

**MODELO PARA INSCRIPCIÓN DE INFORMALIDADES POR POSESIONES Y
OCUPACIONES EN EL CATASTRO DE MEDELLÍN: ESTUDIO DE CASO**

JULIO CÉSAR MENDOZA

Caso de estudio presentado para optar por el título de

Maestría en Ingeniería

Asesor

Danny Salcedo Saldaña

**UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE CIENCIAS APLICADAS E INGENIERÍA**

MAESTRÍA EN INGENIERÍA

MEDELLÍN

2025

CONTENIDO

0	SINOPSIS	4
1	INTRODUCCIÓN	5
2	CONTEXTO	7
2.1	Investigaciones Previas:.....	7
2.2	El Fenómeno de la Informalidad.....	9
2.3	El Crecimiento Urbano de Medellín	11
2.3.1	El Catastro Urbano de Medellín.....	12
2.3.2	Efectos de la informalidad sobre los servicios públicos y la calidad de vida.	13
2.3.3	Las políticas públicas de regularización en Medellín	13
2.3.4	La Necesidad de un Modelo de Información Geoespacial para la Regularización	13
2.3.5	Problemas para implementar un modelo de inscripción.	14
3	ANTECEDENTES.....	15
3.1	La Regularización Catastral a Nivel Mundial.....	15
3.1.1	Brasil: La regularización en São Paulo y Río de Janeiro	15
3.1.2	México: La incorporación de asentamientos informales al catastro urbano.	15
3.1.3	Argentina: La Tecnología en la Regularización Catastral.....	16
3.1.4	El Contexto Colombiano: Medellín y su Catastro Urbano	16
3.1.5	Problemas frecuentes en la implementación de modelos catastrales.	18
4	DATOS.....	19
4.1	Situación Catastral de Medellín:	19
4.1.1	Estadísticas de Población e Informalidad Urbana en Medellín	19
4.1.2	Dispersión de la informalidad en las comunas de Medellín.	19

4.1.3	El Catastro Urbano Actual en Medellín	20
4.1.4	Inscripción al catastro de las ocupaciones informales.	20
4.1.5	Dificultades en la Aplicación del Modelo de Inscripción	21
4.1.6	Efectos de la regularización en la calidad de vida	21
4.1.7	Información Clave y Fuentes	22
5	PROBLEMA CENTRAL (DECISIÓN CRÍTICA)	23
5.1	Planteamiento del Problema.....	23
5.2	La Propuesta.....	29
6	CIERRE	49
7	REFERENCIAS.....	52

0 SINOPSIS

El objetivo de este estudio de caso es proponer un modelo de inscripción de las ocupaciones y posesiones informales en el catastro de la ciudad de Medellín. La falta de formalización de estas ocupaciones en el sistema catastral de la ciudad representa un importante desafío para la gestión urbana, la prestación de servicios públicos, la certeza jurídica de los residentes y la planificación territorial. En este sentido, este trabajo propone un sistema de información que permita que estas ocupaciones puedan ser incluidas en el catastro de la manera más efectiva posible. La investigación abordará los desafíos técnicos, legales y sociales en torno a la inscripción de estas ocupaciones informales y propondrá una solución basada en la utilización de tecnologías de la información geográfica y una base de datos actualizada. Se espera que el modelo propuesto aquí contribuya a una gestión urbana más justa, equitativa y sostenible al permitir que más personas, empresas y actividades económicas se formalicen al permitir un mejor acceso a la propiedad regularizada y los servicios urbanos.

1 INTRODUCCIÓN

La ciudad de Medellín ha sufrido un crecimiento urbano acelerado en las últimas décadas, creando zonas de ocupación informal particularmente en las áreas periféricas de la ciudad. Según el Departamento Administrativo de Planeación de Medellín [1], más del 30% de la población urbana vive en asentamientos informales sin una inscripción formal. Esta informalidad no solo afecta la tenencia de la tierra, sino que también dificulta el acceso a los servicios públicos básicos, como el agua potable, la electricidad y el saneamiento. Además, esto también crea zonas inseguras y no planificadas.

El ente catastral, se encarga de controlar y registrar con precisión las propiedades y posesiones de la ciudad para la recaudación fiscal, la planificación del territorio y los servicios públicos. No obstante, tal como afirma Fernández [2] ha sido un desafío implementar las posesiones de hecho en este sistema, debido a la dificultad para su registro efectivo, así como la oposición social, en función del temor a valores fiscales, que puede existir en algunos casos para permitir la formalización. De ahí la necesidad de establecer un modelo de inscripción que, como ejemplos, establezca cómo y cuándo se inscribe una posesión informal en el ente catastral oficial de Medellín. Por supuesto, la importancia de esta propuesta radica en la posibilidad de incrementar la precisión de los datos catastrales y la seguridad física de los habitantes de los barrios marginales del conocimiento de la posesión, así como el acceso esencial a servicios y su inserción en el sistema formalmente ya que un sistema de información adecuado permitiría un desarrollo urbano mejor planificado y menos desigual.

Así pues, se pretende modelar una propuesta de sistema de información para inscripción de posesiones y ocupaciones informales en el catastro de Medellín, analizando el marco normativo, técnico y social que regula el catastro multipropósito en Colombia y su aplicabilidad en la ciudad, identificando las limitaciones actuales para la inscripción de posesiones y ocupaciones informales de tal forma que sea factible el diseño de una arquitectura distribuida que incluya los componentes físicos y lógicos y de bases de datos orientados a el registro y la gestión de la información sobre informalidades en el catastro de Medellín junto a una arquitectura de referencia que permita optimizar la consulta y análisis de la información catastral de cara a los procesos de planificación urbana y regularización territorial.

El resto del trabajo se organiza en varias secciones. La sección Contexto, proporciona una visión general detallada del crecimiento urbano de Medellín y los desafíos asociados con la gestión de la ocupación informal, los Antecedentes, presentan estudios previos y modelos aplicados en otras ciudades que también enfrentaron el problema para derivar lecciones y mejores prácticas. La sección Datos se basa en la recopilación y el análisis de datos sobre el estado actual y las características de la ocupación

informal y el catastro en Medellín, que servirán de base para el modelo propuesto. El Problema Central se dirige a un análisis de la decisión crítica para implementar el modelo a través de la identificación de los riesgos y las barreras, además de presentar la propuesta del modelo para la inscripción de informalidades, mientras que el Cierre resume los hallazgos y la interpretación que de estos, hace el autor, presentando las conclusiones, recomendaciones y limitaciones para la implementación del modelo propuesto.

2 CONTEXTO

2.1 Investigaciones Previas:

La informalidad urbana en Medellín y en otras ciudades colombianas se ha caracterizado por procesos de ocupación del suelo en laderas, zonas periféricas y áreas de riesgo, donde las comunidades han levantado barrios completos sin títulos de propiedad ni reconocimiento catastral. Estos territorios, al no estar incluidos en la cartografía oficial, permanecen invisibilizados frente a las políticas de desarrollo y a la provisión de servicios públicos [1]. En este contexto, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) han liderado desde 2019 la formulación de lineamientos técnicos y conceptuales para la implementación del catastro multipropósito. Los pilotos desarrollados en municipios como Ovejas (Sucre) permitieron experimentar metodologías para levantar información en territorios con alta informalidad en la tenencia de la tierra. Los resultados de estos ejercicios demostraron la importancia de vincular tecnologías de información geográfica (TIG), imágenes satelitales y levantamientos participativos para lograr un registro más inclusivo [20].

En Medellín, la Universidad Nacional de Colombia ha aportado investigaciones que exploran la relación entre asentamientos informales y sistemas de información catastral. Restrepo (2020) analizó el caso de barrios de ladera, identificando la necesidad de integrar procesos de cartografía social con bases catastrales digitales para reconocer los usos y ocupaciones reales del territorio [1]. Por su parte, Ospina y Bedoya (2021) propusieron que el catastro multipropósito debe articularse con la gestión del riesgo urbano, dado que gran parte de las ocupaciones informales se ubican en zonas de alta vulnerabilidad ambiental, lo cual exige sistemas catastrales dinámicos capaces de integrar variables socioespaciales y ambientales [3].

Estos antecedentes nacionales coinciden en subrayar que la principal limitación del catastro colombiano radica en su rigidez para incorporar tenencias distintas a la propiedad formal, como la posesión u ocupación. La informalidad, entonces, se traduce en invisibilidad institucional, lo que dificulta la planeación urbana y perpetúa las brechas sociales.

A nivel internacional, múltiples experiencias han demostrado que es posible incorporar asentamientos informales en el catastro mediante innovaciones tecnológicas y enfoques participativos. En México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) ha impulsado desde 2019, programas para modernizar los catastros municipales, incluyendo la identificación de asentamientos

irregulares a través de tecnologías geoespaciales como la fotogrametría aérea y los sistemas de información geográfica. Estos proyectos han permitido mejorar la interoperabilidad entre catastros locales y sistemas nacionales de información territorial [4].

En Brasil, el concepto de *cadastro* social ha ganado fuerza como una herramienta para visibilizar las favelas y asentamientos informales. Silva (2020) documenta experiencias en São Paulo y Río de Janeiro donde se integran bases de datos urbanas con información generada por comunidades locales. El objetivo no es únicamente registrar la tenencia, sino también reconocer las condiciones sociales y habitacionales, vinculando el catastro con políticas de regularización y mejoramiento barrial [5].

En Europa, particularmente en Países Bajos y España, se ha trabajado en la ampliación del estándar ISO 19152: Land Administration Domain Model (LADM), que establece un marco para representar diferentes tipos de relaciones de tenencia de la tierra. Paasch, Lemmen y van Oosterom (2020) señalan que el LADM permite reconocer no solo la propiedad formal, sino también posesiones, ocupaciones y derechos intermedios como el usufructo. Estas experiencias son valiosas para Colombia, dado que muestran cómo la estandarización de datos y la interoperabilidad facilitan la integración de asentamientos informales en los sistemas oficiales [6].

En África, la problemática de los asentamientos informales ha motivado iniciativas innovadoras. UN-Habitat (2021) documenta experiencias en Nairobi (Kenia) y Kigali (Ruanda) en las que se utilizaron drones y levantamientos comunitarios para cartografiar asentamientos no registrados, logrando incluirlos en los catastros urbanos. Estos casos demuestran que la combinación de tecnologías emergentes y participación social puede acelerar procesos de reconocimiento territorial en contextos de alta informalidad [7].

El análisis de los antecedentes nacionales e internacionales revela varios puntos en común:

- Necesidad de inclusión: Tanto en Colombia como en otros países, la exclusión de las ocupaciones informales de los catastros constituye un obstáculo para la planificación y la equidad urbana.
- Innovaciones tecnológicas: El uso de SIG, drones, fotogrametría, bases de datos distribuidas e interoperabilidad con estándares internacionales se presenta como un camino viable para superar las limitaciones tradicionales de los catastros.

- Enfoque participativo: En Brasil y África se observa una tendencia creciente a integrar la información producida por las comunidades, lo cual fortalece la legitimidad y precisión de los registros.
- Desafíos jurídicos: Mientras en Europa se avanza en marcos normativos que reconocen diferentes formas de tenencia, en Colombia persiste la rigidez legal para registrar ocupaciones sin títulos formales, lo cual constituye un reto pendiente.

El caso de Medellín, entonces, se inscribe en una problemática global, sobre la mejor forma de diseñar modelos catastrales capaces de representar la complejidad de la tenencia del suelo en contextos de informalidad. Los antecedentes revisados aportan insumos valiosos para la construcción de una arquitectura distribuida que articule lo tecnológico, lo social y lo normativo, y que permita avanzar hacia un catastro verdaderamente inclusivo, por lo que la revisión de investigaciones recientes muestra que existe un consenso internacional sobre la necesidad de superar el enfoque limitado del catastro tradicional. En el caso colombiano, la implementación del catastro multipropósito desde 2019 constituye un avance significativo, pero aún insuficiente frente al desafío de incluir a los asentamientos informales. Las experiencias de México, Brasil, Europa y África ofrecen referentes concretos de cómo la innovación tecnológica, los estándares internacionales y la participación comunitaria pueden converger en modelos más completos y justos de administración de tierras.

En este contexto, el presente trabajo se plantea como una contribución innovadora al proponer un modelo de inscripción de posesiones y ocupaciones informales en el catastro de Medellín, integrando componentes metodológicos, tecnológicos y sociales. Con ello, se busca no solo visibilizar la informalidad urbana, sino también dotar a la administración distrital de herramientas para avanzar hacia un ordenamiento territorial más equitativo y sostenible.

