



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES®

**Integración de fuentes de información e implementación de un
tablero de control para el seguimiento de actividades del proceso de
actualización catastral en el marco del catastro multipropósito**

Juan David Dallos Becerra

Jorge Mario López Pérez

Marco González Reyes

Cristhian Castro Rodríguez

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

Asesor: Ingeniero José Mauricio Meneses Hernández

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

Cita	(Dallos Becerra, López Pérez, González Reyes & Castro Rodríguez. (2025)
Referencia	Dallos Becerra, J. D., López Pérez, J. M., González Reyes, M., & Castro Rodríguez, C. (2025). <i>Integración de información e implementación de tablero de control para el seguimiento del proceso de actualización catastral multipropósito</i> [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Manizales. RIDUM: Repositorio Institucional Universidad de Manizales.
Estilo APA 7 (2020)	



Especialización en Sistemas de Información Geográfica - Virtual, II

Grupo de Investigación y Desarrollo en Informática y Telecomunicaciones

Línea de Investigación Territorios Inteligentes y Sostenibles.

Declaración de inteligencia artificial: el o los autores de este trabajo de grado declaran que han utilizado herramientas de inteligencia artificial (IA), tales como [mencionar herramientas utilizadas, por ejemplo, ChatGPT, Grammarly, Turnitin, Copilot, Gemini, entre otras], de manera ética y responsable, tal como se establece en el Acuerdo UManizales 002 (julio 26 de 2023) sobre propiedad intelectual e IA. Estas herramientas son empleadas como apoyo en la redacción, revisión gramatical y generación de ideas, pero en ningún caso sustituyen el análisis crítico, la argumentación académica ni la originalidad del trabajo. Asimismo, cualquier contenido generado con asistencia de IA está citado y referenciado adecuadamente, garantizando la integridad académica y el cumplimiento de los principios éticos de la investigación.

Biblioteca y Centro de Recursos: biblioteca.umanizales.edu.co

Repositorio Institucional: ridum.umanizales.edu.co

Universidad de Manizales: umanizales.edu.co

Revistas: revistasum.umanizales.edu.co

Fondo Editorial: editorialum.umanizales.edu.co

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

Dedicatoria

Agradecimientos

Tabla de contenido

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
Descripción del área problemática	12
Características	16
Formulación del problema	17
Modelo LADM (Land Administration Domain Model)	23
Sistemas de Información Geográfica (SIG)	23
Interoperabilidad y Gestión de Datos Espaciales	24
Visualización de Datos y Dashboards	24
Catastro multipropósito	25
<i>Enfoque Metodológico</i>	28
<i>Tipo de Estudio</i>	28
<i>Procedimiento</i>	29
Primera Fase: Planeación	29
Segunda Fase: Diseño	30
Tercera Fase: Desarrollo	30
Cuarta Fase: Evaluación	31
Alcance y Planeación	32
Responsables y Roles	32
Requerimientos Previos	33
Herramientas y software	34
Lenguajes de Programación y Bibliotecas	35
Revisión de Información Base	36

Diseño.....	40
Requerimientos Funcionales.....	40
Diseño De Tablero de Control.....	41
Configuración de capas y servicios web.....	44
Tercera Fase: Desarrollo.....	47
Tablero de control en ArcGIS Experience Builder:.....	47
Evaluación.....	55
Referencias.....	63

Lista de tablas

Tabla 1. Características generales del municipio de San Diego.....	13
Tabla 2. Determinantes del Ordenamiento Territorial de San Diego.....	14
Tabla 3. Características generales de Manaure.....	16
Tabla 4. Determinantes del Ordenamiento Territorial de Manaure.....	17
Tabla 5. Insumos base de tipo Raster.....	36
Tabla 6. Cartografía Básica. Tipo Vectorial.....	36
Tabla 7. Estructura de Campos.....	38
Tabla 8. Insumos cartográficos secundarios.....	40
Tabla 9. Equipos encuestados.....	57
Tabla 10. Resultados encuestas.....	57

Lista de figuras

Figura 1. Mapa de localización de San Diego.....	13
Figura 2. Mapa de localización general de Manaure	15
Figura 3. Estructura del archivo GeoDataBase de la información Catastral.....	37
Figura 4. Estructura de Campos. Google Sheets.....	38
Figura 5. Disposición General del Geovisor.	42
Figura 6. Uso de Créditos ArcGIS Online	44
Figura 7. Creación Aplicación Web Builder.	45
Figura 8. Grupos compartidos. ArcGIS Online.....	45
Figura 9. Servicios de capas en ArcGIS Online.....	46
Figura 10. Pestañas del Tablero de Control.	47
Figura 11. Disposición Tablero de Control SIG	48
Figura 12. Expresión Arcade AGOL.....	49
Figura 13. Tablero de Control equipo de Reconocimiento.	50
Figura 14. Tablero de Control. Equipo Gerencial.	52
Figura 15. Tablero de Control. Visor de Mapas.....	53
Figura 16. Formulario Survey 123.	56

Siglas, acrónimos y abreviaturas

AGOL	ArcGIS Online
CORPOCESAR	Corporación Autónoma Regional del Cesar
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
EOT	Esquema Básico de Ordenamiento Territorial
LADM	Land Administration Domain Model (Modelo de Administración del Territorio)
OT	Ordenamiento Territorial
PBOT	Plan Básico de Ordenamiento Territorial
UIT	Unidad de Intervención Territorial
SIG	Sistema de Información Geográfica

Resumen

En Colombia, en el contexto de la implementación del catastro multipropósito, se llevan a cabo procesos de actualización catastral en distintos municipios del país. Este proceso tiene como objetivo recopilar, verificar y ajustar la información física, jurídica y económica de los predios, con el fin de que el catastro refleje de forma precisa y actualizada la realidad territorial.

La actualización catastral involucra múltiples áreas operativas y técnicas, cuyas actividades requieren coordinación, seguimiento y control continuo. La variedad de actores y fuentes de información, así como la necesidad de cumplir con metas y compromisos contractuales, evidencian la importancia de contar con herramientas que permitan visualizar el estado actual del proceso y apoyar la toma de decisiones.

Frente a esta necesidad, el presente proyecto propone el diseño e implementación de un tablero de control en el entorno tecnológico de ESRI, específicamente mediante la herramienta Experience Builder. Este tablero tendrá un enfoque interoperable, integrando información proveniente de diferentes fuentes como bases de datos SQL Server con estructuras basadas en el modelo LADM, hojas de cálculo en Google Sheets y otros insumos complementarios. La solución buscará centralizar y organizar los datos clave, permitiendo un monitoreo actualizado de las actividades, facilitando el seguimiento técnico y contractual, y aportando a una gestión más eficiente del proceso de actualización catastral.

Palabras clave: sig, catastro, ladm, interoperabilidad

Abstract

In Colombia, in the context of the implementation of the multipurpose cadastre, cadastral updating processes are being carried out in different municipalities of the country. The purpose of this process is to collect, verify and adjust the physical, legal and economic information of the properties, so that the cadastre accurately reflects the territorial reality.

Cadastral updating involves multiple operational and technical areas, whose activities require coordination, follow-up and continuous control. The variety of actors and sources of information, as well as the need to meet goals and contractual commitments, highlight the importance of having tools to visualize the current status of the process and support decision making.

Faced with this need, the present project proposes the design and implementation of a control panel in the ESRI technological environment, specifically through the Experience Builder tool. This dashboard will have an interoperable approach, integrating information from different sources such as SQL Server databases with structures based on the LADM model, Google Sheets spreadsheets and other complementary inputs. The solution will seek to centralize and organize key data, allowing updated monitoring of activities, facilitating technical and contractual follow-up, and contributing to a more efficient management of the cadastral updating process.

Keywords: gis, cadastre, ladm, interoperability

Introducción

En Colombia, la implementación del catastro multipropósito ha representado un cambio significativo en la gestión de la información territorial, al exigir procesos más precisos, actualizados y accesibles que integren componentes físicos, jurídicos y económicos de los predios. No obstante, la dispersión de las fuentes de información, la falta de interoperabilidad entre los sistemas y la carencia de herramientas de seguimiento unificadas han dificultado la trazabilidad y el control de las actividades en los procesos de actualización catastral. Esta situación limita la capacidad institucional para supervisar el avance operativo y técnico de los proyectos, afectando la calidad y oportunidad de los datos generados.

El presente trabajo surge como respuesta a dicha problemática, con el propósito de integrar fuentes de información e implementar un tablero de control que permita el seguimiento sistemático de las actividades del proceso de actualización catastral en el marco del catastro multipropósito. A través del uso de tecnologías geoespaciales, específicamente la plataforma ArcGIS Experience Builder, se busca consolidar en un entorno único la información proveniente de bases de datos, hojas de cálculo y sistemas interoperables, garantizando su consistencia, accesibilidad y disponibilidad en tiempo real.

En este contexto, el proyecto se plantea como objetivo general integrar fuentes de información e implementar un tablero de control para el seguimiento de actividades del proceso de actualización catastral de los municipios de San Diego y Manaure, en el departamento del Cesar. Para lograrlo, se establecen objetivos específicos orientados a la integración de información institucional y territorial, el diseño de una interfaz interactiva de visualización, la automatización de procesos mediante Python y ArcPy, y la evaluación de la efectividad del tablero como herramienta de gestión y toma de decisiones.

