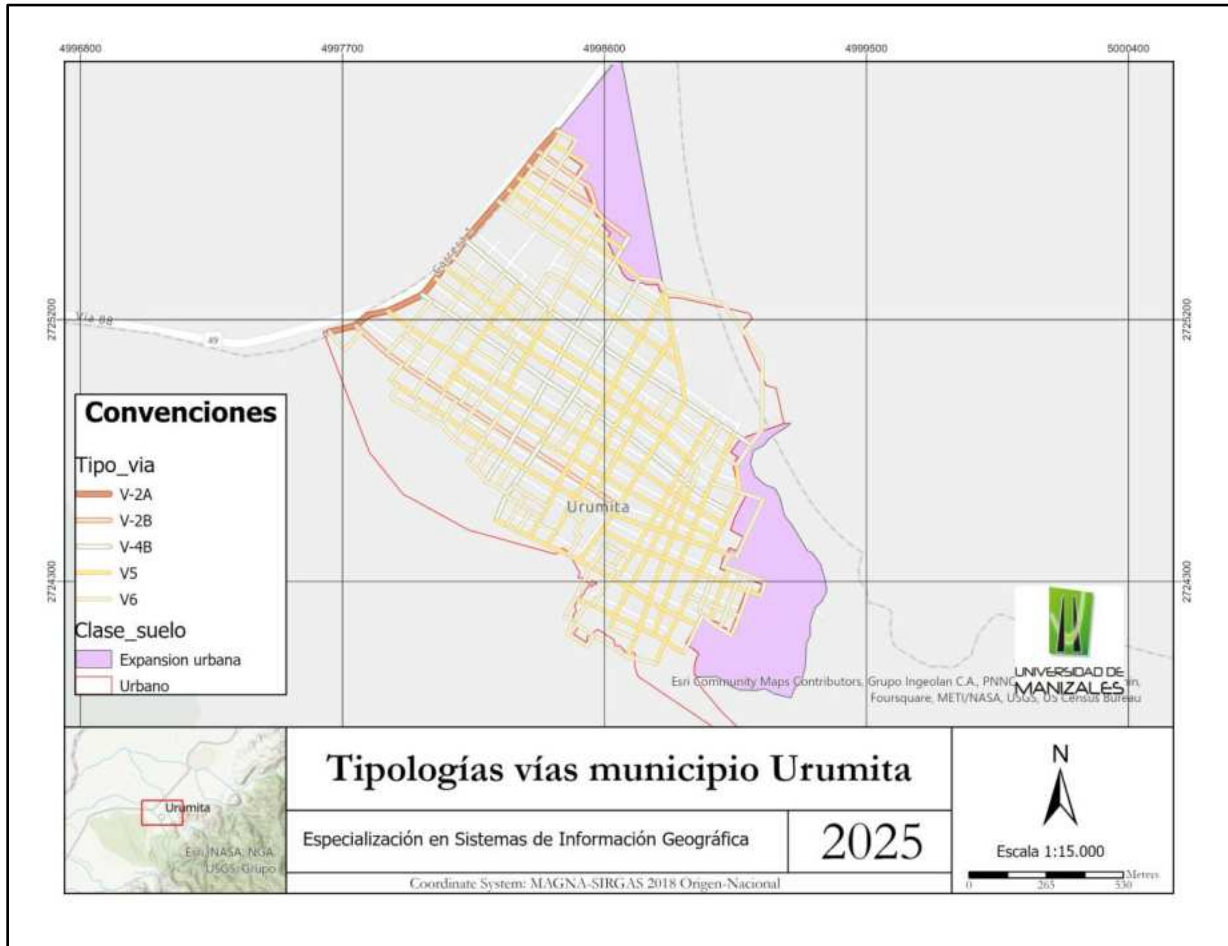
Suelo Urbano VS Límite Municipal



Vías y accesibilidad del municipio de Urumita: el perímetro urbano de Urumita colinda por el noroccidente con la vía nacional que de Valledupar conduce a Villanueva (Ruta 49), situación que facilita la movilidad regional y la conexión con los municipios de los departamentos de La Guajira y el Cesar. La red vial urbana tiene una extensión aproximada de 35.991 metros lineales, que fue clasificada conforme al Artículo 72 del Esquema de Ordenamiento territorial, tal como se muestra a continuación:

Ilustración 15

Tipología Vías Municipio de Urumita



Conforme a lo anterior, se evidenció que las vías cuya tipología es V5 y V6 representan aproximadamente el 80% del total de la red vial con un total de 28.671 metros lineales; sin embargo, en la visita de campo se evidenció que estas vías no poseen diseños amigables y/o adaptados para el uso de peatones, puesto que la existencia de aceras es mínima y los cruces no están demarcados provocando que el tránsito peatonal sea muy riesgoso.

Imagen 15

Vía V-5 Sin acera para tránsito peatonal

**Imagen 16**

Vía V-6 Sin acera para tránsito peatonal



- **Zonas de riesgo y desastres:** en la planificación urbanística de Urumita se debe tener en cuenta como amenaza natural relevante la zona inundable del Río Mocho, la cual fue calculada a partir de la generación de un buffer de 30 metros sobre el eje del drenaje. En sentido, se identificó que existen polígonos prediales (actualmente sin construcciones) contenidos parcial y totalmente dentro de esta zona de inundación.
- **Uso actual del suelo:** en el Artículo 61 del EOT adoptado mediante el Acuerdo No. 005 de 2000, se establece que el crecimiento y desarrollo urbano en el municipio de Urumita, estará condicionado a la adecuada oferta de infraestructura física y equipamientos. En este sentido, se identificó la siguiente distribución usos conforme a la digitalización del *Mapa uso del suelo urbano* (cartografía en PDF del EOT) y la actualización y validación de la visita de campo realizada en diciembre de 2024, así:

Ilustración 16

Amenaza por inundación

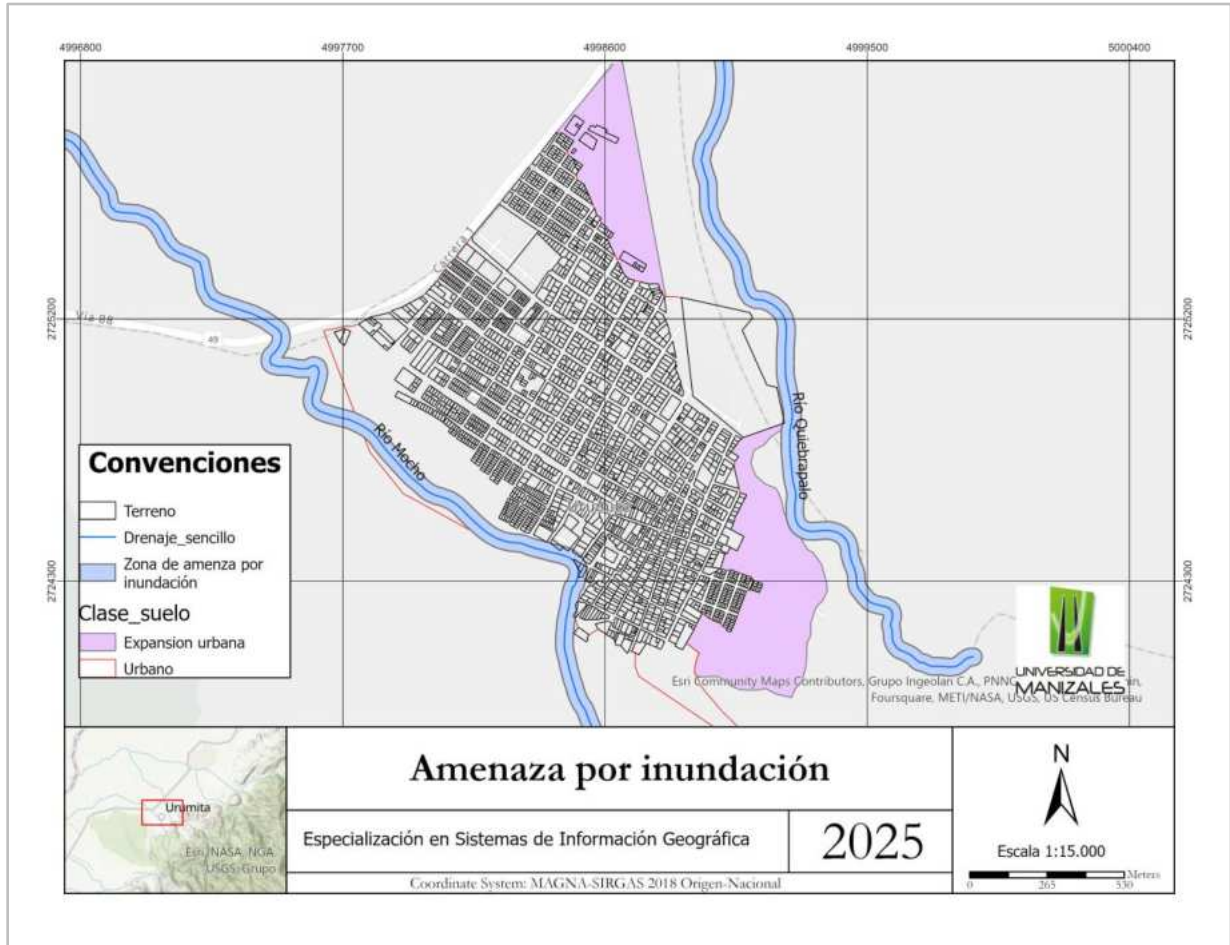


Gráfico 3

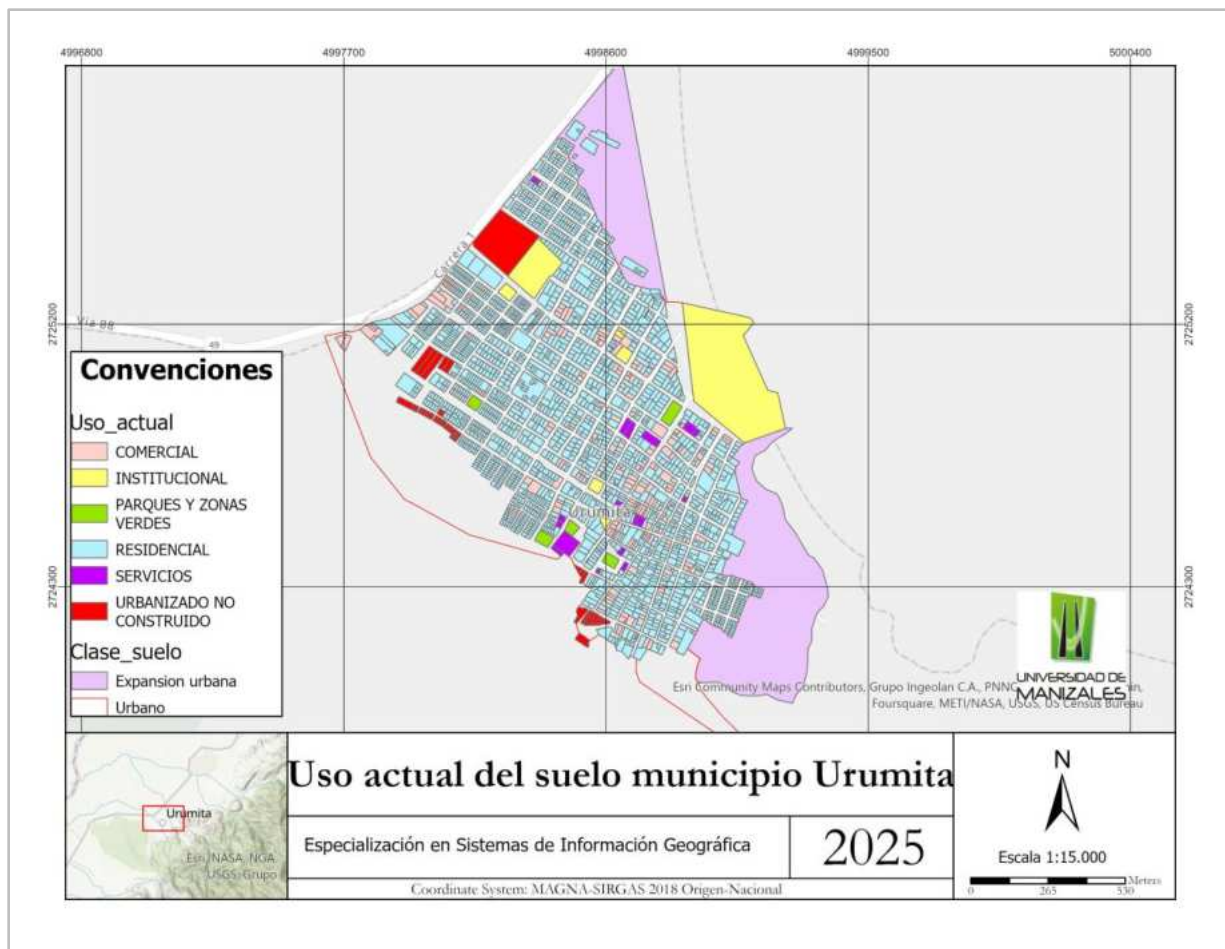
Estadísticas uso del suelo



De lo anterior, se evidencia un alto déficit de servicios básicos sociales: educativos, salud, culturales y recreativos, situación que obliga a las habitantes a realizar desplazamientos hacia otros municipios cercanos como San Juan del Cesar – La Guajira ubicado aproximadamente a 32 km vía terrestre o hacia Valledupar – Cesar ubicado aproximadamente a 43 km vía terrestre.

Ilustración 17

Uso actual del suelo



- **Determinación del acceso a espacios verdes y de recreación:** el municipio cuenta con muy pocas áreas destinadas a la recreación, esparcimiento y zonas verdes, las cuales representan solo el 0,2103% del uso y ocupación actual del suelo urbano. Además, se evidencia que estos espacios se concentran en la zona suroccidental de la cabecera municipal, también conocida por los habitantes del municipio como el “centro histórico y comercial”, por lo que los habitantes del sector norte de la cabecera municipal no tienen fácil acceso a estos espacios, aunado al hecho de que las vías no son seguras para los peatones y para poder hacer uso de estos espacios tendrían que movilizarse en vehículo motorizado.

Ilustración 18

Equipamientos de recreación y deporte



Visor Interactivo Para la Visualización de la Información