2.2 El Fenómeno de la Informalidad

La informalidad en la ocupación del suelo es un fenómeno estructural de las ciudades latinoamericanas, que se expresa en la proliferación de asentamientos sin títulos de propiedad formal, sin infraestructura adecuada y con limitaciones en la provisión de servicios públicos. En Medellín, este fenómeno ha tenido especial relevancia debido a su topografía compleja, a la desigualdad socioeconómica y a los procesos migratorios internos que han marcado la dinámica de crecimiento urbano [8] Estas ocupaciones, al no estar formalmente inscritas en el catastro, generan vacíos en la

información territorial, dificultan la planeación urbana y limitan la capacidad institucional de implementar políticas de ordenamiento sostenible.

Desde un punto de vista teórico, este trabajo se justifica en la necesidad de articular los conceptos de catastro multipropósito, gestión territorial y urbanismo sostenible. El catastro multipropósito, promovido en Colombia por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y la Ley 1955 de 2019, establece que la información catastral debe servir no solo para fines fiscales, sino también para la planificación, la gestión ambiental y el ordenamiento territorial [9]. En este sentido, el estudio contribuye al desarrollo de un modelo conceptual que permita representar las posesiones y ocupaciones informales dentro del catastro de Medellín, garantizando una aproximación más inclusiva a la realidad urbana. La literatura especializada en ingeniería urbana ha señalado que la incorporación de tecnologías de información geográfica (TIG) y arquitecturas distribuidas es fundamental para la construcción de sistemas catastrales resilientes y dinámicos [10].

En el plano metodológico, el trabajo se sustenta en la necesidad de diseñar una arquitectura tecnológica que soporte un sistema de información robusto y escalable, capaz de integrar fuentes de datos heterogéneas sobre las ocupaciones y posesiones informales. En particular, se busca documentar los componentes tecnológicos que conforman dicha arquitectura, siguiendo lineamientos de interoperabilidad y estándares internacionales como el Land Administration Domain Model (LADM, ISO 19152) [11]. El diseño metodológico también se fundamenta en el análisis de un caso de estudio concreto, el catastro de Medellín, lo que permite generar una propuesta aplicada y transferible a otras ciudades colombianas y de América Latina con problemáticas similares. El carácter metodológico del trabajo, radica en su aporte al establecimiento de un modelo replicable, que sirva como referente para la modernización catastral en contextos de informalidad.

Desde la dimensión social, la investigación adquiere relevancia por su potencial para contribuir a la inclusión y la equidad urbana. La ausencia de inscripción catastral de los asentamientos informales perpetúa la exclusión de miles de familias que carecen de reconocimiento institucional, dificultando su acceso a programas de mejoramiento integral de barrios, subsidios de vivienda y regularización de servicios públicos [12]. Incorporar estas posesiones y ocupaciones en el catastro de Medellín no implica necesariamente reconocer un derecho de propiedad inmediato, pero sí permite visibilizar la realidad urbana y generar condiciones para futuras políticas de regularización y mejoramiento barrial. En consecuencia, el trabajo responde a la necesidad de transformar el catastro en una herramienta para la

justicia social y territorial, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 11, que busca ciudades inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles [13].

Este estudio de caso aborda la necesidad que tiene el Distrito de Ciencia, Tecnología e innovación de la ciudad de Medellín de actualizar su base de datos catastral, en especial en la inscripción de las posesiones materiales las cuales son aquellas en las que una persona ejerce un poder físico sobre un bien, pero no tiene derecho de dominio jurídico [14]. Se tiene entonces un dato de estas posesiones que no cuentan con folio de matrícula inmobiliaria en la oficina de registro e instrumentos públicos por ser informales, en la base de datos catastral se cuentan registrados 76.011 predios en carácter de informalidad [15] [16], a este proceso, los gestores catastrales entre estos Medellín deben establecer la información geográfica y alfanumérica de estos polígonos e identificar las unidades de construcción presentes en los predios objetos de este estudio. Ahora bien, además de tener la obligación jurídica de actualizar estos registros para el Distrito de Medellín con el sistema de información actual no tiene la capacidad para adelantar este proceso de manera ágil y eficiente lo que hace que se mantenga al margen una cantidad incierta de predios para ser inscritos. Téngase en cuenta que esta base de datos catastral es insumo importante para el erario ya que es el fundamento del impuesto predial de la ciudad, siendo así de suma importancia la urgencia de mejorar el sistema de información que permita aumentar la base gravable.

Para esto emplearemos una metodología de tipo DSR [17], así mismo esta se enfoca en crear soluciones tecnológicas (modelos, prototipos, sistemas), esta metodología me permite identificar claramente un problema, diseñar una solución tecnológica y validarla mediante simulaciones, definiendo para esto un enfoque cualitativo. El objetivo principal de este estudio, es proponer un modelo para un sistema de información robusto, escalable y confiable [18] que permita a los ciudadanos interactuar con la base de datos catastral, volviéndose estos actores activos en la actualización, aportando esto una mejora en los tiempos de respuestas de este trámite y un aumento en la base gravable del Distrito de Medellín. De esta manera, la investigación no solo responde a un vacío académico y técnico, sino que también constituye un insumo práctico para la gestión urbana de Medellín y otras ciudades con dinámicas similares.

2.3 El Crecimiento Urbano de Medellín

Al igual que muchas ciudades latinoamericanas, Medellín ha experimentado un proceso acelerado de urbanización desde mediados del siglo XX. Ese proceso se ha traducido en importantes retos relacionados con la planificación urbana, la provisión de servicios públicos y la distribución del suelo.

Según el Departamento Administrativo de Planeación de Medellín [1], el rápido crecimiento de la población y su concentración en las áreas periféricas de la ciudad han fomentado la aparición de asentamientos informales debido a la demanda insatisfecha y a una oferta inadecuada por parte del mercado formal. Como resultado, éstos se han expandido de manera desordenada y, en muchos casos, sin contar con algún tipo de registro formal, dejando áreas mal o poco integradas a la estructura general de la planificación urbana. Según el mismo censo de 2020 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE [14], más de 30% de la población de Medellín habita en zonas consideradas informales.

Ello implica que no cuentan con alguna formalidad sobre la posesión legal del suelo en el que habitan, lo que implica restricciones para el acceso a servicios básicos como agua, electricidad, saneamiento y limita su participación activa y formal en procesos urbanos de planificación y desarrollo. El crecimiento urbano caótico, la falta de políticas públicas adecuadas para regular las ocupaciones informales, han representado un importante desafío para las autoridades municipales [15]. La informalidad no afecta sólo la vida de los habitantes de los asentamientos poblacionales, sino también la calidad de vida de toda la ciudad, ya que crea un ambiente de inseguridad jurídica que impide el desarrollo de planes y proyectos urbanos sostenibles.

2.3.1 El Catastro Urbano de Medellín

El catastro es una herramienta fundamental para la administración territorial, que los gobiernos locales usan para llevar un registro y control de los bienes inmuebles urbanos y rurales, para la provisión de servicios públicos y la recaudación de impuestos. En Medellín, el catastro urbano lo administra la Secretaría de Hacienda, pero por los problemas para integrar al catastro las ocupaciones informales, el catastro tiene vacíos de cobertura en zonas informales.

La ausencia de un sistema de registro de las ocupaciones informales ha causado serios problemas, como el limitado acceso a los servicios públicos, la incertidumbre sobre la tenencia de la tierra y la restricción de los derechos de los residentes [16]. Aunque la ciudad ha buscado modernizar el catastro con tecnologías geoespaciales, la información sobre las ocupaciones informales aún es precaria y la actualización catastral no ha logrado incorporar eficientemente a estos sectores. Esto implica que muchos habitantes de barrios informales no cuentan con la seguridad jurídica que otorga la inscripción formal en el catastro, imposibilitando políticas públicas de desarrollo urbano y provisión de servicios básicos.

2.3.2 Efectos de la informalidad sobre los servicios públicos y la calidad de vida.

La no inscripción de las ocupaciones informales impacta principalmente en la provisión de servicios públicos. En muchas de estas zonas, los habitantes no cuentan con servicios de agua potable, alcantarillado, electricidad, entre otros. Esto se debe a que los servicios públicos en general dependen de los catastros y la planificación urbana formal, y sin catastros formales no se puede planificar la extensión de los servicios a las áreas informales [17]. Además, la informalidad de la tenencia de la tierra niega a sus pobladores el acceso a créditos, seguro predial y demás beneficios legales exclusivos para propietarios titulados. Esta ausencia de derechos de propiedad también restringe la posibilidad de los residentes de invertir en sus hogares y mejorar sus barrios, perpetuando la pobreza y la exclusión social.

Pero, por otro lado, la informalidad genera barrios precarios en los cuales la falta de servicios básicos, la inseguridad y la inestabilidad social son un problema constante para el gobierno local. El crecimiento espontáneo de estos barrios imposibilita la implementación de políticas públicas de desarrollo sostenible y ordenamiento territorial que mejoren la calidad de vida de sus habitantes y la cohesión social de la ciudad.

2.3.3 Las políticas públicas de regularización en Medellín

Durante años, Medellín ha desarrollado diferentes proyectos para solucionar el problema de la informalidad urbana, pero con bajos resultados por la ausencia de una estrategia integral que logre incorporar al catastro las ocupaciones informales. Uno de los programas más importantes es "Mi Vivienda", que pretende transformar las condiciones de vida de los habitantes de barrios informales con proyectos de vivienda digna [10]. Pero este programa se ha limitado a la edificación de nuevas viviendas, sin solucionar el problema de la regularización de las ocupaciones existentes. Además, en 2013 el gobierno municipal lanzó la "Política Pública de Vivienda de Interés Social", que abarca estrategias de regularización y formalización de barrios informales. Pero a pesar de estos esfuerzos, la aplicación de estas políticas ha sido heterogénea y no se ha logrado integrar al catastro urbano las ocupaciones informales. Esta situación se debe a que no existe un mecanismo efectivo para identificar y censar las ocupaciones informales y no existe un marco legal que permita incorporarlas al catastro.

2.3.4 La Necesidad de un Modelo de Información Geoespacial para la Regularización

Ante esta situación, el desarrollo de un modelo de información geoespacial capaz de almacenar en el catastro de Medellín las ocupaciones informales es una solución. Las tecnologías de información geográfica (SIG) podrían permitir la captura precisa y accesible de datos catastrales. Los SIG hacen

posible elaborar mapas digitales interactivos que se pueden actualizar en tiempo real, lo que aseguraría que todas las ocupaciones urbanas estén incluidas en el catastro [17]. El modelo también debe involucrar a los residentes de barrios informales, asegurando así que la regularización sea transparente y justa. Además, el modelo debe integrarse con las políticas públicas vigentes, reforzando las acciones de regularización y promoviendo un desarrollo urbano inclusivo.

2.3.5 Problemas para implementar un modelo de inscripción.

Pero, a pesar de los beneficios de un modelo de inscripción de oficios informales, la implementación de un sistema de información geoespacial en Medellín tiene algunos retos. Uno de los mayores problemas es la falta de articulación entre las entidades gubernamentales responsables del catastro y la planificación urbana. Además, la oposición de los residentes de barrios informales a la formalización por temor a la expropiación o a mayores impuestos es otro obstáculo [18]. Otro desafío es la actualización permanente de la información catastral; para ello se necesita un sistema eficaz de captura de datos y seguimiento de las ocupaciones informales. La falta de capacidad técnica y humana en las instituciones responsables del catastro puede dificultar aún más este proceso.

3 ANTECEDENTES

3.1 La Regularización Catastral a Nivel Mundial

La regularización de tierras ha sido un elemento esencial en el desarrollo urbano de las ciudades latinoamericanas. Muchas de estas ciudades, al crecer tan rápidamente, han aumentado los asentamientos informales y, por ende, los problemas sociales y económicos. La ausencia de un catastro actualizado de estos territorios afecta directamente la capacidad de los gobiernos para planificar el desarrollo urbano, suministrar servicios básicos como agua y electricidad y, en definitiva, garantizar la seguridad jurídica a sus ciudadanos. La regularización catastral no solo legaliza la propiedad, sino que establece un sistema integrado y accesible que permite a los gobiernos controlar el desarrollo urbano.

3.1.1 Brasil: La regularización en São Paulo y Río de Janeiro

En Brasil, las políticas de regularización catastral son pioneras en América Latina. Desde los años 80, el país inició una serie de reformas urbanas para integrar los asentamientos informales al catastro. Uno de los programas más conocidos fue el "Programa de Regularización de Barrios" [19], iniciado en la década de 1990, con casos exitosos en ciudades como São Paulo y Río de Janeiro. Este programa aplica tecnologías de información geoespacial (SIG) para mapear asentamientos informales y regularizar viviendas. El modelo de "integración participativa" de los habitantes es una de las claves del programa brasileño.