La investigación busca dar respuesta a preguntas como: ¿Cómo puede integrarse la información generada en las diferentes fases del proceso catastral dentro de una misma plataforma tecnológica? ¿Qué mecanismos permiten garantizar la interoperabilidad y calidad de los datos? ¿De qué manera un tablero de control contribuye al seguimiento técnico y administrativo del proceso de

actualización catastral? Estas interrogantes orientan el desarrollo del estudio y sustentan su enfoque metodológico.

La justificación del proyecto se fundamenta en la necesidad de fortalecer la gestión catastral mediante soluciones tecnológicas que optimicen la trazabilidad, transparencia y eficiencia de los procesos. La integración de sistemas de información geográfica (SIG) con herramientas de visualización de datos posibilita la identificación oportuna de avances, retrasos y problemáticas, apoyando la toma de decisiones basadas en evidencia. Asimismo, la propuesta contribuye a la modernización institucional y a la implementación efectiva del catastro multipropósito, favoreciendo la replicabilidad del modelo en otros contextos territoriales del país.

En síntesis, este trabajo busca aportar una solución tecnológica interoperable que facilite la administración y supervisión del proceso catastral, integrando fuentes heterogéneas de información en una plataforma unificada de análisis y seguimiento. Con ello, se promueve una gestión más eficiente, transparente y alineada con los principios del catastro multipropósito, fortaleciendo las capacidades institucionales y técnicas en la administración del territorio.

Planteamiento del problema

Descripción del área problemática

Este proyecto se desarrolla en el contexto del departamento del Cesar, enfocándose específicamente en municipios que no cuentan con procesos recientes de actualización catastral y que han sido priorizados para la ejecución de este tipo de intervenciones. Si bien la implementación se centra en esta región, el enfoque metodológico y técnico del proyecto está diseñado para ser replicable en cualquier municipio del país, permitiendo su adaptación a distintos contextos territoriales. De esta manera, la propuesta no solo responde a necesidades locales inmediatas, sino que también se perfila como una solución escalable para apoyar la gestión catastral en el marco del catastro multipropósito a nivel nacional.

El municipio de San Diego se encuentra ubicado en el nordeste del país, en el departamento de Cesar. Conforme a la información que reposa en la página oficial del municipio fue fundado el 19 de julio de 1609, y creado bajo la Ordenanza No. 002 de 1.977 (Alcaldía Municipal de San Diego, Cesar, 2025).

Por otra parte, según información del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE, la población de San Diego asciende a 21.730 habitantes, donde 10,887 equivalentes al (50.1%) son hombres y 10,843 es decir el (49.9%) son mujeres.

Describe el instrumento de ordenamiento territorial EOT adoptado, que La cabecera del municipio está situada a 20 km de la capital departamental, Valledupar, y hace parte del área metropolitana de la ciudad. El territorio municipal es en su mayoría plano y hacia el este presenta terreno ondulado con alturas que alcanzan los 500 m sobre el nivel del mar, las cuales corresponden a las estribaciones de la serranía de los Motilones o Perijá. Su río más importante, es el río Chiriaimo. Sus tierras están comprendidas en los pisos térmicos cálido y templado.

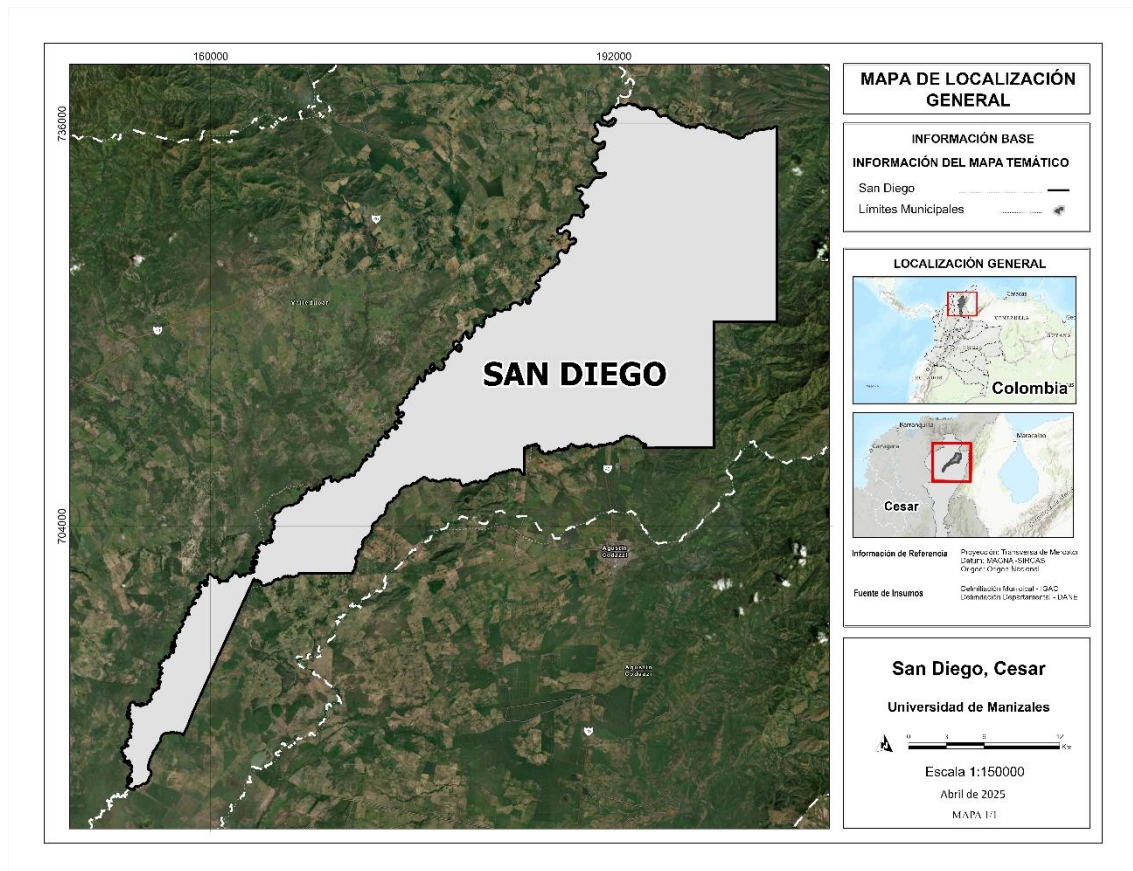


Figura 1. Mapa de localización de San Diego

Fuente: Elaboración de los autores

Datos de interés	
Departamento:	Cesar
Municipio:	San Diego
Área:	64488.1 HA
Código DANE:	20750
Fecha de creación del municipio:	19 de julio de 1609
Instrumento de ordenamiento	Esquema Básico de ordenamiento Territorial (EOT)

Tabla 1. Características generales del municipio de San Diego

Fuente: Elaboración de los autores

- En el municipio de San Diego, predomina un paisaje de piedemonte con pendientes inclinadas, donde se destacan glaciares, abanicos aluviales, abanicos aluvio-torrenciales y vallecitos, que en conjunto representan el 53% del territorio municipal.
- En el costado oriental del municipio se encuentra una zona montañosa con alturas que superan los 1.300 msnm, mientras que hacia el occidente se localiza el valle aluvial del río Cesar.
- La cabecera municipal y los centros poblados de El Rincón, Las Pitillas, Los Brasiles, Los Tupes, Media Luna, Nuevas Flores y Tocaimo presentan condiciones ambientales, pendientes y suelos que han facilitado históricamente la ocupación del territorio.
- La principal actividad económica de la población de San Diego está vinculada al sector agropecuario, del cual proviene la mayor parte de sus ingresos.
- Existe una inconsistencia entre la información catastral rural y el límite geográfico en la zona limítrofe con el municipio de La Paz, lo que genera conflictos en la delimitación territorial.
- Un aspecto clave del ordenamiento territorial del municipio es su integración con la cuenca del río Magiríaimo, ya que el 19,3% del área municipal hace parte de esta cuenca, lo que implica una regulación especial en el uso del suelo conforme al Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas (POMCA).

Tipo de área	Descripción	Área (ha)	Porcentaje (%)
Deriva de instrumento POMCA Río Magiríaimo	Protección	4.804	7,4
	Restauración	3.981	6,1
	Producción y usos sostenibles	3.712	5,7
Total, área POMCA		12.507	19,3

Tabla 2. Determinantes del Ordenamiento Territorial de San Diego

Fuente: Elaboración de los autores a partir de la información del Esquema de Ordenamiento Territorial, San Diego – 2016, información del IGAC y CORPOCESAR. Octubre 2024.