El desarrollo del Geovisor interactivo, demuestra ser una herramienta valiosa para tener la información de estudios o proyección del municipio de Urumita. Su uso suministra una mayor comprensión de la realidad geográfica y socioeconómica, facilitando la identificación de espacios prioritarios y el análisis comparativo de escenarios de transformación.

Con el Geovisor de mapas, se visualizan las capas. Se presenta la representación cartográfica ágil y las actualizaciones en tiempo real del mapa a medida que trabaja.

El visor de mapas tiene un diseño intuitivo que le permite ver y administrar contenido en un área específica.

Para la visualización de las capas en el Geovisor, acceder al recurso en el siguiente vínculo:

<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=bf27afb7bcb24738bb7981ac36b921b8&extent=-73.0395,10.5407,-72.9761,10.5745>

Conclusiones

Los SIG representan una herramienta clave para la planificación urbanística en Colombia, particularmente en municipios pequeños y zonas rurales. Su implementación puede mejorar significativamente la gestión del territorio y la toma de decisiones. No obstante, su éxito dependerá de la capacidad para superar las barreras tecnológicas, sociales y organizacionales, y de adoptar una visión estratégica que permita un proceso gradual de adaptación y aprendizaje. La implementación de un análisis DOFA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) ayudará a los actores locales a comprender mejor los impactos y el contexto de los SIG en la planificación urbanística, permitiendo desarrollar estrategias que maximicen las oportunidades de las herramientas geoinformáticas y minimicen sus riesgos y debilidades.