Los habitantes de barrios informales están enrolándose en el proceso de registro y formalización de sus predios. Esta involucración no solo asegura que los habitantes estén involucrados en el proceso de regularización, sino que también ayuda a evitar que las autoridades implementen cambios en contra de la voluntad de la comunidad. Pero una de las limitaciones del modelo brasileño es la falta de fondos para mantener actualizados los datos catastrales, por lo que muchas de las áreas regularizadas a fines del siglo pasado no están totalmente incorporadas al catastro nacional [19].

3.1.2 México: La incorporación de asentamientos informales al catastro urbano.

En México, el modelo de regularización catastral también ha cambiado desde los años 80, particularmente en la Ciudad de México, donde la SEDATU desarrolló un modelo apoyado en Sistemas de Información Geográfica (SIG). De acuerdo con Vargas [20], México ha apostado por desarrollar un catastro digital interactivo al cual puedan acceder en tiempo real autoridades locales y nacionales con información sobre asentamientos informales. El programa de regularización en México ha logrado

extender servicios públicos como agua, electricidad y drenaje a colonias no registradas. Pero uno de los mayores obstáculos ha sido la oposición social a la formalización de la propiedad por temor a que esto conlleve un aumento de impuestos o una expropiación de tierras.

Una de las enseñanzas del modelo mexicano es la necesidad de un marco jurídico que favorezca la regularización. En esto ha ayudado la Ley General de Asentamientos Humanos, que dio marco legal a los procesos de regularización y permitió desarrollar un sistema de catastro más accesible [20].

3.1.3 Argentina: La Tecnología en la Regularización Catastral

En Argentina, la ciudad de Buenos Aires ha implementado un modelo de regularización catastral que utiliza tecnologías avanzadas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las bases de datos interactivas. Con su Catastro Digital, la ciudad ha integrado al sistema catastral a miles de personas, dándoles acceso a servicios y otorgándoles títulos de propiedad que antes no tenían [21].

El proceso de regularización catastral en Buenos Aires también ha priorizado la transparencia y la participación ciudadana, involucrando a los habitantes de barrios informales en la recolección de datos y en la toma de decisiones sobre la formalización de sus tierras. Pero, como en Brasil y México, una de las mayores dificultades ha sido la permanente actualización de los datos catastrales, ya que las favelas crecen día a día.

3.1.4 El Contexto Colombiano: Medellín y su Catastro Urbano

En Colombia, Medellín comparte con otras grandes ciudades latinoamericanas el problema de la regularización catastral de asentamientos informales. La informalidad urbana es un problema multifacético y su solución implica políticas públicas que no solo regularicen la tenencia, sino que también aseguren la provisión equitativa de servicios públicos y el desarrollo urbano sostenible.

- **La Gestión Catastral en Medellín:** En Medellín, a través de la Secretaría de Gestión y Control Territorial, es la entidad encargada de la gestión catastral en la ciudad. Pero el catastro urbano de Medellín tiene grandes dificultades por la informalidad de muchas de sus áreas. Según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Medellín [22], alrededor del 30% de la población urbana habita en barrios informales no catastrados, y aunque la ciudad ha desarrollado programas para legalizar algunos de estos asentamientos, como el Programa de Vivienda de Interés Social y la Política de Vivienda Digna, la ausencia de un sistema de información actualizado ha imposibilitado una regularización total.

- **Las Tecnologías en la Regularización Catastral de Medellín:** En los últimos años, Medellín ha venido implementando tecnologías SIG para mapear asentamientos informales y mejorar el acceso a la información catastral. Pero el proceso de regularización todavía enfrenta obstáculos importantes, como la oposición social, la falta de infraestructura tecnológica y las restricciones legales que impiden incorporar los barrios informales al catastro y aunque las políticas y programas actuales han logrado cierto éxito, como el Proyecto de Regularización Catastral en Barrios de Medellín, la ciudad requiere un modelo más integrado y accesible que permita registrar todas las ocupaciones informales de manera eficiente [23].
- **Los Retos de la Informalidad en Medellín:** La ausencia de un mecanismo de regularización definido ha impedido que muchos residentes de barrios informales accedan a los beneficios de la formalización, como la legalización de la tenencia o el acceso a créditos. También, las áreas informales en Medellín se encuentran desconectadas de las redes de servicios públicos por falta de planificación urbana. Como consecuencia, los residentes de estos barrios no solo tienen dificultades de acceso a servicios, sino que también quedan excluidos de los beneficios de un desarrollo urbano planificado [24].
- **Modelos Internacionales y Tecnologías Implementadas:** Una de las maneras más innovadoras para la regularización de asentamientos informales es el uso de tecnologías de información geoespacial (SIG), que permiten una gestión más eficiente y precisa de los registros catastrales. Las ciudades que han implementado SIG han mejorado la precisión en la identificación y mapeo de asentamientos informales, integrándolos al catastro oficial.
- **Aplicación SIG en Regularización Catastral:** Han producido lecciones que deben ser tomadas en cuenta, las herramientas SIG han sido exitosas, por ejemplo, en Bogotá, donde el gobierno desarrolló un sistema catastral interactivo que se actualiza en tiempo real con base en las ocupaciones informales. Este modelo ha posibilitado incorporar al catastro de la ciudad más de 150,000 viviendas informales, mejorando el acceso a servicios básicos y otorgando mayor seguridad jurídica a los habitantes de estos barrios [25]. En Medellín también se ha apoyado en SIG para mejorar la gestión catastral, pero todavía no se cuenta con un sistema fuerte y generalizado para incluir todas las ocupaciones informales en el catastro.
- **Modelos de inclusión catastral: Experiencias de Bogotá y Buenos Aires:** En Bogotá, la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD) [26] ha avanzado en la

formalización de barrios informales con tecnologías SIG y establecido un sistema catastral transparente y accesible. Este método se ha complementado con la participación comunitaria, donde los habitantes participan en el proceso de regularización, ayudando en la recopilación y actualización de la información. Buenos Aires ha hecho lo propio con tecnología de punta para desarrollar un catastro digital interactivo. Este sistema ha permitido regularizar más de 200,000 viviendas informales, ampliando el acceso a servicios y otorgando títulos de propiedad a sus habitantes [21].

3.1.5 Problemas frecuentes en la implementación de modelos catastrales.

Uno de los principales problemas que enfrentan los modelos de inscripción de oficios informales es la resistencia comunitaria a la formalización de la propiedad. A menudo los habitantes temen que la regularización traiga consigo la expropiación de tierras o el cobro de impuestos. Pero, además, la actualización permanente de la información catastral continúa siendo una limitante, porque las ocupaciones irregulares cambian y crecen día a día [27].

La revisión de experiencias internacionales y locales muestra que, si bien existen modelos exitosos de regularización catastral en ciudades de todo el mundo, la incorporación al catastro de asentamientos informales sigue siendo un desafío. Medellín tiene que tomar ejemplo de ciudades como Bogotá o Buenos Aires, en las que el uso de tecnologías geoespaciales y la participación ciudadana han sido determinantes para avanzar en la regularización.

4 DATOS

4.1 Situación Catastral de Medellín:

Medellín, como otras grandes ciudades latinoamericanas, tiene un gran problema de informalidad urbana. El crecimiento acelerado de la población, la migración interna y el crecimiento desordenado han generado barrios informales no registrados en el catastro urbano. De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Medellín, aproximadamente la mitad de la población urbana vive en barrios informales y no disfruta de los beneficios de estar registrado en el catastro.

El catastro tal como indica Jaramillo [23] es un instrumento fundamental para la administración del territorio, porque localiza y registra todos los inmuebles en una jurisdicción, lo que posibilita la planificación urbana, la provisión de servicios públicos y la recaudación de impuestos. Pero la desactualización de la base de datos catastral y la ausencia de un mecanismo efectivo para registrar las ocupaciones informales han generado una desconexión entre la realidad territorial y el registro oficial, lo que impacta en la gestión urbana y restringe la integración de los sectores vulnerables al desarrollo y planificación de la ciudad.

4.1.1 Estadísticas de Población e Informalidad Urbana en Medellín

En el Censo de Población y Vivienda 2020 [14], el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) informó que más del 30% de la población urbana de Medellín habita en barrios informales. Este número refleja el tamaño del desafío que enfrenta la ciudad en materia de regularización catastral y planificación urbana. Según cifras del Departamento Administrativo de Planeación de Medellín, cerca de 500.000 personas habitan en barrios no regularizados en el catastro, es decir, que no tienen legalizada la tenencia de sus viviendas ni acceso a servicios básicos legales.

4.1.2 Dispersión de la informalidad en las comunas de Medellín.

La informalidad urbana se localiza principalmente en las comunas periféricas de la ciudad, donde el suelo es más asequible y existe mayor necesidad de vivienda. Para [28] entre las comunas más afectadas por la informalidad están:

- Comuna 8 (Villatina, El Trapiche y alrededores): Esta área se ha visto invadida por asentamientos informales; más de 150,000 personas habitan en áreas no catastradas.

- Comuna 13 (San Javier): En esta comuna, marcada por la violencia, la informalidad ha aumentado; hay barrios no catastrados y con población que no tiene acceso a servicios públicos.
- Comuna 7 (Robledo): Si bien esta zona cuenta con algunas zonas más desarrolladas, aún existen grandes zonas informales no catastradas.

La ausencia de servicios básicos en estos territorios es resultado directo de la informalidad catastral. Las familias que aquí habitan no tienen acceso a agua potable, alcantarillado y electricidad y esto deteriora su calidad de vida [28].

4.1.3 El Catastro Urbano Actual en Medellín

El catastro urbano de Medellín es administrado por la Secretaría de Gestión y Control Territorial; su propósito es inventariar y actualizar la información de los bienes inmuebles ubicados en la ciudad. Pero a pesar de la modernización del sistema, todavía muchas áreas informales no están catastradas en el registro oficial. El catastro de Medellín está integrado por dos tipos de registros: el catastro fiscal y el catastro catastral. El catastro fiscal se refiere al registro de bienes para fines de impuestos, y el catastro catastral se refiere al catastro geográfico para fines de planificación territorial y desarrollo urbano. El catastro fiscal se ha modernizado, pero el catastro catastral todavía es insuficiente en áreas informales.

En los últimos años la ciudad ha ido incorporando SIG para la gestión catastral. Los SIG tal como afirman [17] hacen posible el registro digital de las propiedades, su actualización y la creación de mapas interactivos del territorio. Pero los SIG no se han extendido de manera uniforme por todo el territorio de Medellín, creando islas de información y excluyendo a las áreas informales. Entre los principales proyectos piloto que han usado SIG en Medellín se encuentran el Proyecto Piloto de Regularización Catastral en la Comuna 13 y el Proyecto Piloto de Catastro Digital en áreas de la Comuna 8. Estos proyectos han abierto una ventana a la realidad de las ocupaciones informales, pero la escasez de recursos técnicos y humanos ha impedido expandir estos esfuerzos a otras comunas de la ciudad. La información capturada por los SIG en estos proyectos es incompleta y no se actualiza, lo que restringe su utilidad para la planificación y el dimensionamiento de los servicios públicos.

4.1.4 Inscripción al catastro de las ocupaciones informales.

Uno de los mayores desafíos en la legalización de las invasiones en Medellín es su registro en el catastro urbano. La inscripción catastral implica no solo un proceso técnico y legal, sino también un esfuerzo de sensibilización y participación ciudadana. En Medellín, los barrios informales desconfían de la regularización por miedo a expropiaciones o a que les suba el impuesto predial.

Para registrar oficios informales, por lo general el proceso implica la identificación y mapeo de la ocupación: Esto se logra mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) y fotogrametría aérea para crear un mapa preciso de la ocupación y la legalización de la posesión, se deben probar que han vivido en el asentamiento informal por un período de tiempo determinado, lo que puede implicar la presentación de documentos legales y testimonios de la comunidad de tal forma que se pueda proceder a la inscripción en el catastro. En esta etapa, una vez verificada la ocupación, se actualizan los registros catastrales y la propiedad de la vivienda se registra en el sistema. Este proceso, aunque técnicamente posible, tiene varios obstáculos como la resistencia social, la falta de información fidedigna de las ocupaciones y la dispersión de la base de datos catastral [1].