El municipio de Manaure Balcón del Cesar es un municipio ubicado en el departamento del Cesar, Colombia. Limita al norte con La Jagua del Pilar, al sur y al occidente con La Paz, y al oriente con Venezuela. Este municipio, que forma parte del Área Metropolitana de Valledupar, fue fundado el 1 de enero de 1875 y se erigió como municipio el 21 de diciembre de 1980. Su cabecera es Manaure del Perijá, situada a una altitud de 775 metros sobre el nivel del mar. (Alcaldía Manaure Balcón del Cesar, 2018)

Con una superficie de 126.4 km² y una población aproximada de 10,835 habitantes en 2023, Manaure es conocido por su clima suave y su rica biodiversidad. La economía local se basa en la agricultura, destacándose la producción de frutas, cacao y plantas medicinales. Además, el municipio es un destino turístico atractivo, famoso por sus paisajes naturales, balnearios y festividades culturales, como la fiesta de la Virgen del Carmen y el festival de Voces, Versos y Canciones

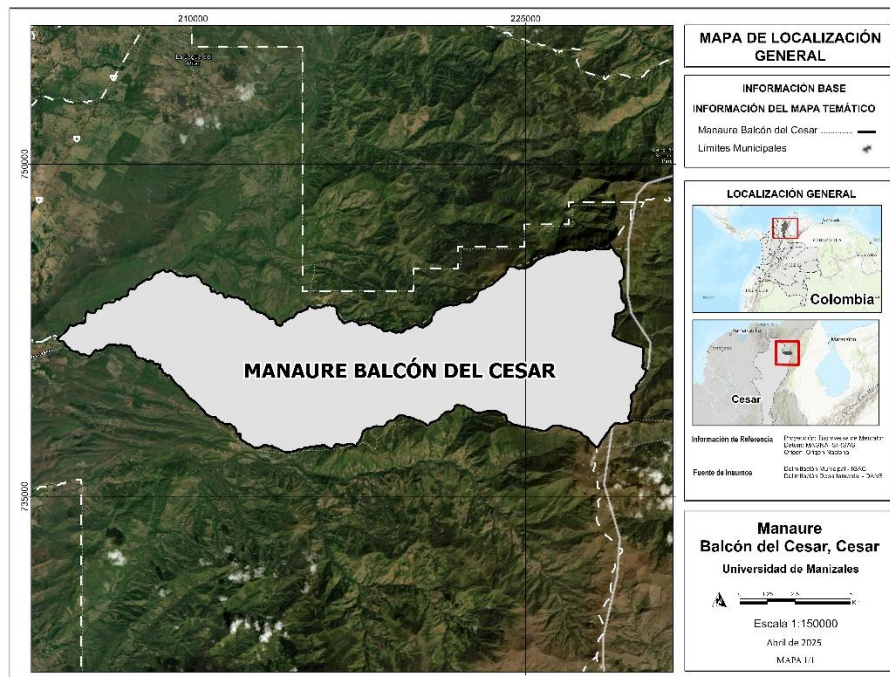


Figura 2. Mapa de localización general de Manaure

Fuente: Elaboración de los autores

La población de Manaure se concentra en su cabecera municipal, donde reside aproximadamente el 97% de sus habitantes. La economía del municipio se basa principalmente en la agricultura, con cultivos de maíz, yuca, aguacate y café. Sin embargo, la producción agropecuaria es baja, lo que contribuye a un alto nivel de informalidad laboral y pobreza en la zona rural, afectando a cerca del 59% de los hogares.

El municipio también se destaca por su biodiversidad y recursos naturales, ya que cerca del 90% de su territorio está en el Área de Reserva Forestal de Ley 2ª de 1959, incluyendo el Parque Natural Regional Serranía de Perijá. La diversidad de climas y relieves en la región contribuyen a su riqueza ambiental y paisajística, haciendo de Manaure un lugar de interés tanto para la conservación como para el desarrollo rural.

Datos de interés	
Departamento:	Cesar
Municipio:	Manaure Balcón del Cesar.
Área:	13651.6 Ha
Código DANE:	20443
Fecha de creación del municipio:	01 de enero de 1874
Instrumento de ordenamiento	Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT)

Tabla 3. Características generales de Manaure

Fuente: Elaboración de los autores

Características

- **Relieve y Altitud:** El municipio de Manaure está ubicado en una región montañosa, con una altitud promedio de 775 metros sobre el nivel del mar, lo que le confiere un clima suave y variado a lo largo del año.
- **Biodiversidad:** Cerca del 90% del territorio municipal se encuentra dentro del Área de Reserva Forestal de la Ley 2ª de 1959, lo que evidencia su importancia ecológica y la riqueza de sus ecosistemas naturales.

- **Hidrografía:** El municipio cuenta con cuerpos de agua significativos, entre ellos el río Manaure, que desempeñan un papel fundamental en la agricultura local y en el sostenimiento de la biodiversidad.
- **Zonificación del Suelo:** Manaure, conocido como el Balcón del Cesar, presenta una zonificación que contempla áreas urbanas, rurales, de expansión y de protección. De su territorio, un 95.1% está clasificado como suelo rural, lo cual refleja una marcada vocación hacia usos agropecuarios.
- **Clima y Producción:** Las condiciones climáticas del municipio son favorables para la actividad agrícola, permitiendo el desarrollo de cultivos como café, plátano y cacao, que forman parte esencial de la economía local.

Tipo de área	Descripción	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Parque Natural Regional	Serranía del Perijá	2306,4	16,8
Reserva de la sociedad Civil	Los Tananeos	141,2	1
Paramo	Perijá	2270,7	16,6
Reservas Forestales de ley 2/59	Serranía de Los Motilones	11985,8	87,7

Tabla 4. Determinantes del Ordenamiento Territorial de Manaure

Fuente: Elaboración de los autores

Formulación del problema

El proceso de actualización catastral en muchas regiones del país enfrenta desafíos críticos derivados de la dispersión y falta de integración de la información producida en las distintas fases del proyecto. A medida que se recogen datos en campo, se realiza la digitalización, se gestionan aspectos jurídicos, económicos y de calidad, la falta de una plataforma unificada para el seguimiento de estas actividades genera un vacío en la supervisión y control del avance del proceso. La información generada se encuentra distribuida en diversos sistemas, formatos y herramientas, lo que dificulta la trazabilidad de las actividades y la toma de decisiones informadas.

Esta situación se ve reflejada en la falta de un sistema que integre las actividades en tiempo real, conectando las fases del proyecto de actualización catastral, desde el levantamiento de datos hasta la consolidación final. Además, el seguimiento individualizado de cada predio, unidad mínima en el catastro, se ve afectado por la carencia de una plataforma específica que permita monitorear su evolución durante todas las etapas del proceso catastral.

En este contexto, se hace necesario desarrollar e implementar un sistema integral de seguimiento y evaluación que centralice la información de diversas fuentes, para garantizar la calidad, organización y accesibilidad de los datos, con el fin de asegurar que el proceso catastral sea eficiente, trazable y se ajuste a los principios del catastro multipropósito.

Antecedentes

(Restrepo & Martínez, 2015) analizaron los desafíos y oportunidades de la actualización catastral en Colombia, con énfasis en la integración de datos provenientes de diversas fuentes y el uso de herramientas tecnológicas para mejorar la gestión de la información. (Pérez & Rodríguez, 2018), por su parte, compararon distintos sistemas de información geográfica en el sector público, destacando la necesidad de interoperabilidad y actualización oportuna de datos como aspectos fundamentales para una gestión territorial eficiente. De forma complementaria, (Gómez, 2017; Torres, 2018) coincidieron en señalar que la interoperabilidad entre sistemas mejora la toma de decisiones al permitir una integración más fluida de la información territorial. A partir de estos trabajos se concluye que la integración tecnológica y la estandarización de datos son clave para mejorar los procesos administrativos en el ámbito catastral. Estos antecedentes se relacionan directamente con la propuesta de un tablero de control, ya que esta herramienta depende de la interoperabilidad de datos para consolidar información útil que facilite el seguimiento y la gestión de las actividades catastrales.

(Ramírez, 2019) desarrolló un prototipo de sistema de información geográfica orientado a la gestión catastral, demostrando que es viable integrar múltiples fuentes de datos en una sola plataforma para mejorar la eficiencia y la transparencia institucional. (Martínez, 2018; Olivares, 2020) desde enfoques distintos, estudiaron el uso de paneles y tableros digitales en la supervisión

de proyectos públicos, concluyendo que la visualización de datos en tiempo real mejora la toma de decisiones y facilita la comunicación entre entidades. (Rojas, 2020; Navarro, 2020) coincidieron en que la digitalización de registros catastrales y de los procesos administrativos en general no solo reduce errores, sino que también mejora la accesibilidad y trazabilidad de la información. Estos estudios permiten concluir que las herramientas tecnológicas aplicadas a la visualización y seguimiento de información optimizan los procesos institucionales, lo cual se articula de manera directa con el objetivo del presente proyecto, ya que el tablero de control propuesto pretende centralizar información clave para facilitar el monitoreo del proceso de actualización catastral.

(García, 2016) analizó la aplicación de estándares y normativas internacionales en la gestión catastral, adaptando modelos globales al contexto colombiano y resaltando la necesidad de estandarizar procesos e información para garantizar la interoperabilidad. (Moreno, 2020) evaluó la eficacia de los modelos estandarizados en el catastro, concluyendo que su adopción mejora significativamente la coherencia y la calidad de los datos catastrales. (Molina, 2017), por su parte, estudió cómo los modelos catastrales facilitan la planificación territorial, al permitir una integración más efectiva de la información. Estos trabajos permiten establecer que el uso de modelos estandarizados como LADM-COL favorece la interoperabilidad y la integración de datos provenientes de diferentes fuentes, lo cual es fundamental para el desarrollo del tablero de control propuesto, que requiere de información normalizada para facilitar su procesamiento y visualización en tiempo real.

(Castro, 2018) examinó cómo la actualización catastral incide directamente en la planificación urbana, demostrando que contar con datos precisos permite una gestión territorial más eficiente y orientada al desarrollo sostenible. (Herrera, 2017) analizó la viabilidad de implementar sistemas de información integrados en la gestión territorial, concluyendo que la unificación tecnológica mejora la coordinación institucional y los procesos administrativos. (Jiménez, 2019) aportó desde una perspectiva de participación ciudadana, evidenciando que una gestión catastral transparente, sustentada en información accesible y confiable, refuerza la confianza pública y el compromiso social. Estos estudios reflejan que la calidad, integración y accesibilidad de la información catastral son factores decisivos en la planificación y la toma de decisiones en el ámbito público, lo cual guarda una estrecha relación con la finalidad del tablero

de control propuesto, al buscar centralizar la información para apoyar procesos de gestión y coordinación institucional.