Por esto, fue necesario aplicar los SIG en un estudio de caso donde se tuviera que digitalizar y actualizar la información de un Municipio que no contara con esta tecnología. Por consiguiente, estructurando la GDB del Municipio de Urumita, La Guajira; se demuestra que es posible a partir de los SIG corregir imprecisiones cartográficas relacionadas con áreas urbanas, uso actual del suelo, vías, zonas de riesgo y cobertura de servicios públicos domiciliarios que facilitan la acción y planificación urbanística a través de políticas públicas que garanticen la seguridad las personas y fomenten el crecimiento y desarrollo sostenible del territorio.

Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos a través del análisis DOFA, se recomienda continuar y profundizar el trabajo para la integración de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la planificación urbanística de los municipios con Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), reforzando las oportunidades y fortalezas, impactos y estrategias identificadas, en un esfuerzo conjunto entre los diferentes actores tomadores de decisión y comunidad en general.

Ahora bien, teniendo en cuenta que para el estudio de caso del Municipio de Urumita – La Guajira que cuenta con un Esquema de Ordenamiento Territorial -EOT que fue adoptado mediante el Acuerdo No. 005 del 2000, el cual se halla vigente, a pesar de que su vigencia de largo plazo está vencida; por ende, se recomienda iniciar un proceso de revisión y ajuste al EOT, en el que se tomen en cuenta las disposiciones establecidas en la Ley No. 388 de 1997 y sus decretos reglamentarios.

Desde el componente de la planificación urbanística, se recomienda a la administración municipal solicitar ante la autoridad catastral competente un proceso de actualización y conservación catastral partiendo del hecho de que la base predial catastral presenta un desplazamiento promedio de 30 metros con respecto a la ubicación física real de los inmuebles y/o terrenos urbanos.

También se recomienda a la administración municipal de Urumita realizar capacitación técnica en herramientas SIG al equipo de profesionales de la Secretaría de Planeación, incluyendo el manejo de software con capacidad de análisis y procesamiento de datos geoespaciales. Conforme a esto, se contará con personal calificado para desarrollar análisis de decisiones multicriterio para selección de sitios, tales como identificar terrenos en donde se

puedan establecer parques para el esparcimiento de los habitantes, siendo este el punto más crítico en el municipio en la actualidad.

Referencias

- Alzate, A. (2023). Mecanismos de planificación y gestión del régimen urbano neoliberal en Medellín: los tratamientos urbanísticos. *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, 1-25. Obtenido de <https://login.biblioproxy.umanizales.edu.co/login?url=https://www.proquest.com?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/mecanismos-de-planificación-y-gestióndel-régimen/docview/2865402490/se-2?accountid=42082>
- Bizuye Anteneh, M., Solomon Damte, D., & et al. (2023). Geospatial assessment of urban green space using multi-criteria decision analysis in Debre Markos City, Ethiopia. *Enviromental System Research*. doi:<https://doi.org/10.1186/s40068-023-00291-x>
- Burrough. (17 de Septiembre de 2008). Principles of geographical information systems for land resources assessment. *Geocarto Intenacional*, 1, 54. doi:<https://doi.org/10.1080/10106048609354060>
- Congreso de Colombia. (1997). *Ley 388 de 1997*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339>

- Congreso de Colombia. (2011). *funcionpublica.gov.co*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=43210>
- Congreso de Colombia. (2019). *funcionpublica.gov.co*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=96110>
- Congreso de la Republica. (29 de Mayo de 2017). Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=81859>
- Dughera, L. (07 de 2013). De tecnologías digitales, docentes y tensiones: la capacitación ¿un factor más para disminuir la brecha digital? *Conicet*, 3(5), 80-86. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11336/27017>
- Escobar, D.A., Beleño, F.J., & Moncada, C.A. (2024). Application of territorial accessibility methodologies to compare and understand the differences in equity conditions between two neighborhoods of different socioeconomic strata in a colombian intermediate city. *Geojournal of Tourism and Geosites*, 55(3), 1012–1017. <https://doi.org/10.30892/gtg.55303-1275>
- Giraldo-Ospina, T., & Vásquez-Varela, L. R. (2020). Caracterización de las tramas urbanas de la ciudad de Manizales, Colombia (1849-2017). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 30-43. Obtenido de <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2669>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (28 de Mayo de 2020). *IGAC*. Obtenido de https://antiguo.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/normograma/resolucion_conjunta_snr_04218_igac_499_de_2020.pdf
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (16 de Junio de 2021). *IGAC*.