4.1.5 Dificultades en la Aplicación del Modelo de Inscripción

A pesar de los avances para establecer un sistema de registro de ocupaciones informales, aún hay muchas dificultades que obstaculizan el proceso y entre ellas se encuentran:

- Resistencia comunitaria: Los residentes de barrios informales temen que la regularización catastral traiga consigo impuestos más altos o expropiaciones obligatorias.
- Falta de articulación interinstitucional: La articulación entre instituciones gubernamentales (Secretaría de Hacienda, Secretaría de Planeación, Alcaldía) es débil y entorpece el proceso de regularización.
- Limitaciones tecnológicas: Si bien el uso de SIG ha afinado el catastro, la infraestructura tecnológica en Medellín no alcanza a cubrir todo el territorio informal.
- Información desactualizada: La actualización permanente de la información catastral es esencial para mantener un catastro al día, pero por falta de recursos y personal capacitado, el catastro no se actualiza.

4.1.6 Efectos de la regularización en la calidad de vida

La formalización de las actividades informales influye en la calidad de vida de los habitantes, la legalización da acceso a los ciudadanos a servicios básicos como agua, alcantarillado, luz, transporte público, a los que no tendrían acceso [20]. Además, al recibir el título de propiedad, los habitantes adquieren seguridad jurídica, pueden mejorar sus viviendas, tener acceso a créditos bancarios e incluso generar ingresos adicionales al rentar sus propiedades.

4.1.7 Información Clave y Fuentes

Para esta parte se han recopilado datos de diferentes fuentes oficiales, tales como el DANE, el Departamento Administrativo de Planeación de Medellín, estudios previos de la Alcaldía de Medellín. También se han realizado entrevistas a expertos en catastro y urbanismo que han arrojado luz sobre las fallas actuales del sistema catastral y las vías para mejorar la inclusión de las ocupaciones informales.

5 PROBLEMA CENTRAL (DECISIÓN CRÍTICA)

5.1 Planteamiento del Problema

La ciudad de Medellín enfrenta, desde hace varias décadas, un crecimiento urbano marcado por procesos de ocupación informal del territorio. Estos asentamientos, que surgen generalmente en zonas periféricas, de ladera o en suelos de alto riesgo, han configurado un paisaje urbano heterogéneo en el que coexisten áreas planificadas con barrios sin reconocimiento catastral ni jurídico [18]. Según estudios del Departamento Administrativo de Planeación Distrital, más del 20% del territorio urbano presenta situaciones de informalidad en la tenencia del suelo [29]. Esta situación genera un conjunto de problemas tanto para la administración pública como para las comunidades involucradas.

Desde la perspectiva de la gestión del suelo, la ausencia de información catastral actualizada y completa sobre estas ocupaciones limita la capacidad del municipio para planificar infraestructuras, servicios públicos y políticas de ordenamiento. El catastro, en su concepción tradicional, se ha enfocado principalmente en el registro de predios con títulos de propiedad formal, dejando por fuera la realidad de miles de posesiones informales. Esto genera un desajuste entre la ciudad formal, registrada y planificada, y la ciudad real, donde habita una proporción significativa de la población [2].

Así mismo con respecto a los elementos tecnológicos, los sistemas catastrales existentes presentan limitaciones para integrar datos provenientes de fuentes heterogéneas como imágenes satelitales, levantamientos topográficos comunitarios, registros administrativos y testimonios de ocupación. La ausencia de una arquitectura distribuida que articule los componentes físicos y lógicos necesarios para manejar esta complejidad genera una fragmentación en el flujo de información, reduciendo la capacidad de análisis espacial y de actualización oportuna del catastro [30]. Esto contrasta con experiencias internacionales, como la de Países Bajos o España, donde la implementación de arquitecturas de referencia basadas en modelos de dominio de administración de tierras ha permitido integrar ocupaciones informales y mejorar la planificación territorial [31].

De igual forma, desde el punto de vista social y jurídico, la falta de inscripción de posesiones y ocupaciones informales en el catastro perpetúa la invisibilidad de comunidades vulnerables. Esto impide que accedan a programas de mejoramiento barrial, servicios públicos domiciliarios y procesos de regularización de la propiedad [24]. De esta manera, el catastro, en lugar de ser una herramienta para la inclusión, termina reforzando las brechas sociales existentes. La ciudad queda atrapada en un círculo

vicioso donde la informalidad no registrada dificulta la planeación, y la falta de planeación refuerza la expansión de la informalidad.

El problema radica, por tanto, en la brecha entre la realidad urbana y la información catastral disponible. Mientras la ciudad sigue creciendo de manera heterogénea, el catastro mantiene un enfoque limitado que no refleja la complejidad de las ocupaciones del suelo. Resolver esta brecha implica diseñar un modelo innovador que reconozca las posesiones y ocupaciones informales, documente los componentes tecnológicos necesarios para su inscripción y proponga una arquitectura de referencia para mejorar la consulta geográfica y la toma de decisiones en Medellín.

La Secretaría de Gestión y Control Territorial de la Alcaldía de Medellín es la encargada en sus funciones de “ejercer la gestión del control territorial, identificar física, jurídica y económicamente los bienes inmuebles públicos y privados; garantizar la prestación de los servicios públicos domiciliarios y no domiciliarios, y ejercer el control urbanístico, mediante el seguimiento y monitoreo al modelo de ocupación del territorio definido en el Plan de Ordenamiento Territorial” [22] , entre sus dependencias se encuentra la Subsecretaria de catastro que según [32] es la responsable de la actualización del inventario de los registros de los inmuebles y sus características tanto física, legales y económicas, además en funciones jurídicas está la de ser un gestor catastral, está habilitada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, lo que le permite ofrecer el servicio catastral a otros municipios, lo que hasta el momento no se ha podido materializar a costa de perder el estatus otorgado por la autoridad geográfica y catastral nacional. Es de anotar la importancia del catastro de una ciudad ya que este inventario de los inmuebles privados y públicos de la ciudad, permiten ser la base fundamental del impuesto predial, fuente importante de recursos para la inversión social de la ciudad [33].

Existen varios tipos de trámites para la gestión catastral entre ellos tenemos: compraventa de posesiones materiales, Inscripción de posesiones materiales, Incorporación propiedad horizontal y reformas, compraventas registradas, Certificado plano predial catastral, revisión de avalúo, rectificación de áreas y linderos, recurso reposición o apelación materia catastral, cambios de datos jurídicos del predio, Incorporación de construcciones nuevas, entre otros, para este estudio de caso seleccionamos el trámite de Inscripción de posesiones materiales dada toda la importancia anteriormente expuesta no solo para el gestor catastral Medellín, sino para todas aquellas organizaciones del cono sur que presentan la problemática de los asentamientos informales.

El principal problema radica en el alto volumen de procesos que sobrepasan la capacidad de registro [34], en el proceso actual que se tiene en la ciudad, aunque la herramienta en la cual se grava la información en la base de datos es el ERP - SAP, este en la versión que se tiene en la administración distrital no permite los dinamismos de capturar información desde el punto del predio y tiene limitaciones para utilizar un sin número de librerías que permiten que la captura de los datos geoespaciales [35] de los predios sean más oportunos a la actualización de los registros de predios informales [7]. En la siguiente tabla se observa el número de los tramites que traen a este estudio y se puede observar que el promedio de días de solución de estos tomando la vigencia del 2019 hasta el momento es de 642 días (1,8 años), tiempo de espera que aproximadamente tiene un ciudadano para ver realidad su trámite de inscripción en la base de datos catastral y de este predio ser notificado a la hacienda del Distrito.

Tabla 1. *Relación días de solución de inscripción de posesiones materiales*

Año	Total de Trámites	Promedio días de solución	Mínimo días de solución	Máximo días de solución
2019	1.227	208	0	2.057
2020	827	880	0	2.059
2021	781	479	0	1.610
2022	262	576	0	1.635
2023	587	813	15	1.589
2024	982	952	3	1.761
2025	392	828	22	1.466

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Catastro (2025)

Para esta vigencia se tiene un total de 24.737 trámites de inscripción de posesiones materiales en espera de ser resueltos.

Tabla 2. *Relación de total de tramites a la espera de ser resuelto*

Año	Total de Trámites Pendientes
2021	6
2022	320
2023	921
2024	897
2025	293

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Catastro (2025)

Por todo lo anterior, y la urgencia de la sistematización de estos predios informales, resulta necesario modelar un sistema robusto, eficaz y seguro [36] [37] que permita registrar formalmente estos casos, de lo contrario continuara aumentando la brecha de desactualización de la base de datos catastral y lo que esto física, presupuestal y socialmente implica para la administración del Distrito de Medellín [38] [39].

Entre los inconvenientes que tiene la ciudad de Medellín en cuanto a gestión catastral es registrar en el catastro urbano formal las ocupaciones informales. Dichas actividades, generadas principalmente por el crecimiento espontáneo y la falta de planificación urbana, no están catastradas. Como resultado, los residentes de estos barrios no tienen acceso a servicios básicos como agua, luz o alcantarillado y carecen de seguridad jurídica sobre la tenencia de sus hogares. El catastro urbano de Medellín, a cargo de la Secretaría de Gestión y Control Territorial, es una herramienta para planificar y asignar servicios públicos, pero con poca cobertura, especialmente en áreas informales. La falta de un sistema moderno para censar estas ocupaciones impacta en la calidad de vida de los ciudadanos y limita la formulación de políticas públicas de desarrollo urbano y ordenamiento territorial.

La ausencia de una solución integral para legalizar estas ocupaciones es una de las principales barreras para el desarrollo urbano sustentable de la ciudad. La seguridad jurídica y el acceso a los derechos de propiedad son determinantes para mejorar la calidad de vida y su ausencia genera exclusión social y económica en los habitantes de barrios informales. regularización y mejoramiento integral.

Las principales decisiones a tomar son:

¿Puede estructurarse un modelo para la inscripción de posesiones y ocupaciones informales en el catastro de Medellín?

Un modelo de inscripción de oficios informales que sea efectivo, accesible y sostenible, que no solo registre la propiedad formal, sino que también integre la realidad de la tenencia informal del suelo y que con basado en estándares internacionales, sea capaz de diseñar un modelo catastral inclusivo, capaz de visibilizar estas ocupaciones y generar insumos para el diseño de políticas públicas.

¿Cómo incorporar las actividades informales al catastro eficientemente?

Una de las grandes preguntas pendientes es cómo integrar en el catastro a las ocupaciones informales sin crear exclusiones ni problemas jurídicos. Hay varias maneras técnicas de integrar el catastro, pero todas implican actualizar los datos catastrales y usar tecnologías modernas, como los

Sistemas de Información Geográfica (SIG), para asegurar una recolección precisa de datos y la actualización del catastro. Pero también, crear un proceso legal y socialmente inclusivo para que los residentes de barrios informales se apropien de la regularización. Para ello, se debe generar un modelo de participación comunitaria que involucre a los habitantes en todas las etapas, desde la identificación de las posesiones hasta la legalización de la tenencia.

¿Qué tipo de sistema de información geoespacial se debe implementar?

Las tecnologías geoespaciales son la clave para resolver este problema. Pero hay que elegir qué tipo de SIG y cómo implantarlo. Las alternativas pasan por utilizar una plataforma SIG ya existente o por construir un nuevo sistema. Esta elección está condicionada por los recursos, la infraestructura tecnológica y la capacidad del personal técnico que realizará la actualización catastral. El sistema debe ser accesible a las autoridades locales y los ciudadanos deben poder interactuar fácilmente con la plataforma. Además, el sistema debe ser interoperable con otros sistemas gubernamentales, tales como los de planificación urbana y gestión de servicios públicos.

¿Cómo involucrar a la ciudadanía?

Uno de los mayores obstáculos es la negativa de los habitantes de los barrios informales a regularizar sus tenencias. Muchos habitantes temen que la regularización traiga consigo la expropiación de sus casas, el cobro de impuestos o que sus casas sean declaradas ilegales. Por lo cual, una de las primeras decisiones es cómo estructurar el modelo para que la comunidad lo considere justo y transparente. La participación ciudadana es fundamental para el éxito de cualquier modelo de regularización catastral. Por lo cual se deben generar estrategias de sensibilización y capacitación que den a conocer los beneficios de estar catastrado, tales como el acceso a servicios públicos, seguridad jurídica sobre la propiedad, acceso a programas sociales.

¿Qué barreras legales y regulatorias deben superarse?

Una de las principales barreras para establecer un modelo de inscripción catastral es la complejidad jurídica y normativa de las ocupaciones informales. En muchos casos, los habitantes de estos barrios no tienen los títulos de propiedad para legalizar sus viviendas. Esto genera un problema jurídico sobre cómo titularizar la tierra sin violar los derechos de quienes la habitan. El marco jurídico colombiano define algunos mecanismos de control, pero estos no siempre operan eficientemente en el

contexto de Medellín. Por lo cual, es de vital importancia que se analicen las normativas actuales y en qué deben cambiar para que se puedan incluir en el catastro las ocupaciones informales.