(Guerrero, 2017) analizó la calidad de los datos catastrales y su influencia en la planificación urbana, evidenciando que la fiabilidad de los registros es determinante para la toma de decisiones. (Vargas, 2019; Díaz, 2019) abordaron el impacto de las herramientas digitales en la gestión catastral, demostrando que estas tecnologías reducen errores, agilizan los tiempos de procesamiento y mejoran la precisión de los datos. (Pineda, 2018) profundizó en los desafíos de la actualización catastral en contextos urbanos y rurales, indicando que cada uno presenta necesidades específicas que deben atenderse con estrategias diferenciadas. (Rueda, 2019; Fuentes, 2020) coincidieron en resaltar que la digitalización del catastro multipropósito permite una administración más eficiente y evita la duplicidad de información. (Castillo, 2018), por su parte, mostró que la consolidación de datos de múltiples fuentes mejora significativamente los procesos de decisión en la gestión territorial. Estos estudios permiten concluir que la calidad, eficiencia y capacidad de integración de los datos son elementos fundamentales para una gestión catastral moderna, elementos que el tablero de control propuesto busca abordar al centralizar información clave que permita monitorear, analizar y tomar decisiones de forma oportuna y precisa.

Justificación

La implementación de plataformas tecnológicas orientadas a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha demostrado ser un factor clave en la mejora de la gestión territorial, especialmente cuando se trata de la actualización catastral. Estas herramientas permiten la integración de información espacial y no espacial, facilitando el acceso, análisis y visualización de los datos catastrales de manera eficiente y coherente.

En particular, los aplicativos SIG orientados al seguimiento de procesos catastrales son fundamentales para garantizar que todas las actividades relacionadas con el levantamiento, la digitalización, el control de calidad y la revisión jurídica y económica estén interconectadas y sean evaluables en tiempo real. Esto es esencial, ya que, en un sistema catastral, cada predio constituye la unidad mínima que se debe monitorear durante el proceso, y un seguimiento adecuado a nivel de predio permite una gestión más precisa y controlada.

El catastro multipropósito, que integra información catastral con otros datos de interés público y privado, como aspectos urbanos, rurales, ambientales y de uso del suelo, requiere de plataformas especializadas que permitan una gestión dinámica, estructurada y actualizada de los datos. La falta de estas herramientas limita la capacidad para realizar un seguimiento efectivo de las actividades catastrales, afectando la calidad y precisión de los registros.

La necesidad de contar con plataformas que puedan centralizar la información, evaluar la calidad de los datos y facilitar el seguimiento de las actividades en terreno, no solo contribuye a la mejora de los procesos de actualización catastral, sino que también optimiza los recursos y mejora la toma de decisiones informadas. Este tipo de herramientas integradas se presentan como una solución tecnológica indispensable para avanzar en la implementación de sistemas catastrales más modernos, eficientes y con un enfoque multipropósito, alineado con los principios de interoperabilidad y accesibilidad de la información.

El presente estudio busca evaluar la implementación de plataformas SIG capaces de monitorear cada actividad catastral en su totalidad, desde el levantamiento de datos hasta la consolidación final, asegurando que los procesos sean coherentes, efectivos y sostenibles a largo plazo. Esta evaluación será clave para determinar la efectividad de estas plataformas como herramientas de seguimiento, lo que permitirá mejorar el modelo catastral y, a su vez, facilitar su replicabilidad en otras regiones del país.

Objetivos

3.1 Objetivo general

Integrar fuentes de información e implementar un tablero de control para el seguimiento de actividades del proceso de actualización catastral en el marco del catastro multipropósito de los municipios de San Diego y Manaure.

3.2 Objetivos específicos

- Integrar información proveniente de diversas fuentes institucionales y territoriales, asegurando su consistencia y calidad para la alimentación del tablero de control.
- Diseñar e implementar una interfaz interactiva que facilite la visualización y comprensión de los indicadores catastrales, garantizando accesibilidad y usabilidad para distintos perfiles de usuario.
- Automatizar procesos de actualización, validación y optimización de los datos catastrales mediante el uso de ArcPy, fortaleciendo la eficiencia operativa y reduciendo la posibilidad de errores.
- Analizar la efectividad del tablero de control como herramienta de gestión, evaluando su aporte en la toma de decisiones y en la trazabilidad del proceso de actualización catastral.

Marco teórico

El desarrollo del tablero de control para el seguimiento de la actualización catastral se fundamenta en tres pilares teóricos principales: el modelo LADM (Land Administration Domain Model), los Sistemas de Información Geográfica (SIG), y los principios de interoperabilidad y gestión de datos espaciales. A continuación, se detalla cada uno de estos referentes teóricos:

Modelo LADM (Land Administration Domain Model)

El modelo LADM, desarrollado por la ISO (Organización Internacional de Normalización) bajo la norma ISO 19152, proporciona un marco conceptual para la administración de tierras y la gestión catastral. Este modelo estandariza la representación de la información catastral, incluyendo predios, derechos, restricciones y responsabilidades asociadas a la tenencia de la tierra. Citando directamente el concepto de la ISO "El modelo LADM, desarrollado por la ISO bajo la norma ISO 19152, estandariza la representación de información catastral, incluyendo predios, derechos y restricciones asociadas a la tenencia de la tierra" (ISO - International Organization for Standardization, 2012). En el contexto colombiano, el LADM-COL adapta este estándar internacional a las necesidades locales, facilitando la interoperabilidad entre sistemas y la integración de datos catastrales provenientes de diversas fuentes. La implementación del LADM en este proyecto garantiza que la información recopilada y visualizada en el tablero de control cumpla con normas técnicas y legales, asegurando su consistencia y validez.

En el contexto colombiano, el LADM-COL adapta este estándar internacional a las necesidades locales, facilitando la interoperabilidad entre sistemas y la integración de datos catastrales provenientes de diversas fuentes (IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2020). La implementación del LADM en este proyecto garantiza que la información recopilada y visualizada en el tablero de control cumpla con normas técnicas y legales, asegurando su consistencia y validez.

Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Los SIG son herramientas esenciales para la gestión territorial, ya que permiten capturar, almacenar, analizar y visualizar datos espaciales. En este proyecto, se utiliza la plataforma ArcGIS de ESRI, específicamente el Experience Builder, para desarrollar un tablero de control interactivo que integra información geoespacial y alfanumérica. Los SIG facilitan la superposición de capas temáticas (como límites prediales, unidades de intervención territorial y riesgos naturales), lo que

permite un análisis integral del territorio. Además, herramientas como ArcGIS Online y ArcGIS Pro apoyan la automatización de procesos, la publicación de servicios web y la gestión colaborativa de datos. Dicho por la misma ESRI, quien es una entidad con arraigada autoridad dentro de los sistemas de información geográfica: "Los SIG, como ArcGIS de ESRI, permiten capturar, almacenar, analizar y visualizar datos espaciales, facilitando la superposición de capas temáticas para un análisis integral del territorio" (ESRI Environmental Systems Research Institute, 2023).

Los SIG no solo mejoran la toma de decisiones mediante mapas interactivos, sino que también permiten la integración con otras plataformas de análisis de datos, como Python y R, para modelamientos avanzados (Longley, Goodchild, Maguire, & Rhind, 2015).

Interoperabilidad y Gestión de Datos Espaciales

La interoperabilidad es un principio clave en la modernización de los sistemas catastrales, ya que permite la integración de datos provenientes de múltiples fuentes (bases de datos SQL, hojas de cálculo, servicios web, etc.) en una única plataforma. Este proyecto se basa en estándares abiertos como WMS (Web Map Service) y WFS (Web Feature Service) para garantizar la compatibilidad entre sistemas. Además, se emplean técnicas de automatización mediante scripts en Python (usando bibliotecas como arcpy, pandas y geopandas) para sincronizar y actualizar datos en tiempo real, asegurando que el tablero de control refleje siempre la información más reciente y precisa.

Visualización de Datos y Dashboards

"La teoría de visualización de datos enfatiza la presentación clara e intuitiva de información compleja mediante herramientas como gráficos interactivos y mapas temáticos" (Few, 2012). Se aplican principios de diseño centrado en el usuario para garantizar que los indicadores clave (como el número de predios trabajados, el avance por áreas y las novedades detectadas) sean accesibles para técnicos y no técnicos. Herramientas como gráficos interactivos, mapas temáticos y filtros dinámicos permiten una exploración eficiente de los datos, facilitando la identificación de patrones y la toma de decisiones informadas.

Resulta difícil pensar en un sector profesional que no se beneficie de hacer que sea más fácil comprender los datos, desde cada área de CTIM hasta los ámbitos gubernamental, de finanzas, marketing, historia, bienes de consumo, sector de servicios, educación, deportes y otros.

Se trata verdaderamente de un recurso práctico y útil. Con las visualizaciones se pueden lograr infinidad de cosas. Por eso, son una de las habilidades profesionales más útiles para

desarrollar. Cuanto más visual es el mensaje, sin importar si se trata de un dashboard o una presentación de diapositivas, mayor provecho podrá obtener de la información.

El concepto de científico de datos aficionado es cada vez más habitual. Los conjuntos de habilidades cambian para adaptarse a un mundo basado en los datos. Cada vez es más importante para los profesionales poder tomar decisiones basadas en los datos y hacer uso de los elementos visuales para contar historias acerca del quién, qué, cuándo, dónde y cómo de la información. La educación tradicional, en general, hace una distinción entre la narración de historias creativa y el análisis técnico. Sin embargo, en el mundo profesional actual, también es importante poder ir más allá de los límites. La visualización de datos ocupa una posición central entre el análisis y el relato de historias visual (Tableau Salesforce, 2024).