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (08 de Agosto de 2023). *IGAC*. Obtenido de <https://antiguo.igac.gov.co/es/contenido/resolucion-1040-de-2023>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (02 de Junio de 2023). *IGAC*. Obtenido de <https://antiguo.igac.gov.co/es/contenido/resolucion-899-de-2023>
- John Escobar, T. B. (125-136 de Diciembre de 2008). Los retos de la enseñanza de los sistemas de información geográfica integrados a la gestión del medio ambiente y los recursos naturales. *Redalyc*, 11(3). Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169420255011>
- Jones, P. H. (2019). *Urban and Regional Planning* (6ta Edición ed.). Londres: Taylor & Francis. doi:<https://doi.org/10.4324/9781351261883>
- Li, C. (2022). Urban planning design and evaluation based on GIS information and Bayesian Network. *Mathematical Problems in Engineering*, 10. doi:<https://doi.org/10.1155/2022/5963133>
- Martinez Acosta (2017). *Metodología para determinar el potencial de implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) en áreas residenciales, a partir de análisis de sistemas de información geográfica (SIG). Caso de estudio Bogotá D.C., Colombia*. Universidad de Bogotá.
- Musakwa, W. (2017). Perspectives on geospatial information science education: an example of urban planners in Southern Africa. *Geo-spatial Information Science*, 201-208. doi:<https://doi.org/10.1080/10095020.2017.1339403>

- Olaya, V. (2009). Sistemas de Información Geográfica. *Dialnet*(8). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3113707>
- Onu-hábitat. (2012). *Satate of the cities 2012/2013*. (ONU-Hábitat, Ed.) Nueva York: Routledge for and on behalf. Obtenido de <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/State%20of%20the%20World%20Cities%2020122013.pdf>
- Osorio, M. Y. (10 de Mayo de 2010). Participación de los SIG en la formulación de instrumentos de planificación y norma urbanística. *Ventana Informática*(22), 55-76. Obtenido de <https://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/ventanainformatica/article/download/209/258/0>
- Paul Longley et al. (2005). *Geographic Information Systems and Science*. John Wiley & Sons, ltd. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=toobg6OwFPEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Peters, J. P. (2020). *Governance, politics and the state* (2da edición ed.). (B. Publishing, Ed.) Political Analysis. Obtenido de [https://books.google.com.co/books?id=15FKEAAQBAJ&dq=Pierre,+J.,+%26+Peters,+G.+\(2000\).+Governance,+Politics+and+the+State.+Macmillan.&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s](https://books.google.com.co/books?id=15FKEAAQBAJ&dq=Pierre,+J.,+%26+Peters,+G.+(2000).+Governance,+Politics+and+the+State.+Macmillan.&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
- Portillo González, E. M. (2021). *Importancia de la implementación de los sistemas de información geográfica en la ingeniería civil para la planeación urbanística de asentamientos en la ciudad de Bogotá*.

- Restrepo, A. (Septiembre-Diciembre de 2019). Aproximación a la planeación urbana en Colombia. Apuntes para su comprensión histórica. *Scielo*, 2(34), 30-65.
doi:<https://doi.org/10.24201/edu.v34i3.1879>
- Rivera, M. A. (Diciembre de 2017). Sig Colaborativo Enfocado a la Participación Ciudadana Para Apoyar el Proceso de Elaboración del Plan de Ordenamiento Territorial 2017. *ResearchGate*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/329191856>
- Osorio, M. Y. (10 de Mayo de 2010). Participación de los SIG en la formulación de instrumentos de planificación y norma urbanística. *Ventana Informática*(22), 55-76. Obtenido de <https://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/ventanainformatica/article/download/209/258/0>

A. Anexo: Modelo de datos de la GDB

B. Anexo: Salidas Gráficas

C. Anexo: Guía Metodológica