Son evidentes algunas barreras a la implementación del modelo ya que para establecer un modelo de inscripción de oficios informales se encuentran diversas dificultades y obstáculos, tanto técnicos como sociales [35]. Entre ellos se encuentran:

- Resistencia social a la formalización: Como ya se mencionó, una de las mayores barreras es la resistencia de la comunidad. Los residentes de barrios informales pueden temer que la regularización catastral traiga consigo un aumento en el impuesto predial, expropiación de tierras o discriminación en los procesos de titulación. Para ello es necesario establecer estrategias de comunicación clara y transparente que informen sobre los beneficios de la formalización.
- Falta de coordinación interinstitucional: La articulación entre diferentes agencias gubernamentales es otro punto crítico. La normalización catastral involucra diversos actores, tales como la Secretaría de Hacienda, el Departamento Administrativo de Planeación, la Alcaldía de Medellín, entre otros actores que gestionan el territorio. La descoordinación entre estos actores puede causar demoras y confusiones en el proceso de regularización. Para que el modelo sea exitoso, se requiere un marco de colaboración interinstitucional que garantice que todos los actores trabajen juntos y en sincronía.
- Recursos Técnicos y Humanos Escasos: La escasez de personal capacitado y de infraestructura tecnológica dificulta el establecimiento de un modelo eficiente. El catastro predial de Medellín no cuenta con los recursos técnicos y humanos necesarios para mantener actualizados los registros y adelantar procesos de regularización. Debe existir personal con dominio de tecnologías SIG y procesos de formalización de la propiedad para que el modelo se implemente correctamente.
- Actualización de los Registros Catastrales: Uno de los mayores retos es la actualización permanente de los datos catastrales. Las ocupaciones informales son fluidas, siempre están cambiando. Implica que el catastro se actualice permanentemente para reflejar fielmente la realidad de la ocupación y transformación del territorio. La falta de un sistema efectivo de actualización es una limitante que debe ser resuelta para que el modelo sea exitoso.
- Posible impacto del modelo propuesto: El modelo de inscripción planteado tiene la capacidad de revolucionar la manera en que Medellín aborda las ocupaciones informales y

el catastro urbano. Si se aplica adecuadamente, este modelo podría facilitar el acceso a servicios básicos para los habitantes de barrios informales, fortalecer la seguridad jurídica y los derechos de propiedad para las familias asentadas en la informalidad, hacer más eficiente la planificación urbana y la provisión de servicios públicos y promover el desarrollo urbano sostenible integrando los asentamientos informales al catastro formal.

En ese sentido el problema de investigación puede asimilarse a cómo diseñar e implementar un modelo de inscripción que incorpore de manera eficiente y accesible las formas de ocupación informal al catastro de Medellín y de las decisiones que se lleven a cabo, se orientará el futuro de los habitantes de barrios informales y el futuro de la ciudad. Resolver los desafíos técnicos, sociales y legales será fundamental para desarrollar un catastro más justo, equitativo y accesible para todos [24].

5.2 La Propuesta

Este sistema cubrirá todo el proceso de inscripción de un predio informal: el registro en taquilla, la validación de documentos, la asignación de un código y matrícula ficticia, el paso por las áreas de mutaciones y cartografía (incluyendo visitas de campo) y finalmente la generación del acto administrativo. También incluye reportes, notificaciones al ciudadano, y una parte administrativa para la gestión de usuarios y la integración con otros sistemas de la Alcaldía.

El modelo será el eje central para la toda la documentación de arquitectura y diseño.

Visión y alcance del proyecto (El “Qué” y el “Para Quién”)

- a)** Proyecto principal: Modelo para Inscripción de Posesiones Informales (MIPI).
- b)** Objetivo: Crear un sistema que permita a ciudadanos y funcionarios de catastro de Medellín registrar, validar, gestionar y visualizar las informalidades prediales (originadas por posesión y ocupación) que aún no figuran en el catastro oficial.
- c)** Actores (Usuarios):
 - Ciudadano/Poseedor: Inicia y consulta el estado de su solicitud de inscripción.
 - Funcionario Catastral: Revisa, valida, aprueba o rechaza las solicitudes, gestionando la información alfanumérica y geoespacial.
 - Administrador del Sistema: Gestiona usuarios y configuraciones del sistema.
- d)** Sistema Externos Clave:

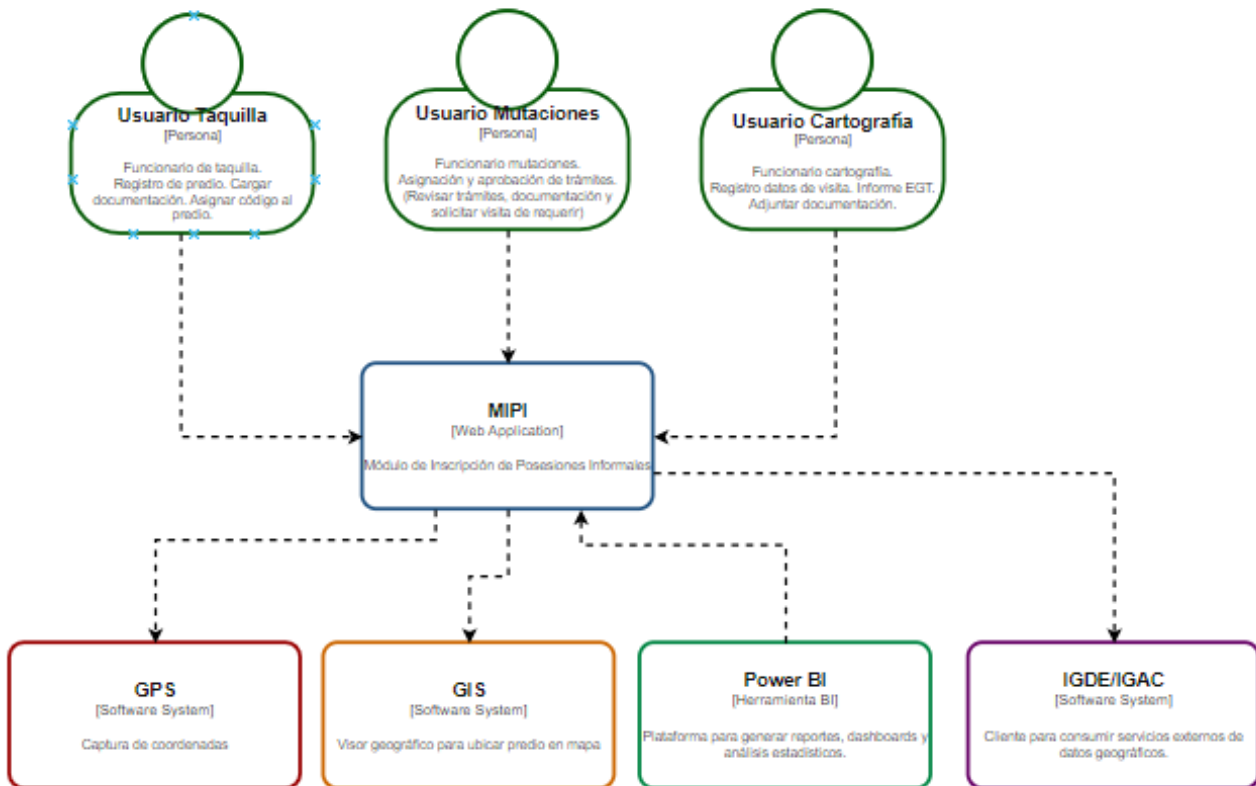
- Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE): Proveedor de datos espaciales y estándares.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC): Referente normativo y de estándares como LADM-COL.
- Base de Datos Catastral Actual: Sistema con el que el nuevo módulo deberá interactuar (leer y, eventualmente escribir).

Modelo de Arquitectura C4

Este modelo nos permite visualizar el sistema en diferentes niveles de abstracción.

a) Diagrama de Contexto del Sistema (System context diagram)

Figura 1 Diagrama de interacción del Módulo de Inscripción de Posesiones Informales (MIPI)



Fuente: Elaboración propia (2025)

Este es el punto de partida. Muestra el sistema (MIPI) como una “caja negra” y cómo interactúa con los usuarios y otros sistemas.

Sistema central: MIPI (Módulo de Inscripción de Posesiones Informales).

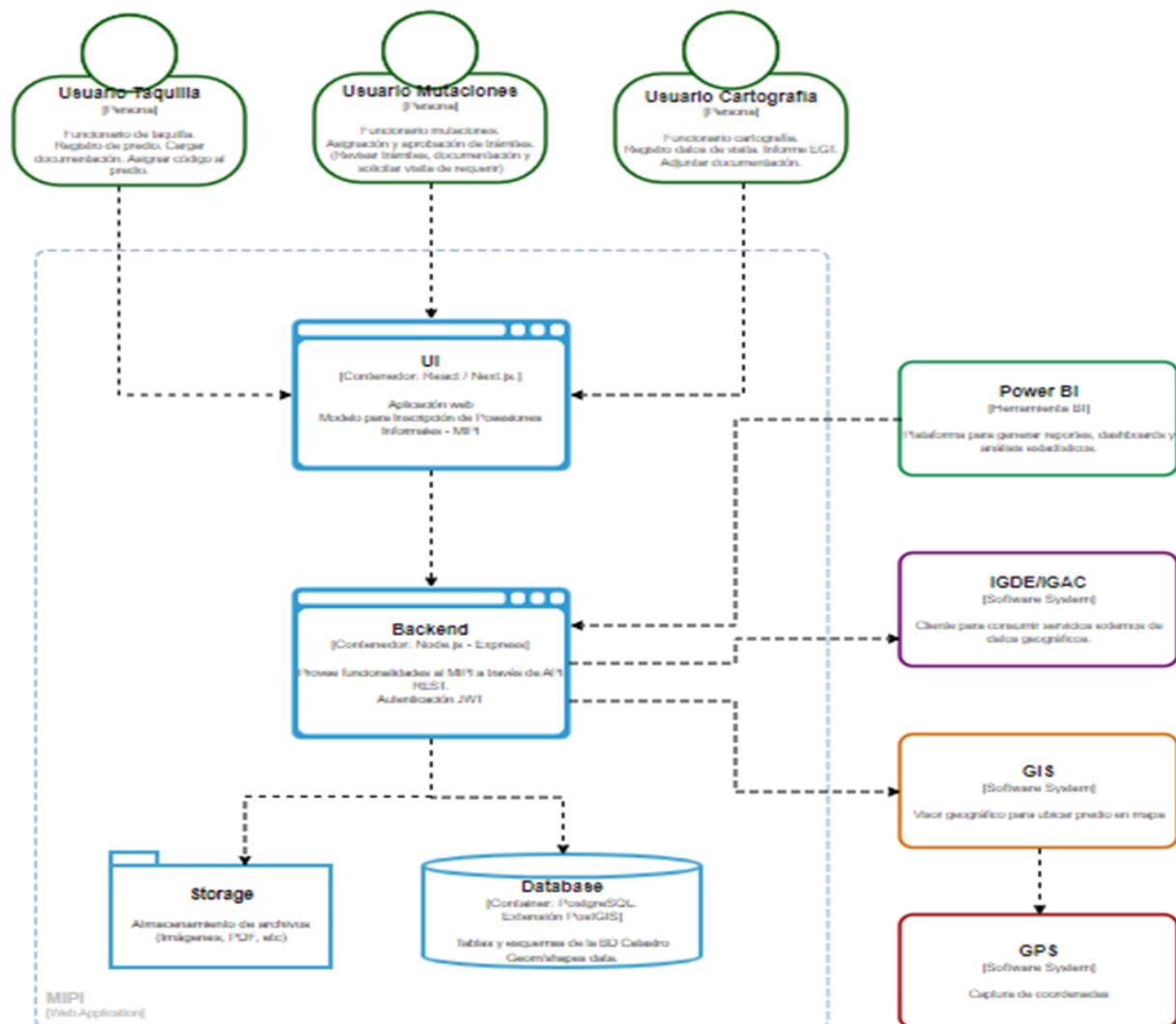
Interacciones:

El ciudadano realiza solicitudes y consultas de estado a través de la aplicación web del MIPI.