Catastro multipropósito

“Es el inventario o censo de las casas, lotes, terrenos o bienes inmuebles localizados en el territorio nacional, de dominio público o privado, independiente de su tipo de tenencia, el cual debe estar actualizado y clasificado con el fin de lograr su identificación física, jurídica y económica con base en criterios técnicos y objetivos” (DNP - Departamento Nacional de Planeación, 2023).

Esta política catastral para Colombia se define como un servicio público, orientado a la adecuada formación, actualización, conservación y difusión de la información de los bienes inmuebles públicos y privados, se le llama multipropósito porque registra de manera sistemática y permanente la información física, jurídica, económica de todos los predios, la cual se integra con la información del Registro inmobiliario y con otros sistemas de información territorial (ambiental, social, económica, étnica, etc.).

La política de Catastro Multipropósito encuentra sus fundamentos en la necesidad del país de resolver problemas relacionados con la gestión del territorio y contribuir a una administración sostenible del mismo. Para implementar esta política se han dado pasos importantes y que construyen una base importante para el país:

CONPES 3859 de 2016

"Política para la adopción e implementación de un catastro multipropósito rural - urbano". Este documento estableció dos fases: (i) la realización de un piloto en un conjunto de municipios para ajustar y planificar las metodologías, tecnologías, instrumentos y operativos de campo; y (ii) la expansión progresiva a todo el territorio nacional. (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2016).

CONPES 3951 de 2018

“Concepto favorable a la Nación para contratar operaciones de crédito externo con la banca multilateral hasta por USD 150 millones, o su equivalente en otras monedas, destinados a financiar parcialmente el programa para la adopción e implementación de un catastro multipropósito rural-urbano” (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2018).

Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 (Ley 1955 de 2019)

En los artículos 79, 80, 81 y 82 se incluyeron los elementos esenciales y necesarios para la implementación de la política de catastro multipropósito previendo la gestión catastral como un servicio público. Con las modificaciones a la política catastral y el paso hacia el Catastro Multipropósito, los posibles usos del catastro se multiplican y se puede concebir como un insumo para la administración del territorio con criterios de sostenibilidad. (Congreso de la República de Colombia, 2019)

Para potenciar los beneficios del catastro se cuenta con el apoyo, experiencia y conocimiento de todas las instituciones que velan por la defensa de los derechos, responsabilidades y restricciones entre las personas y la tierra.

La interoperabilidad se refiere a la capacidad de los datos para ser compartidos entre entidades dentro de un esquema de negocio común. Esta capacidad favorece beneficios recíprocos al facilitar tanto el acceso a la información como la gestión de trámites por parte de ciudadanos y entidades. Este intercambio de datos debe alinearse con una serie de principios, directrices y recomendaciones que guían los aspectos políticos y legales, así como los organizativos, semánticos y técnicos, con el propósito de asegurar una transmisión de información eficiente y segura (Planeación, 2022)

En este marco, se reconoce que la articulación entre los sistemas de Catastro y Registro, junto con la información de ordenamiento territorial, constituye el fundamento de la gestión territorial. Por ello, el proyecto promueve la creación de registros apoyados en una plataforma tecnológica, que permita caracterizar las unidades territoriales a partir de datos del territorio. En consecuencia, esta integración y capacidad de interoperar acoge el Modelo LADM, adaptado localmente como LADM-COL, que mejora la eficacia en los procesos de identificación, almacenamiento e intercambio de información, incluyendo su acceso público (Planeación, 2022).

La información que generan los gestores catastrales, como parte de sus funciones, debe ser registrada según los estándares establecidos por la autoridad catastral (IGAC), para su posterior

incorporación en el Sistema Nacional de Información Catastral (SINIC). Este sistema actúa como la base para los procesos de difusión catastral en el país (Planeación, 2022).

En el contexto del modelo de negocio Catastro - Registro, la interoperabilidad busca facilitar el intercambio continuo de información actualizada, tanto formal como informal, relacionada con la fuente registral, las unidades prediales y los derechos, restricciones y responsabilidades que les afectan, ya sea desde una perspectiva registral o espacial (Planeación, 2022).

Como base normativa para la implementación de estos estándares, se encuentra la Resolución 642 de 2018, que oficializa la adopción del modelo LADM-COL como estándar de interoperabilidad para la información del Catastro Multipropósito. A su vez, la Resolución Conjunta SNR 4218 e IGAC 499 del 28 de mayo de 2020 establece el Modelo Extendido de Catastro-Registro, también basado en el LADM-COL, como marco técnico para esta interoperabilidad (Planeación, 2022).

El LADM organiza la información a través de paquetes que agrupan atributos físicos, espaciales, administrativos y jurídicos que describen cada objeto. Estos paquetes incluyen los relacionados con los interesados, la unidad administrativa básica, las unidades espaciales y la topografía. Además, las clases principales definidas en la norma ISO 19152:2012 permiten identificar los objetos asociados con derechos, restricciones y responsabilidades (RRR), que limitan o condicionan el uso o dominio de un predio (Planeación, 2022).

Metodología

Enfoque Metodológico

Según lo expresado por Roberto Hernández-Sampieri (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014), existen diferentes formas diseñadas por la humanidad para investigar y generar conocimientos, entre las mejores están los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto. Para el caso puntual de nuestra propuesta de investigación se pretende mediante un enfoque cuantitativo desarrollar un tablero de control integral que centralice la información clave de diversas áreas para optimizar el seguimiento y la toma de decisiones en el proceso de actualización catastral, por lo cual se acude a un conjunto de procesos secuencial y probatorio.

El estudio parte de una idea que va acotándose al momento de revisar las diferentes fuentes de información las cuales en su mayoría son primarias al tener que hacer análisis de la información catastral de acuerdo al conocimiento de varios investigadores del grupo los cuales trabajan de primera mano con dicha información. La elección de este enfoque establecido se soporta en la necesidad de medir las variables en un determinado contexto para las diversas áreas que intervienen en el proceso de actualización catastral; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos identificando indicadores y valores de calidad para la información estructura de las bases de información y el modelo LADM COL.

El fin último de seleccionar este enfoque cuantitativo es lograr mediante el análisis de las diferentes variables e indicadores construidos en el proceso de investigación extraer una serie de conclusiones sobre el estado de avance en el proceso de actualización catastral de tal manera que el gestor y los actores que intervienen en el proceso puedan acelerar el trabajo en diferentes frentes e identificar los cuellos de botella en los pasos de sus procesos.

Tipo de Estudio

El tipo de estudio se puede clasificar como descriptivo ya que pretende especificar las propiedades, las características, e indicadores relevantes del proceso de actualización catastral como objeto de investigación principal, con el fin de establecer la estructura, comportamiento y estado de avance del proceso de actualización catastral.

El objetivo central de seleccionar este tipo de alcance para el estudio es obtener un panorama más preciso del estado de avance del proceso catastral y las situaciones subyacentes del mismo, esto con el fin de presentar resultados que se ubiquen en un nivel intermedio en cuanto a

la profundidad de los indicadores de estado y avance para optimizar el seguimiento y la toma de decisiones (Gallardo Echenique , 2017).

La investigación únicamente pretende recoger información clave de manera conjunta sobre diversas áreas SIG, catastro, reconocimiento, calidad, jurídico, modelos LADM COL y planificación territorial y presentar el estado y avance de las mismas en el proceso de actualización catastral más no indicar cómo se relacionan éstas, el fin mayor del tablero de control es contar con una herramienta para optimizar el seguimiento y la toma de decisiones.

En la investigación se pretende conocer las situaciones, indicadores y estados del proceso de actualización catastral tal cual como se viene dando sin ser estimulado o manipulado deliberadamente por los investigadores por lo tanto encaja en los diseños de investigación no experimental de acuerdo a lo expresado por el autor (Sullivan, Johnson, Mercado, & Terry, 2009).

Siguiendo la misma línea la investigación se logra identificar dentro de los diseños transeccionales descriptivos con la cual se pretende brindar una radiográfica del estado de cada una de las áreas en el proceso de actualización catastral extrayendo indicadores y estados de las mismas.

Procedimiento

Dentro del desarrollo de la investigación se definieron 4 fases las cuales se presentan a continuación:

Primera Fase: Planeación

En esta fase se realizará el análisis y estudio de la información existente sobre los temas de interés, estableciendo los lineamientos para el desarrollo del tablero de control y las herramientas complementarias.

Productos:

- **Definición del alcance:** Se delimitará el alcance espacial, temporal y temático del proyecto, considerando las necesidades del operador catastral y los requerimientos del gestor catastral.
- **Estado del arte:** Se llevará a cabo una revisión exhaustiva de metodologías previas y soluciones tecnológicas disponibles, evaluando entornos *open source* y licenciados. Esto permitió orientar el desarrollo del tablero en función de las mejores prácticas actuales.

- **Evaluación de factibilidad:** Se analizarán los recursos necesarios para la implementación del entorno. Se eligió *ArcGIS Online* como infraestructura centralizada para la gestión de datos, aprovechando su capacidad de almacenamiento en la nube y su integración con otros servicios de Esri y otras fuentes de datos geográficas estandarizadas.

Segunda Fase: Diseño

En esta etapa se definirá la estructura funcional del tablero de control, enfocándose en la usabilidad, interoperabilidad y la integración de funcionalidades clave para el seguimiento y análisis de las actividades catastrales.

Productos:

- **Identificación de requerimientos:** Se realizarán reuniones con los equipos técnicos y operativos para identificar las necesidades específicas de los usuarios finales, contemplando la visualización de indicadores clave y métricas de desempeño.
- **Diseño de la interfaz:** Se utilizará *ArcGIS Experience Builder* para desarrollar una aplicación web responsiva, con paneles personalizados, widgets de análisis y herramientas de navegación geoespacial. La aplicación permite a los usuarios no especializados acceder y comprender la información catastral de manera intuitiva.
- **Configuración de capas y servicios web:** Se organizarán las capas de datos espaciales y tabulares en *ArcGIS Online*, habilitando servicios *Feature Layer* y *Map Image Layer* para su correcta visualización y consulta en tiempo real.

Tercera Fase: Desarrollo

La fase de desarrollo se centrará en la implementación del tablero de control, la automatización de la actualización de datos y la integración de plataformas complementarias para la gestión colaborativa y el análisis.

Productos:

- **Tablero de control en ArcGIS Experience Builder:** Se implementará una aplicación web interactiva que permite la visualización en tiempo real de las actividades catastrales. El

tablero incluye paneles personalizados para el análisis de datos, el seguimiento de avances y la identificación de posibles retrasos en el proceso.

- **Automatización de actualización de datos:** Se configuraron *ArcGIS Notebooks* en *ArcGIS Pro*, creando un *environment* específico con las bibliotecas necesarias de Python para la ejecución de scripts. Estos scripts permiten la sincronización de datos entre diversas fuentes, garantizando que el tablero refleje siempre la información más actualizada.
- **Integración con Google Sheets:** Se utilizó la *API de Google* para conectar el tablero con hojas de cálculo colaborativas, permitiendo la entrada y consulta de datos en tiempo real por parte de los equipos de trabajo.
- **Encuestas para retroalimentación:** Se implementaron formularios en *Survey123* para la recolección de feedback de los usuarios finales, evaluando la usabilidad y efectividad de la herramienta en el seguimiento de actividades y la toma de decisiones.
- **Análisis geoespacial y tabular:** Mediante *Python* y la API de *ArcGIS*, se desarrollaron análisis personalizados para la identificación de patrones, la comparación de indicadores y la generación de reportes automáticos en formatos CSV y Excel.

Cuarta Fase: Evaluación

La última fase consistió en la evaluación del desempeño y la calidad del tablero de control, asegurando su alineación con los objetivos del proyecto y las necesidades de los usuarios.

Productos:

- **Encuesta de calidad:** Se aplicó una encuesta en *Survey123*, dirigida a los usuarios finales, para identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora del tablero.
- **Análisis de desempeño:** Se evaluó el rendimiento del tablero en términos de tiempo de respuesta, visualización de datos y facilidad de uso, asegurando la optimización de los procesos de consulta y análisis.
- **Identificación de mejoras:** Con base en la retroalimentación recibida, se realizaron ajustes en la interfaz, las capas de datos y los procesos de automatización.

Este rol corresponde a un super-usuario encargado de la gestión integral del entorno ArcGIS Online. Sus responsabilidades incluyen:

- Configuración y administración de la aplicación web, asegurando su operatividad continua.
- Publicación y actualización de capas geográficas y tabulares.
- Supervisión de las aplicaciones asociadas, garantizando su correcto funcionamiento.
- Control de accesos y permisos de usuarios según sus roles.
- Respaldo periódico de la información y coordinación con roles externos para incluir los requerimientos necesarios.

Usuario **de** **Edición:**

Este rol está orientado a usuarios con permisos para realizar modificaciones en la información geográfica, tanto en el entorno web como en entornos de escritorio integrados. Sus tareas incluyen:

- Edición de atributos y geometrías de las capas geográficas directamente en ArcGIS Online.

Usuario **Consultor:**

Este perfil corresponde a usuarios con permisos únicamente de consulta, permitiéndoles acceder a la información disponible en la plataforma sin capacidad de edición. Sus actividades incluyen:

- Visualización de mapas, reportes y tableros de control.
- Generación de consultas y filtros personalizados para análisis específicos.
- Descarga de información en formatos autorizados por el administrador del sitio.
- Reporte de inconsistencias observadas durante la consulta de datos y disposición de la información en el tablero de control.

Requerimientos Previos

Insumos **necesarios**

El desarrollo del proyecto se basa en la implementación de un equipo portátil con las siguientes especificaciones técnicas:

- **Procesador:** AMD Ryzen 5 5600H con arquitectura de 6 núcleos y 12 hilos, que permite un procesamiento eficiente de tareas simultáneas.
- **Tarjeta gráfica:** NVIDIA RTX 3050 con 4 GB de memoria dedicada, proporcionando aceleración gráfica y capacidad para el procesamiento de datos geoespaciales.
- **Memoria RAM:** 16 GB DDR4, suficientes para manejar múltiples aplicaciones y procesos en paralelo.
- **Almacenamiento:** SSD NVMe de 512 GB, garantizando tiempos de lectura y escritura rápidos, fundamentales para la manipulación de archivos geoespaciales y tabulares.
- **Sistema operativo:** Windows 11 Pro, compatible con el entorno de software requerido.

Dado que la infraestructura del proyecto está basada en la nube mediante ArcGIS Online, no se requiere hardware especializado para el despliegue y uso de la aplicación. Las tareas de procesamiento y almacenamiento de datos se realizan en la nube, minimizando la dependencia del equipo físico.

Adicionalmente, se dispone de los siguientes insumos complementarios:

- **Conectividad:** Acceso a internet de banda ancha para la sincronización de datos y el acceso a la plataforma ArcGIS Online.
- **Almacenamiento en la nube:** Espacio asignado en ArcGIS Online para la gestión de datos y proyectos, evitando la saturación del almacenamiento local.
- **Dispositivos móviles:** Teléfonos y tabletas compatibles con las aplicaciones móviles de ESRI, como ArcGIS Field Maps y Survey123, para la captura de datos en campo.

Herramientas y software

Entorno

ESRI

La infraestructura principal está soportada por la suite de productos de ESRI, que incluye:

ArcGIS Online:

- Licencia profesional estándar, adquirida como parte del paquete de ArcGIS Pro.

- La plataforma permite la publicación y visualización de mapas web, la gestión de capas geoespaciales y la generación de tableros de control.
- La licencia incluye 500 créditos, suficientes para las necesidades del proyecto. Dado que se prevé almacenar aproximadamente 2 GB de información, el consumo aproximado de créditos es el siguiente:

ArcGIS Pro:

- Software de escritorio para la manipulación de datos espaciales y publicación de Servicios.
- Permite la edición de capas, la ejecución de análisis geoespaciales y la integración con ArcGIS Online.

Lenguajes de Programación y Bibliotecas

Se utilizará Python 3 como lenguaje principal para la automatización de tareas, procesamiento de datos y análisis espacial. Las bibliotecas implementadas incluyen:

- **pandas:** Manejo y análisis de datos tabulares, facilitando la limpieza y organización de la información proveniente de las capas geográficas y reportes.
- **arcpy:** Biblioteca de ESRI para la automatización de procesos geoespaciales, como geoprocésamiento, edición de datos y generación de mapas.
- **numpy:** Procesamiento de datos numéricos, especialmente para análisis estadísticos.
- **shapely:** Manipulación de geometrías geoespaciales.
- **googleapiclient.discovery:** Para la conexión con APIs de Google en caso de requerir integraciones adicionales, como Google Sheets.
- **google.oauth2.service_account:** Manejo de credenciales para la autenticación segura en servicios de Google.

- **openpyxl:** Lectura y escritura de archivos Excel para la gestión de reportes complementarios.
- **requests:** Realización de solicitudes a servicios web para la descarga o envío de datos.

Revisión de Información Base

Los insumos cartográficos desempeñan un papel fundamental en el seguimiento y la ejecución de las actividades dentro del proceso catastral. Estos insumos definen los lineamientos técnicos que delimitan el alcance y detalle de los procesos que se desarrollan sobre los productos cartográficos. Dentro de la aplicación de estos insumos en el tablero de control, se detallan los siguientes:

Cartografía Raster	Tipo	Características	Consideraciones
URBANO	Raster Ortofoto TIF	GSD - 1:1.000 - Temporalidad 2021	Cobertura del área urbana del municipio
RURAL	Raster Ortofoto TIF	GSD 50 Cm 1:10.000 - temporalidad 2019	Cobertura total del municipio

Tabla 5. Insumos base de tipo Raster.
Fuente: Elaboración de los autores

ESPECIFICACIONES		
Cartografía Básica	Escala	Temporalidad
Zona Urbana	1:1.000	Año 2022
Zona Rural	1:10.000	Año 2022

Tabla 6. Cartografía Básica. Tipo Vectorial.