- El funcionario catastral gestiona las solicitudes a través de la aplicación web del MIPI.
- El MIPI consume datos geoespaciales de los servicios de la ICDE.
- El MIPI consulta y actualiza la Base de Datos Catastral Actual.
- EL MIPI se adhiere a los estándares del IGAC (LADM-COL).

b) Diagrama de Contenedores (container diagram)

Figura 2 Arquitectura del Módulo de Inscripción de Posesiones Informales (MIPI)

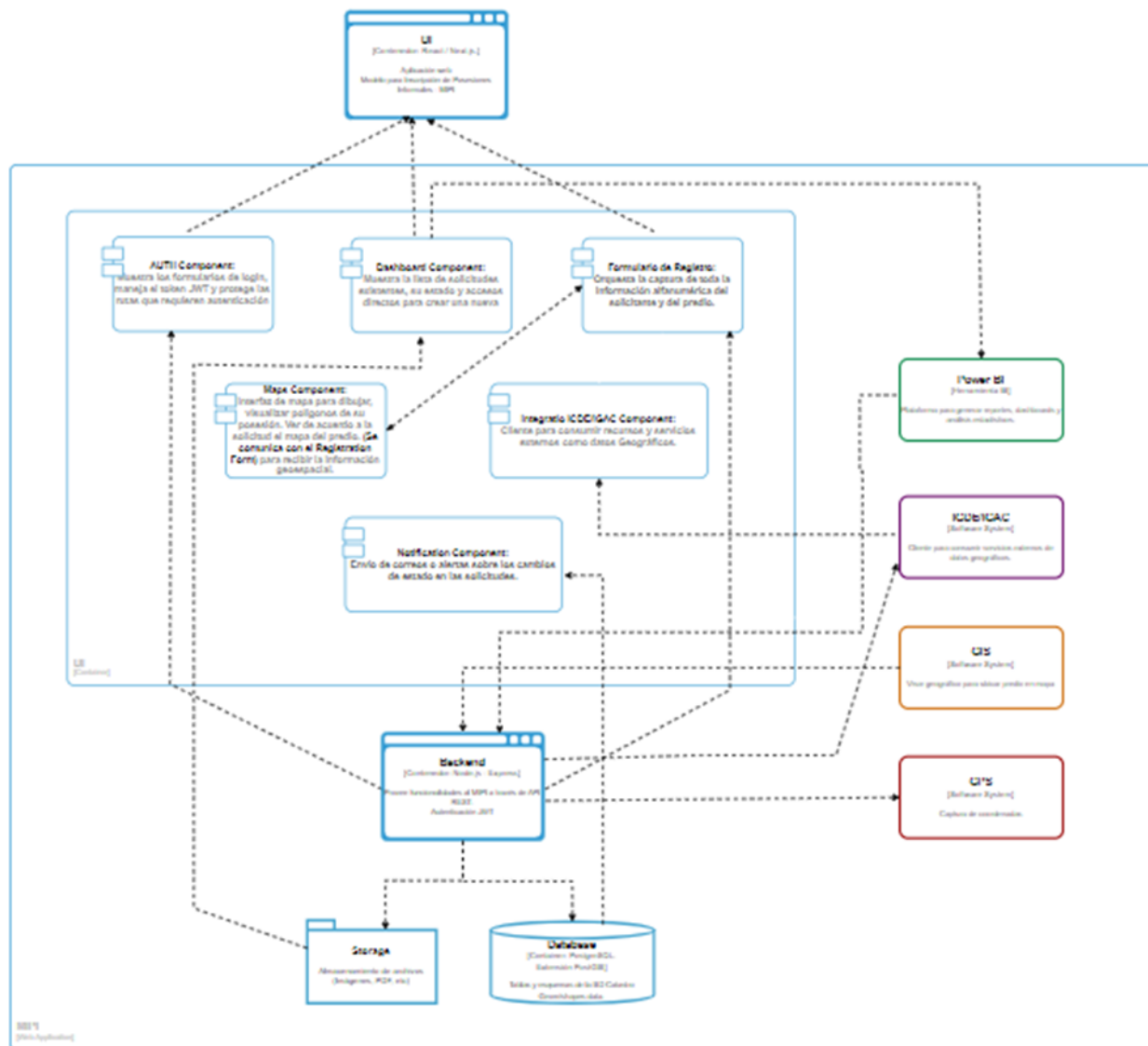


Fuente: Elaboración propia (2025)

Aquí abrimos la “caja negra” del MIPI para ver sus principales bloques de construcción tecnológicos

- **Contenedor 1: Aplicación Web (Frontend)**
 - Descripción: Interfaz de usuario para ciudadanos y funcionarios. Permite llenar formularios, subir documentos y visualizar mapas interactivos.
 - Tecnologías: React / Next.js.
 - Responsabilidad: Renderizar la interfaz, capturar la entrada del usuario y comunicarse con el backend API.
- **Arquitectura: Monolito modular.**
 - Contenedor 2: API de Backend (Backend)
 - Descripción: El cerebro del Sistema. Expone la lógica de negocio y los datos a través de una API REST.
 - Tecnología: Node.js o Python (se puede decidir si como monolito estructurado o microservicios).
 - Responsabilidad: Autenticación (JWT), validación de datos, procesamiento de solicitudes, orquestación de la lógica geoespacial.
 - Arquitectura: Monolito Modular.
- **Contenedor 3: Base de datos relacional y Espacial**
 - Descripción: Almacén persistente para todos los datos alfanuméricos y espaciales.
 - Tecnología: PostgreSQL con la extensión PostGIS.
 - Responsabilidad: Almacenar de forma segura y eficiente la información de solicitudes, usuarios, documentos y geometrías (shape, geom) cumpliendo el estándar LADM.
- **Contenedor 4: Herramientas de BI (Business Intelligence)**
 - Descripción: Plataforma para generar reportes, dashboards y análisis estadísticos.
 - Tecnología: Power BI.
 - Responsabilidad: Conectarse (probablemente en modo lectura) a la base de datos para extraer datos y presentarlos a los gestores.

Figura 4 Diagrama de componentes detallado del Módulo de Inscripción de Posesiones Informales (MPI)



Fuente: Elaboración propia (2025)

Este diagrama detalla el interior de un contenedor. Por ejemplo, para la API de Backend.

- Componente de Autenticación: Gestiona el login y la validación de tokens JWT.
- Componente de Gestión de Solicitudes: Implementa la lógica para crear, leer, actualizar y eliminar solicitudes (CRUD).

- Componente de Procesamiento Espacial: utiliza funciones de PostGIS para validar geometrías, calcular áreas e interceptar con otras capas.
- Componente de Integración ICDE/IGAC: Actúa como un cliente para consumir servicios externos de datos geográficos.
- Componente de Notificaciones: Envía correos o alertas sobre los cambios de estado en las solicitudes.

4.1 Requerimientos del Sistema

- **Requerimientos funcionales:** Son las acciones que el sistema debe permitir hacer.

a) Registro en taquilla única.

- i. **RF1.1:** El sistema debe permitir al usuario de taquilla registrar un nuevo trámite de predio informal.
- ii. **RF1.2:** El sistema debe permitir cargar y almacenar los siguientes documentos obligatorios:
 - i. Compraventa.
 - ii. Servicios públicos (propios o de vecino) según sea el caso.
 - iii. Cédula del vendedor.
 - iv. Cédula del comprador.
 - v. Declaración extra juicio (cuando no se tiene cédula).
- iii. **RF1.3:** El sistema debe validar que todos los documentos obligatorios sean cargados antes de continuar.
- iv. **RF1.4:** El sistema debe validar que los documentos cargados cumplan con el formato y tamaño permitido.
- v. **RF1.5:** El sistema debe permitir digitalizar los documentos directamente desde el dispositivo que se disponga para la captación del documento (escáner) y cargarlos al trámite.
- vi. **RF1.6:** El sistema debe permitir seleccionar el tipo de informalidad:
 - i. Informalidad en altura (construcción de más pisos sobre edificación existente).
 - ii. Ampliación de lote (se agregan más construcciones al lote).
- vii. **RF1.7:** El sistema debe generar un código interno o número de radicado para el trámite y asociarlo al predio.

- viii. **RF1.8:** Si el predio ya existe en el sistema, debe validarse contra la base de datos catastral para evitar duplicidad.
- ix. **RF1.9:** Si el predio no tiene matrícula asociada, el sistema debe permitir ingresar la dirección exacta del inmueble o la dirección de un predio vecino en caso de no tenerse dicha información.
- x. **RF1.10:** El sistema debe mostrar un resumen del trámite antes de ser enviado a mutaciones.

b) Asignación del código del predio informal.

- i. **RF2.1:** El sistema debe asignar automáticamente un código de matrícula ficticia mayor a 700 millones para los predios informales.
- ii. **RF2.2:** El sistema debe garantizar que los códigos ficticios no se repitan.
- iii. **RF2.3:** El sistema debe generar automáticamente un certificado de asignación de matrícula ficticia en PDF para ser entregado al ciudadano.

c) Flujo área de mutaciones.

- i. **RF3.1:** El sistema debe enviar el trámite registrado al área de mutaciones para validación.
- ii. **RF3.2:** El área de mutaciones debe poder visualizar la información cargada y los documentos anexos.
- iii. **RF3.3:** El sistema debe permitir que mutaciones tome la decisión correspondiente:
 - i. Aprobar el trámite con la información enviada.
 - ii. Solicitar visita en campo antes de continuar con la aprobación.
- iv. **RF3.4:** El sistema debe permitir que el área de mutaciones registre observaciones o comentarios al trámite.
- v. **RF3.5:** El sistema debe permitir reasignar el trámite a otro funcionario dentro del área de mutaciones.
- vi. **RF3.6:** El sistema debe permitir al área de mutaciones anexar documentos adicionales requeridos durante la validación.

d) Flujo área de cartografía y visita de campo.

- i. **RF4.1:** El sistema debe asignar automáticamente al equipo de cartografía los trámites que requieran visita.
- ii. **RF4.2:** El sistema debe generar una orden de visita con:
 - i. Dirección del inmueble.

<https://www.medellin.gov.co/> – trámites y servicios cuando el acto administrativo sea generado y quede disponible.

f) Validaciones y control.

- i. RF6.1:** El sistema debe asegurar que ningún trámite pueda cerrarse sin validación de mutaciones y/o cartografía.
- ii. RF6.2:** El sistema debe permitir visualizar la trazabilidad de todos los funcionarios que intervinieron en cada etapa del proceso.
- iii. RF6.3:** El sistema debe mantener un historial de cambios, visitas y documentos cargados para cada predio.
- iv. RF6.4:** El sistema debe generar alertas si falta información obligatoria antes de avanzar al siguiente pasó.
- v. RF6.5:** El sistema debe enviar notificaciones automáticas (correo electrónico o notificación interna) a los funcionarios responsables cuando se asigne un trámite.
- vi. RF6.6:** El sistema debe permitir definir tiempos máximos para cada etapa y generar alertas de vencimiento.
- vii. RF6.7:** El sistema debe bloquear la modificación de un trámite cuando se encuentre cerrado.

g) Reportes y consultas.

- i. RF7.1:** El sistema debe permitir consultar el estado de un trámite en tiempo real.
- ii. RF7.2: El sistema debe generar reportes de:**
 - i.** Predios registrados en un periodo de tiempo.
 - ii.** Trámites en revisión, en campo o aprobados.
 - iii.** Predios sin matrícula vs. predios con matrícula ficticia.
- iii. RF7.3:** El sistema debe permitir exportar reportes a Excel o PDF.
- iv. RF7.4:** El sistema debe permitir realizar filtros tales como (fecha, área responsable, tipo de informalidad, estado del trámite, por comuna, barrio, estado del trámite o código de predio).
- v. RF7.5:** El sistema debe permitir generar reportes por comuna, barrio, estado del trámite o código de predio.
- vi. RF7.6:** El sistema debe permitir reportes de auditoría para verificar predios en proceso, aprobados y rechazados y debe permitir identificar el área y el usuario asignado de acuerdo al estado de cada proceso.

- vii. **RF7.8:** El sistema debe permitir la generación de reportes geográficos (mapas de predios informales registrados).
- viii. **RF7.9:** El sistema debe permitir consultas públicas (el ciudadano puede consultar el estado de su trámite con número de radicado mediante el portal <https://www.medellin.gov.co/> – trámites y servicios).

h) Administración del Sistema:

- i. **RF8.1:** El sistema debe contar con gestión de usuarios y roles
 - i. Usuarios de taquilla.
 - ii. Usuarios área de mutaciones.
 - iii. Usuarios de cartografía.
 - iv. Administrador del sistema.
- ii. **RF8.2:** El sistema debe permitir configurar tipos de documentos requeridos.
- iii. **RF8.3:** El sistema debe permitir a los usuarios con perfil de administrador gestionar los inventarios de referencia (por ejemplo, usos tipo del predio, tipos de informalidad).
- iv. **RF8.4:** El sistema debe permitir parametrizar plazos por área para el seguimiento de trámites.
- v. **RF8.5:** El sistema debe permitir registrar bitácoras de acceso de cada usuario.
- vi. **RF8.6:** El sistema debe contar con un módulo de respaldo y recuperación de información.
- vii. **RF8.7:** El sistema debe permitir interoperar con otros sistemas de la Alcaldía (ejemplo: planeación, hacienda, jurídica).
- viii. **RF8.8:** El sistema debe registrar un log de auditoría (usuario, fecha, acción realizada).