Fuente: Elaboración de los autores

Información Geográfica Catastral

Se implementa información geográfica correspondiente a la Base Catastral con insumos de conservación del municipio. La estructura de la Base de Datos Geoespacial (GeoDatabase) asociada a la información catastral es la siguiente:



Figura 3. Estructura del archivo GeoDataBase de la información Catastral

Fuente: Elaboración de los autores

Insumos Internos de Seguimiento

Cada municipio tiene asociada una hoja de cálculo en la que se detalla la información alfanumérica relacionada con cada predio. Esta matriz incluye los siguientes atributos:

Atributo	Descripción
Número Predial	Identificación única del predio
Semana	Semana en la que se realiza la actualización o actividad relacionada
Fecha Recepción SIG	Fecha en la que la información catastral es recibida en el Sistema de Información Geográfica (SIG)
Fecha Finalización SIG	Fecha en la que la actividad catastral es completada en el SIG
Área Ha (SIG)	Área del predio según el SIG
Área Registral	Área del predio registrada en los documentos legales
Cumplimiento Norma	Indicación de si el predio cumple con la normativa catastral
Área Registral Jurídico (X)	Área del predio según la normativa jurídica
Número de Construcciones	Número de construcciones presentes en el predio

Concepto Jurídico	Análisis jurídico relacionado con el predio
SIG Asignado	Código o identificador asignado por el SIG
Tipo de Novedad	Tipo de cambio o modificación identificada en el predio
Estado	Estado actual del predio en el proceso catastral
Observaciones SIG	Comentarios o detalles adicionales sobre el SIG
Subsanación Resuelta	Indicación de si la subsanación ha sido resuelta
Responsable del Proceso	Persona o equipo responsable de la actualización catastral
Observación Reconocedor	Comentarios del reconocedor sobre el proceso catastral
Reconocedor	Persona o entidad encargada de la verificación o validación del predio
Subsanado Reconocedor	Indicación de si el reconocimiento del predio fue subsanado

Tabla 7. Estructura de Campos.
Fuente: Elaboración de los autores

numero_predial	Fecha recepción SIG	Fecha Finalización SIG	Area Ha (SIG)	Area Registral	Cumplimiento Norma	Area Registral Jurídica (M)	N° De Construcciones	Concepto Jurídico	SIG Asignado	Tipo de novedad
XXX	18/12/2024	28/01/2025	181.1124714	114.9405	NO	WREPI	18	Predio formal, correctamente asociado, donde el titular del dominio es el mismo registrado en campo.	XX	

Figura 4. Estructura de Campos. Google Sheets

Fuente: Elaboración de los autores

Esta información detallada debe reflejarse en la implementación de la plataforma propuesta, garantizando un seguimiento adecuado de cada predio y un control integral del proceso de actualización catastral.

Insumos Secundarios de Referenciación

Los siguientes insumos cartográficos secundarios son fundamentales para proporcionar información detallada del municipio, facilitando su acceso y uso por parte de profesionales no especializados en SIG. Estos insumos complementan la cartografía principal y apoyan procesos técnicos, jurídicos y administrativos relacionados con la gestión territorial y catastral.

Asimismo, se implementa información geográfica a través del software JMAP, una solución tercerizada que permite compartir capas geográficas mediante servicios WMS y WFS.

Esta fuente de datos es crucial, ya que sobre ella se recolecta información en campo y se estructura conforme al modelo LADM (Land Administration Domain Model), lo que garantiza la interoperabilidad del tablero de control, uno de los objetivos centrales del proyecto.

Detalle de Insumos Cartográficos Secundarios

Insumo	Descripción
Detección de Vías	Información sobre la red vial del municipio, incluyendo vías primarias, secundarias, terciarias y caminos rurales, fundamentales para análisis de conectividad y accesibilidad.
Terrenos	Base cartográfica de la malla predial urbana y rural de los municipios.
UIT – Unidades de Intervención Territorial	Áreas definidas para la planificación operativa de procesos catastrales y levantamiento de información, que permiten una gestión territorial eficiente y segmentada.
URT – Unidad de Restitución de Tierras	Predios en procesos relacionados a la Unidad de Restitución de Tierras. Este insumo es fundamental pues limita la operación sobre estos predios
Condicionantes Territoriales	Factores que limitan o condicionan el uso del suelo, tales como zonas de protección, infraestructura existente, o características ambientales.
Riesgos Naturales	Zonas susceptibles a amenazas naturales como inundaciones, deslizamientos o sismos, identificadas para prevenir y mitigar riesgos.
Determinantes del Ordenamiento Territorial	Parámetros definidos por la planificación nacional y regional que orientan y condicionan el ordenamiento y uso del suelo municipal.
UIT San Diego / UIT Manaure	Segmentos territoriales de los municipios mencionados, utilizados como referencia operativa para levantamiento catastral y actualización de datos.

Cartografía Básica	Información base del territorio que incluye curvas de nivel, hidrografía, límites administrativos y otros elementos esenciales para análisis multiescalar.
---------------------------	--

Tabla 8. Insumos cartográficos secundarios.

Fuente: Elaboración de los autores

Diseño

Requerimientos Funcionales

La identificación de requerimientos se realizó con el objetivo de estructurar una solución ajustada a las necesidades funcionales y operativas de los usuarios del tablero de control. A partir de reuniones técnicas y operativas, se identificaron las siguientes funcionalidades prioritarias para la implementación del sistema:

- **Integración de presentación institucional:** Se requiere el despliegue de una presentación de Google Slides indexada directamente dentro del tablero de control, permitiendo una contextualización visual del proyecto, avances y lineamientos estratégicos.
- **Estructuración por componentes funcionales:** El tablero deberá contar con espacios diferenciados para los componentes SIG, Reconocimiento y Consolidado.
 - En el componente de Consolidado se deben presentar indicadores clave de los equipos de calidad, económico y de consolidación de información.
- **Visualización geográfica detallada:** El sistema debe permitir la visualización de la información geográfica a nivel de terreno, incluyendo los predios y su información asociada, como parte del seguimiento catastral.
- **Interfaz comprensible e interactiva:** La herramienta debe ser intuitiva y de fácil uso para usuarios no especializados. Además, deberá incluir funciones para filtrar la

información a través del Número Predial Nacional, así como opciones para descargar los datos visualizados.

- **Visualización de métricas clave:** El tablero debe mostrar indicadores como:
 - Número de predios finalizados
 - Área de cobertura intervenida
 - Total de novedades registradas
 - Cantidad de predios reconocidos
 - Novedades identificadas durante el proceso de reconocimiento, tales como predios nuevos, informalidades, y desenglobe de predios existentes.

- **Filtrado por municipio:** Toda la información disponible deberá poder segmentarse por municipio. Para ello, se incluirá un botón o control que filtre automáticamente todos los elementos visualizados según la jurisdicción seleccionada.

Diseño De Tablero de Control

Como parte del proceso de estructuración del tablero de control, se desarrolló un mockup interactivo que representa la disposición visual y lógica de los componentes esenciales para el seguimiento de las actividades catastrales. Este diseño tiene como objetivo garantizar la usabilidad, interoperabilidad y visualización integral del estado del proceso en cada municipio, permitiendo una lectura clara de los indicadores clave y facilitando la toma de decisiones para los diferentes equipos técnicos y administrativos. Cada uno de los elementos del tablero ha sido numerado en la imagen del mockup para su fácil identificación y está diseñado para ser dinámico, interactivo y con capacidad de filtrar o actualizar automáticamente la información según la selección realizada por el usuario.

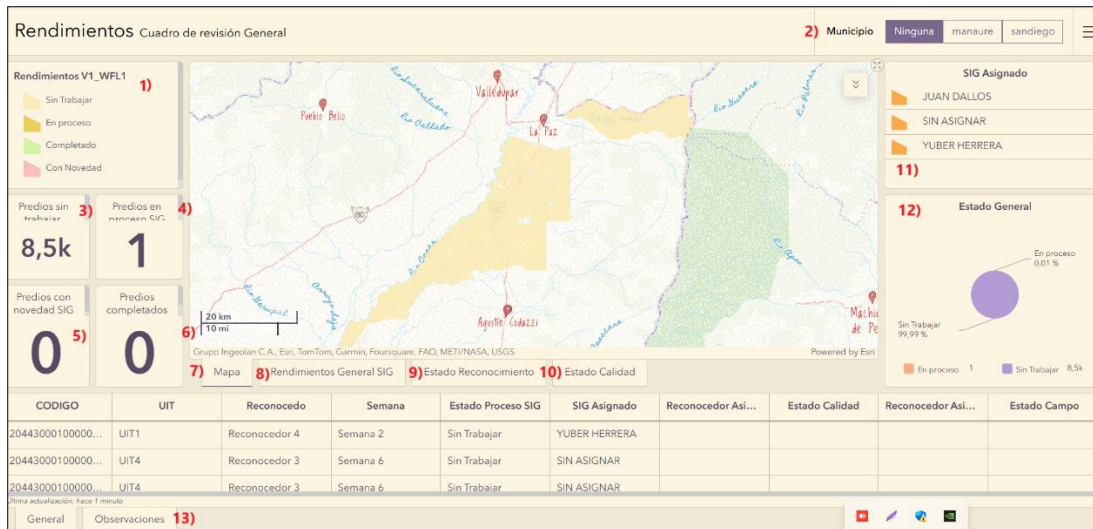


Figura 5. Disposición General del Geovisor.

Fuente: Elaboración de los autores

Descripción de Componentes del Mockup

1. Leyenda

Permite interpretar simbologías en el mapa principal, como el estado de los predios (trabajados, en proceso, con novedad, etc.) o los tipos de intervención. Facilita la comprensión visual de la información espacial desplegada.

2. Filtro por municipio

Selector desplegable que actualiza en tiempo real todos los indicadores, gráficas y datos del tablero según el municipio elegido. Es el primer nivel de segmentación y permite enfocar el análisis territorial.

3. Cantidad de predios sin trabajar

Métrica que muestra el número total de predios que aún no han iniciado ningún proceso dentro del flujo catastral. Es un indicador clave del volumen pendiente por abordar.

4. Cantidad de predios en proceso SIG

Muestra el total de predios actualmente en proceso de sistematización y digitalización en el entorno SIG. Refleja la carga de trabajo activa del equipo técnico.