- **Requerimientos no funcionales:** Son los atributos de calidad del sistema.

i) Rendimiento y escalabilidad.

- i. **RNF1.1:** Tiempo de respuesta: El sistema debe responder a las solicitudes críticas (carga de formularios, consultas de estado, generación de certificados y reportes) en un máximo de 2-3 segundos bajo condiciones normales de carga.
- ii. **RNF1.2:** Capacidad concurrente: El sistema debe soportar al menos 500 usuarios concurrentes sin degradar el rendimiento.

- iii. **RNF1.3:** Procesamiento de documentos: Debe permitir la carga, validación y almacenamiento de archivos PDF/JPG/PNG/GIS/GDB/MDB de hasta 100 MB cada uno, procesando al menos 50 cargas concurrentes sin fallas.
- iv. **RNF1.4:** Escalabilidad horizontal y vertical: La arquitectura debe permitir incrementar recursos de hardware o instancias sin requerir rediseño del software.

j) Seguridad y Confidencialidad.

- i. **RNF2.1:** Cumplimiento normativo: El sistema debe cumplir con la Ley 1581 de 2012 (Protección de Datos Personales) y estándares de seguridad institucionales (por ejemplo, ISO/IEC 27001).
- ii. **RNF2.2:** Autenticación y autorización: Debe implementar autenticación segura (por ejemplo, JWT) y manejo estricto de roles (taquilla, mutaciones, cartografía, administrador).
- iii. **RNF2.3:** Cifrado de datos: Los datos sensibles y documentos deben cifrarse en reposo y en tránsito.
- iv. **RNF2.4:** Registro de auditoría: El sistema debe registrar todas las operaciones (creación, modificación, descargas, exportaciones) con usuario, fecha, hora y acción, de manera inalterable.

k) Disponibilidad y Continuidad del Servicio.

- i. **RNF3.1:** Disponibilidad mínima: El sistema debe garantizar al menos 99,5 % de disponibilidad anual.
- ii. **RNF3.2:** Respaldo y recuperación: Debe realizar copias de seguridad diarias de bases de datos y documentos, con restauración en máximo 24 horas en caso de incidentes.
- iii. **RNF3.3:** Plan de continuidad: Debe contar con un plan de recuperación ante desastres que permita reanudar las operaciones críticas en máximo 24 horas después de un evento mayor.

l) Usabilidad y Accesibilidad.

- i. **RNF4.1:** Interfaz intuitiva: Las pantallas deben seguir los principios de usabilidad (ISO 9241-210): formularios claros, botones visibles y navegación en máximo 3 clics hacia las funciones principales.
- ii. **RNF4.2:** Accesibilidad inclusiva: El portal ciudadano debe cumplir con el estándar WCAG 2.1 nivel AA, compatible con lectores de pantalla y opciones de alto contraste.

- iii. **RNF4.3:** Idioma y mensajes de error claros: Todos los textos deben estar en español neutro con mensajes de error comprensibles y soluciones sugeridas.

m) Mantenibilidad y Evolutividad.

- i. **RNF5.1:** Arquitectura modular: El código debe estar organizado en módulos independientes (gestión de trámites, GIS, reportes, usuarios), lo que facilita su mantenimiento y evolución.
- ii. **RNF5.2:** Documentación técnica y de usuario: El sistema debe incluir manuales actualizados de instalación, operación, APIs y diagramas de arquitectura.
- iii. **RNF5.3:** Pruebas automatizadas: Debe contar con al menos 75% de cobertura en pruebas unitarias e integradas antes de cada despliegue en producción.
- iv. **RNF5.4:** Registro de incidencias: El sistema debe incluir un módulo para registrar, clasificar y hacer seguimiento a errores y solicitudes de mejora.

n) Compatibilidad e Interoperabilidad.

- i. **RNF6.1:** Integración vía APIs: El sistema debe exponer e integrarse mediante APIs RESTful seguras (HTTPS) con otros sistemas institucionales (Planeación, Hacienda, Jurídica).
- ii. **RNF6.2:** Compatibilidad GIS: El visor geográfico debe cumplir los estándares OGC WMS/WFS para interoperar con otros sistemas cartográficos.
- iii. **RNF6.3:** Compatibilidad multiplataforma: El portal debe ser responsive y funcional en navegadores modernos (Chrome, Firefox, Edge, Safari) y en dispositivos móviles Android/iOS.

o) Fiabilidad y Precisión.

- i. **RNF7.1:** Integridad transaccional: Las operaciones críticas (registro, asignación de matrícula ficticia, generación de certificados) deben cumplir las propiedades ACID (atómicas, consistentes, aisladas y duraderas).
- ii. **RNF7.2:** Validaciones automáticas: El sistema debe prevenir la duplicidad de predios y asegurar que toda la información obligatoria esté presente antes de avanzar en el flujo.

4.2 Modelo de datos

El Modelo Entidad-Relación definirá la estructura de la base de datos en PostgreSQL/PostGIS.

- Tabla Persona: Representa a las personas naturales, jurídicas o colectivos que tienen algún vínculo con un predio informal.

Campos:

- **id_persona:** Identificador único de la persona (clave primaria).
 - **tipo_persona:** Define si la persona es natural, jurídica o colectiva.
 - **nombres:** Nombres de la persona.
 - **apellidos:** Apellidos de la persona.
 - **documento_identidad:** Número de documento de identidad o NIT
 - **contacto:** Información de contacto (teléfono, correo, dirección).
- **Tabla Predio Informal:** Unidad básica de registro de un predio en condición de informalidad.

Campos:

- **id_predio:** Identificador único del predio (clave primaria).
 - **codigo_predial:** Código interno o provisional del predio.
 - **direccion_predio:** Dirección del predio.
 - **area:** Área total del predio.
 - **tipo_ocupacion:** Tipo de ocupación (posesión, arrendamiento, etc.).
 - **estado_juridico:** Estado legal del predio.
 - **geom:** Geometría espacial del predio (formato GIS).
- **Tabla Relacion:** Representa el vínculo entre una persona y un predio.

Campos

- **id_relacion:** Identificador único de la relación.
- **id_persona:** Referencia a la persona involucrada.
- **id_predio:** Referencia al predio asociado.
- **tipo_relacion:** Tipo de relación (poseedor, arrendatario, heredero, etc.).
- **fecha_inicio:** Fecha en la que inicia la relación.
- **fecha_fin:** Fecha en la que finaliza la relación.

- **Tabla Fuente:** Almacena evidencias o documentos que soportan las relaciones entre persona y predio.

Campos:

- id_fuente: Identificador único de la fuente.
- tipo_fuente: Tipo de documento o evidencia.
- descripcion: Descripción del documento.
- archivo_digital: Ruta o enlace al archivo digitalizado.
- fecha_registro: Fecha en la que se registró la fuente.
- id_relacion: Referencia a la relación asociada.

- **Tabla Unidad Administrativa:** Organiza territorialmente los predios dentro de divisiones político-administrativas.

Campos:

- id_unidad: Identificador único de la unidad.
- nombre_unidad: Nombre de la unidad administrativa
- tipo_unidad: Tipo de división (comuna, barrio, vereda, etc.).
- municipio: Nombre del municipio.
- departamento: Nombre del departamento.

- **Tabla Terreno: Detalle de los terrenos dentro de un predio.**

Campos:

- id_terreno: Identificador único del terreno.
- id_predio: Referencia al predio al que pertenece.
- area: Área total del terreno.
- forma: Forma geométrica del terreno.
- uso_principal: Uso principal del terreno (residencial, agrícola, etc.).
- geom: Geometría espacial del terreno.

- **Tabla Unidad Construccion:** Representa edificaciones asociadas a un terreno.

Campos:

- **id_construccion:** Identificador único de la construcción.
 - **id_terreno:** Referencia al terreno en el que se ubica.
 - **codigo_construccion:** Código interno de la construcción.
 - **piso:** Número de piso.
 - **area_construida:** Área construida en metros cuadrados.
 - **tipo_construccion:** Tipo de construcción (casa, bodega, local, etc.).
 - **estado_conservacion:** Estado físico de la construcción.
- **Tabla Características Construcción:** Describe atributos técnicos de las edificaciones.
Campos:
 - **id_caracteristica:** Identificador único de la característica.
 - **id_construccion:** Referencia a la unidad de construcción.
 - **material_predominante:** Material principal de la construcción.
 - **numero_pisos:** Número de pisos.
 - **servicios_publicos:** Servicios públicos disponibles.
 - **anio_construccion:** Año de construcción.
- **Tabla Tramite:** Registra los trámites relacionados con predios informales.
Campos:
 - **id_tramite:** Identificador único del trámite.
 - **numero_radicado:** Número de radicado.
 - **fecha_registro:** Fecha de registro del trámite.
 - **estado:** Estado del trámite.
 - **tipo_informalidad:** Clasificación de la informalidad.
 - **id_predio:** Referencia al predio asociado.
 - **id_usuario_taquilla:** Referencia al usuario que registró el trámite.
- **Tabla Documento:** Almacena documentos relacionados con trámites.
Campos:
 - **id_documento:** Identificador único del documento.
 - **nombre:** Nombre del documento.

- tipo_documento: Tipo de documento (PDF, Word, etc.).
 - formato: Formato del documento.
 - tamaño: Tamaño del archivo en KB/MB.
 - ruta_archivo: Ruta del archivo digital.
 - id_tramite: Referencia al trámite asociado.
- **Tabla Visita Campo:** Registro de visitas en campo realizadas por funcionarios.
Campos:
 - id_visita: Identificador único de la visita.
 - fecha_visita: Fecha de la visita.
 - observaciones: Observaciones realizadas durante la visita.
 - informe_egt: Informe técnico de la visita.
 - funcionario_responsable: Referencia al usuario responsable.
 - id_tramite: Referencia al trámite correspondiente.
- **Tabla Acto Administrativo:** Registra los actos administrativos emitidos sobre predios informales.
Campos
 - id_acto: Identificador único del acto.
 - numero_acto: Número del acto administrativo.
 - fecha_acto: Fecha en la que se expidió.
 - plantilla_usada: Plantilla empleada para la generación del acto.
 - documento_pdf: Referencia al documento digital en PDF.
 - id_predio: Referencia al predio asociado.
- **Tabla Área:** Áreas organizacionales o administrativas de la entidad.
Campos:
 - id_area: Identificador único del área.
 - nombre_area: Nombre del área.

- **Tabla Usuario:** Usuarios del sistema que gestionan los trámites y registros.

Campos:

- id_usuario: Identificador único del usuario.
- nombre: Nombre del usuario.
- correo: Correo electrónico del usuario.
- rol: Rol o perfil dentro del sistema.
- id_area: Referencia al área a la que pertenece.

- **Tabla Log Auditoria:** Registra las acciones realizadas en el sistema para trazabilidad.

Campos:

- id_log: Identificador único del log.
- id_usuario: Referencia al usuario que ejecutó la acción.
- fecha_hora: Fecha y hora en la que ocurrió la acción.
- accion_realizada: Descripción de la acción ejecutada.
- detalle: Detalle adicional de la acción.
- id_tramite: Referencia al trámite asociado.

- **Tabla Notificación:** Almacena las notificaciones enviadas a los usuarios.

Campos:

- id_notificación: Identificador único de la notificación.
- tipo: Tipo de notificación (correo, SMS, sistema).
- mensaje: Contenido del mensaje enviado.
- fecha_envio: Fecha y hora de envío.
- id_usuario: Referencia al usuario notificado.
- id_tramite: Referencia al trámite relacionado.

Figura 5 Diagrama del modelo de datos del Módulo de Inscripción de Posesiones Informales (MIPI)



Fuente: Elaboración propia (2025)

Flujo de Trabajo y Herramientas (DevOps)

- Control de versiones: Git con repositorio en GitHub. Se usará un flujo como GitFlow (ramas: main, develop, feature/...).
- Gestión de procesos (backend): PM2 para administrar las aplicaciones Node.js en el servidor.
- Pruebas de API: Postman será la herramienta estándar para diseñar, probar y documentar las APIs.

- Despliegue: Se definirá un pipeline de Integración Continua y Despliegue Continuo (CI/CD) utilizando herramientas de GitHub Actions para automatizar el despliegue en los servidores (MCP Server).
- IA de Soporte: Se incentiva el uso de Claude, Gemini, etc. Para la generación de código boilerplate, resolución de dudas y optimización.

6 CIERRE

Esta investigación pone de manifiesto los grandes problemas que tiene Medellín para regularizar las ocupaciones informales e integrarlas al catastro urbano. Los principales resultados del análisis se resumen en los siguientes aspectos:

La informalidad urbana en Medellín es un problema generalizado que involucra a una gran parte de la población. Según los datos levantados, más del 30% de la población urbana vive en asentamientos informales no catastrados. Esto no solo crea problemas de planificación urbana, sino que también restringe el acceso a servicios básicos y genera desigualdad social.

La normalización catastral de las ocupaciones informales en Medellín no es un acto administrativo, es un acto de justicia social. El acceso a los derechos de propiedad y a los beneficios de una regularización catastral es esencial para una vida digna en los barrios informales. La formalización de la propiedad no solo otorga seguridad jurídica a sus habitantes, sino que también les abre las puertas a servicios públicos, crédito y otros beneficios.

Las herramientas SIG son una solución para los problemas catastrales de Medellín. Estas tecnologías pueden capturar, mapear y actualizar rápidamente las ocupaciones informales y así integrarlas al catastro oficial. Pero a pesar de estos avances, es claro que Medellín aún tiene que invertir más en la infraestructura tecnológica y en capacitar al personal para que el sistema funcione adecuadamente.

Los obstáculos legales y sociales aún representan obstáculos importantes. Los miedos de los ciudadanos a ser expropiados o a ser gravados con más impuestos restringen a los ciudadanos a regularizarse. Pero también la ausencia de un marco legal que ampare la regularización de las ocupaciones irregulares impide establecer un modelo efectivo. Es necesario hacer cambios legislativos para permitirlo y asegurar la participación de las comunidades.

El proyecto del Módulo de Inscripción de Posesiones Informales (MIPI) evidencia que es posible organizar de manera clara y estructurada la información de los predios que no forman parte del catastro formal, lo que facilitará la gestión tanto para los ciudadanos como para los funcionarios.

La digitalización de trámites y documentos permitirá una reducción en los tiempos de atención y una mayor transparencia en cada paso del proceso, evitando pérdidas de información y mejorando la trazabilidad.

La integración de mapas y visitas de campo dentro del flujo de trabajo constituye un valor agregado relevante, ya que no solo se recopila la información documental, sino también la geográfica y técnica, lo que fortalece la validación de cada solicitud.

De manera general, el MIPI se consolida como una herramienta clave para avanzar hacia un catastro más actualizado, confiable y cercano a la realidad de la ciudad, aportando a la planeación territorial y a la toma de decisiones de la administración municipal.

Como resultado de este estudio, se proponen las siguientes recomendaciones para viabilizar un modelo efectivo de inscripción al catastro de Medellín:

- Crear un marco legal claro para regularizar: Es necesario que el marco legal colombiano evolucione para permitir la regularización de las ocupaciones informales. La Ley de Regularización Urbana debe actualizarse y ajustarse a las necesidades actuales de las ciudades en desarrollo, como Medellín. Pero, además, se requiere una legislación más explícita para el uso de tecnologías de información geoespacial en el proceso catastral que permita mantener actualizados los datos en forma permanente.
- Priorizar un SIG que integre las ocupaciones informales al catastro urbano. Y este sistema debe estar disponible para autoridades y habitantes de barrios informales. Además, el sistema debe ser transparente y permitir a los ciudadanos hacer seguimiento al proceso de regularización y conocer su estado en tiempo real.
- Para vencer la resistencia social, los habitantes de los barrios informales deben ser protagonistas en el proceso de regularización. Deberán desarrollarse talleres comunitarios y campañas de sensibilización para dar a conocer los beneficios de la formalización y generar confianza. Además, los líderes comunitarios deben ser partícipes para que el proceso sea aceptado.
- El modelo debe establecer mecanismos precisos para mantener actualizado el catastro. Ya que las ocupaciones informales crecen a pasos agigantados, el sistema debe tener la capacidad de registrar nuevas ocupaciones en tiempo real, usando tecnologías SIG y otras avanzadas. "La

actualización continua mantendrá el catastro a tono con la realidad urbana de Medellín y permitirá planear el territorio".

- Para que la regularización catastral beneficie la vida de los ciudadanos, el modelo debe acompañarse de programas de apoyo social y económico. Esto puede pasar por subvenciones para el consumo de servicios públicos o créditos preferenciales para la mejora de viviendas. Estos programas beneficiarán a los habitantes de barrios informales y fortalecerán la cohesión social en barrios recién regularizados.

Merece la pena comentar algunas dificultades que se presentaron a lo largo del desarrollo del estudio, que a pesar de haber logrado hacer un recorrido por la regularización catastral de la informalidad en Medellín, tuvo algunas limitaciones que podrían llegar a incidir en la aplicación del modelo propuesto:

- Uno de los mayores obstáculos para hacer una propuesta catastral exacta es la falta de información completa y actualizada sobre las ocupaciones irregulares. Pero a pesar de los esfuerzos del gobierno de Medellín, todavía hay vacíos de información que impiden la plena integración de los barrios informales al catastro.
- A pesar de los esfuerzos por involucrar a las comunidades, aún existe resistencia por parte de los habitantes de los barrios informales. La desconfianza en las autoridades locales y el temor a que la regularización traiga consigo nuevos impuestos o despojo de tierras podría obstaculizar la aplicación del modelo.
- La coordinación interinstitucional sigue siendo uno de los principales desafíos para implementar con éxito un modelo de inscripción de oficios informales. "La falta de articulación entre las entidades del gobierno responsables de la gestión urbana, el catastro y los servicios públicos puede demorar la actualización de los registros y la extensión de los servicios a las zonas recién regularizadas".

7 REFERENCIAS

- [1] Departamento Administrativo de Planeación de Medellín, Informe sobre la situación catastral y de ocupación en Medellín, Medellín: Alcaldía de Medellín, 2021.
- [2] D. Fernández, "La inclusión social y la gestión del catastro en ciudades latinoamericanas", *REDAU*, vol. 16, n° 3, pp. (pp.121-134), 2017.
- [3] J. Ospina y C. Bedoya, "Gestión del riesgo y catastro multipropósito en asentamientos informales de Medellín", *Ingeniería y Región*, vol. 18, n° 1, pp. (pp.45-61), 2021.
- [4] Instituto Nacional de Estadística y Geografía - INEGI, Uso de tecnologías geoespaciales en el catastro urbano en México, Ciudad de México: INEGI, 2019.
- [5] P. Silva, "Cadastro social e regularização fundiária em favelas brasileiras", *RBEUR*, vol. 22, n° 3, pp. (pp.441-458), 2020.
- [6] J. Paasch, C. Lemmen y P. Van Oosterom, "Further development of the Land Administration Domain Model (LADM) in ISO," *Land Use Policy*, vol. 96, n° 1, pp. (pp.104-116), 2020.
- [7] Organización de las Naciones Unidas - ONU-Habitat, Innovative land tools for informal settlement upgrading in Africa: Lessons from Nairobi and Kigali, Nairobi: ONU, 2021.
- [8] Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Resolución 1040, Bogotá, 2023.
- [9] Subsecretaría de Catastro, "Catastroapp", 2024. [En línea]. Disponible en :
<https://catastroapp.vercel.app/dashboard>
- [10] E. Fernandes, Regularización de asentamientos informales en América Latina, Cambridge, 2011.
- [11] Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT), "DSR: A un paso más de la investigación científica", 2016. [En línea]. Disponible en:
<https://www.usat.edu.pe/entrevistas/dsr-a-un-paso-mas-de-la-investigacion-cientifica/>

- [12] R. Munaf, J. Ahmed, F. Khakwani and T. Rana, "Microservices Architecture: Challenges and Proposed Conceptual Design," *International Conference on Communication Technologies (ComTech)*, vol. 1, n° 1, pp. (pp.82-87), 2019.
- [13] Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, Disposiciones Específicas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá: DANE, 2020.
- [14] Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, Censo de Población y Vivienda, Bogotá: DANE, 2020.
- [15] M. González, "Modelos de regularización catastral en América Latina", *Digital Geogr. Soc*, vol. 12, n° 3, pp. (pp.45-59), 2017.
- [16] J. Rodríguez, "La implementación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la gestión urbana", *Ing. Invest. Tecnol*, vol. 18, n° 2, pp. (pp.45-60), 2018.
- [17] J. Gómez y M. López, "El uso de los SIG en la planificación y regularización urbana en Colombia", *Cuad. Geogr. Rev. Colomb. Geogr.*, vol. 35, n° 2, pp. (pp.88-100), 2019.
- [18] D. Restrepo, Asentamientos informales y políticas de regularización en Medellín, Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2018.
- [19] F. González, "La regularización catastral en Brasil: Lecciones aprendidas", *Revista de urbanismo*, vol. 10, n° 5, pp. (pp.68-72), 2019.
- [20] M. Vargas, "Políticas de urbanización y regularización catastral en México", *EURE*, vol. 13, n° 2, pp. (pp.84-91), 2020.
- [21] Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, Integración de ocupaciones informales en el catastro de la ciudad, Buenos Aires, 2019.
- [22] Alcaldía de Medellín, Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín, Medellín, 2020.
- [23] H. Jaramillo, "Regularización y catastros en Medellín", *Urban Transform*, vol. 22, n° 4, pp. (pp.98-115), 2015.

- [24] A. Durán y M. Cárdenas, "La informalidad urbana en Colombia: Retos para la planificación", *Rev. Ing. Univ. Medellin*, vol. 15, n° 2, pp. (pp.45-60), 2021.
- [25] Secretaría de Hacienda de Medellín, Informe sobre el catastro urbano y fiscal en Medellín,, Medellín: Alcaldía de Medellín, 2021.
- [26] Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD), Modelo de Catastro Digital en Bogotá: Regularización de barrios informales, Bogotá: Alcaldía Mayor de bogotá, 2017.
- [27] R. Ochoa, "Desafíos de la gestión catastral en ciudades latinoamericanas: Lecciones desde Brasil, México y Colombia", *J. Urban Plann. Dev.*, vol. 11, n° 2, pp. (pp.45-60), 2018.
- [28] Alcaldía de Medellín, Informe sobre la planificación urbana y la gestión catastral, Medellín: Alcaldía de Medellín, 2021.
- [29] Departamento Nacional de Planeación - DNP, Catastro multipropósito: Lineamientos conceptuales y metodológicos, Bogotá: DNP, 2020.
- [30] I. Williamson, S. Enemark, J. Wallace and A. Rajabifard, Land Administration for Sustainable Development, California: ESRI Press, 2010.
- [31] International Organization for Standardization - ISO, ISO 19152:2012 – Geographic information — Land Administration Domain Model (LADM), 2012.
- [32] Alcaldia de Medellin, "Subsecretaria de Catastro", [En línea]. Disponible en: <https://www.medellin.gov.co/es/secretaria-gestion-y-control-territorial/subsecretaria-de-catastro/>
- [33] M. Kalantari, K. Dinsmore, J. Urban-Karr and A. Rajabifard, "A roadmap to adopt the Land Administration Domain Model in cadastral information systems," *Land use policy*, vol. 49, n° 1, pp. (pp.552-564), 2015.
- [34] W. Effenberg y I. Williamson, "Data flows, standards and incremental cadastral update," *8th Annual Colloquium of the Spatial Information Research Centre*, vol. 1, n° 1, pp. (pp.9-11), 1996.

- [35] M. Selamat, M. Othman, N. Shamsuddin, N. Zukepli and F. Hassan, "A review on open source architecture in Geographical Information Systems," *International Conference on Computer & Information Science (ICCIS)*, vol. 1, n° 1, pp. (pp.962-966), 2012.
- [36] J. Lin y H. Zhang, "Data Structure Visualization on the Web," *IEEE International Conference on Big Data*, vol. 1, n° 1, pp. (3272-3279), 2020.
- [37] Y. Song y S. Jin, "Research on Teaching Content Reform of Data Structure for Data Science and Big data Technology Major," *Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)*, vol. 1, n° 1, pp. (pp.55-57, 2023.
- [38] E. Unger, R. Bennett, C. Lemmen and J. Zevenbergen, "LADM for sustainable development: An exploratory study on the application of domain-specific data models to support the SDGs," *Land use policy*, vol. 108, n° 1, 2021.
- [39] M. Ahsan, Deriving requirements for integrated and standardised cadastre profile from the legacy Board of Revenue and the contemporary land administration systems, *Survey Review*, 2024.