5. Cantidad de predios con novedad SIG

Indica los predios donde se han registrado incidencias o inconsistencias técnicas, jurídicas o físicas, detectadas durante la revisión cartográfica o de campo.

6. Cantidad de predios completos SIG

Total de predios que han culminado satisfactoriamente el proceso en SIG, listos para avanzar a las siguientes etapas del proceso catastral.

7. Mapa general (Base predial)

Visualización espacial interactiva con funciones de navegación, cambio de mapa base, consulta por elemento y zoom. Presenta la base predial activa y permite seleccionar predios para consultar su información específica.

8. Gráfico de rendimientos SIG

Gráfica de barras que muestra el rendimiento individual por profesional, indicando cuántos predios han sido asignados y su estado de avance. Sirve como herramienta de seguimiento interno.

9. Gráfica de estado de reconocimiento

Gráfico tipo aguja que mide el porcentaje de avance del proceso de reconocimiento en campo. El 100% representa todos los predios asociados a una UIT y semana específicas, que se encuentran en estado “finalizado”.

10. Gráfica de estado de calidad

Similar a la anterior, esta gráfica tipo aguja mide el avance del proceso de control de calidad. Evalúa el porcentaje de predios validados y aprobados frente al total correspondiente.

11. Lista de SIG Asignados

Tabla dinámica que presenta el listado de profesionales del componente SIG, con la cantidad de predios asignados y su estado, facilitando el control operativo del recurso humano.

12. Estado general del proceso

Resumen de alto nivel que consolida las principales métricas de avance por componente, proporcionando una visión integral del estado del proyecto en tiempo real.

13. Tabla de predios con marca de novedad

Muestra los predios donde se ha registrado alguna novedad, junto con su observación correspondiente. Esta tabla permite identificar y priorizar predios con inconsistencias para su revisión.

Configuración de capas y servicios web

Para la implementación del tablero de control, se configuró un entorno en **ArcGIS Online** que permite alojar, organizar y publicar la información geográfica relacionada con el alcance del proyecto. Se utilizaron créditos disponibles para garantizar el almacenamiento, procesamiento y disponibilidad de los datos espaciales y tabulares requeridos.

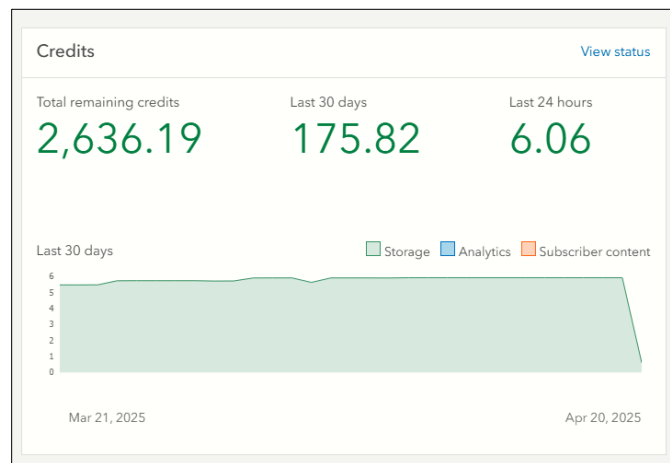


Figura 6. Uso de Créditos ArcGIS Online

Fuente: Elaboración de los autores

Se genera la aplicación experience Builder sobre la cual se integrarán los diversos Dashboards e información referente al proyecto.

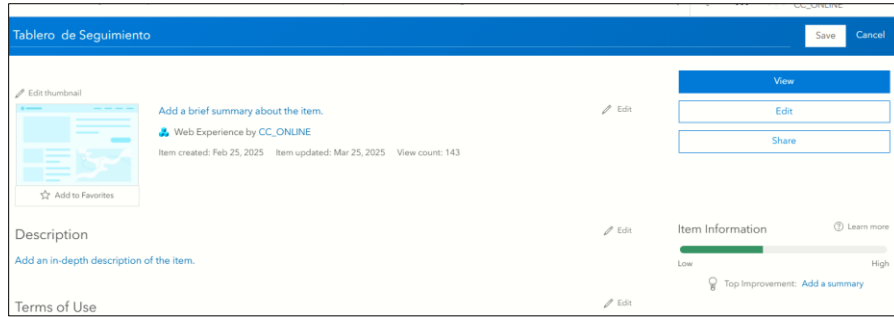


Figura 7. Creación Aplicación Web Builder.

Fuente: Elaboración de los autores

Como contenedor principal de la solución, se desarrolló una aplicación web en ArcGIS Experience Builder, la cual actúa como interfaz central para integrar tanto los tableros operativos como los distintos visores temáticos e indicadores del proyecto. Esta herramienta permite una visualización interactiva y personalizada, facilitando el acceso a usuarios con distintos niveles de conocimiento técnico.

Dentro del proceso de configuración, se ajustaron los parámetros de privacidad y acceso según los lineamientos de seguridad establecidos:

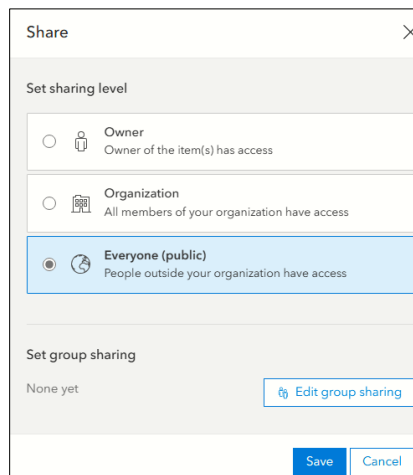


Figura 8. Grupos compartidos. ArcGIS Online.

Fuente: Elaboración de los autores

- La aplicación se encuentra publicada para consulta abierta, permitiendo su acceso sin restricciones a nivel de visualización.

- Las capas geográficas han sido publicadas sin permisos de edición, garantizando la integridad de los datos.
- No se ha dispuesto información sensible dentro de las capas compartidas, protegiendo la confidencialidad de datos operativos o personales.

Esta configuración asegura que los servicios, tanto en formato Feature Layer como Map Image Layer, estén optimizados para su consulta en tiempo real y puedan interoperar con otras herramientas mediante servicios WMS y WFS. De esta forma, se garantiza una arquitectura interoperable y escalable, en línea con los principios del modelo LADM-COL y las buenas prácticas en gestión geoespacial.

Publicación de Servicios:

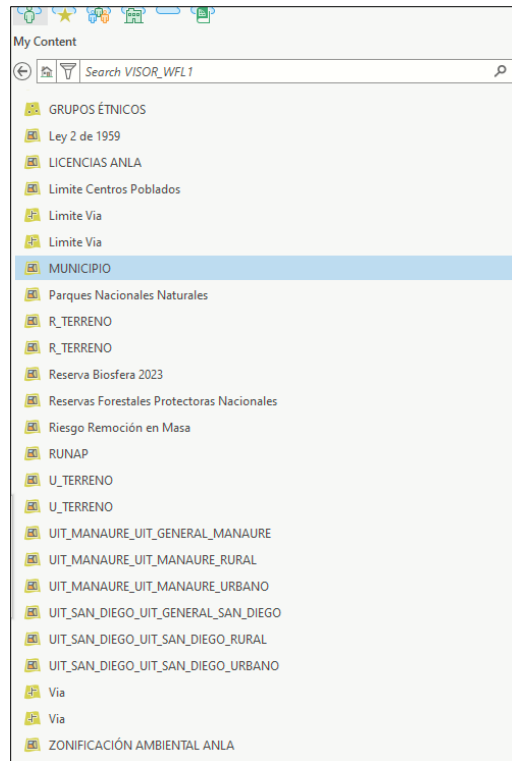


Figura 9. Servicios de capas en ArcGIS Online

Fuente: Elaboración de los autores

Tercera Fase: Desarrollo

Tablero de control en ArcGIS Experience Builder:

Como resultado del levantamiento de requerimientos funcionales y técnicos, se llevó a cabo la estructuración del tablero de control, el cual constituye el componente central de seguimiento y análisis de los procesos de actualización catastral. Esta herramienta está orientada a facilitar la visualización de indicadores, datos espaciales y métricas clave, permitiendo una gestión más eficiente y transparente de la información recolectada en campo.

Durante esta etapa se diseñaron e implementaron cinco ventanas o módulos principales, cada uno enfocado en aspectos específicos del proyecto y alineados con las necesidades de los distintos tipos de usuarios:



Figura 10. Pestañas del Tablero de Control.

Fuente: Elaboración de los autores

- **Presentación Interna del Proyecto**

Este componente proporciona una vista introductoria e institucional del proyecto. Integra una presentación tipo Google Slides embebida directamente en la interfaz del tablero, lo que permite a los usuarios consultar los objetivos, alcance, cronograma y estado general del proyecto sin necesidad de abandonar la plataforma. Esto se hace a través de la implementación del Widget de Experience Builder de “Incorporar”

El resultado de este módulo es exitoso y se ajusta a la solicitud requerida, en donde, ante cualquier cambio en la presentación en Google slides, estos se verán reflejados dentro del tablero de seguimiento.

- **Tablero SIG**

Espacio dedicado al seguimiento del proceso cartográfico y de levantamiento predial.

Incluye métricas de avance, predios en diferentes estados de gestión SIG (sin trabajar, en

proceso, con novedad, finalizados), gráficos de rendimiento por profesional y herramientas interactivas para explorar la información con filtros por municipio o profesional.

Se presentan los apartados de este módulo:

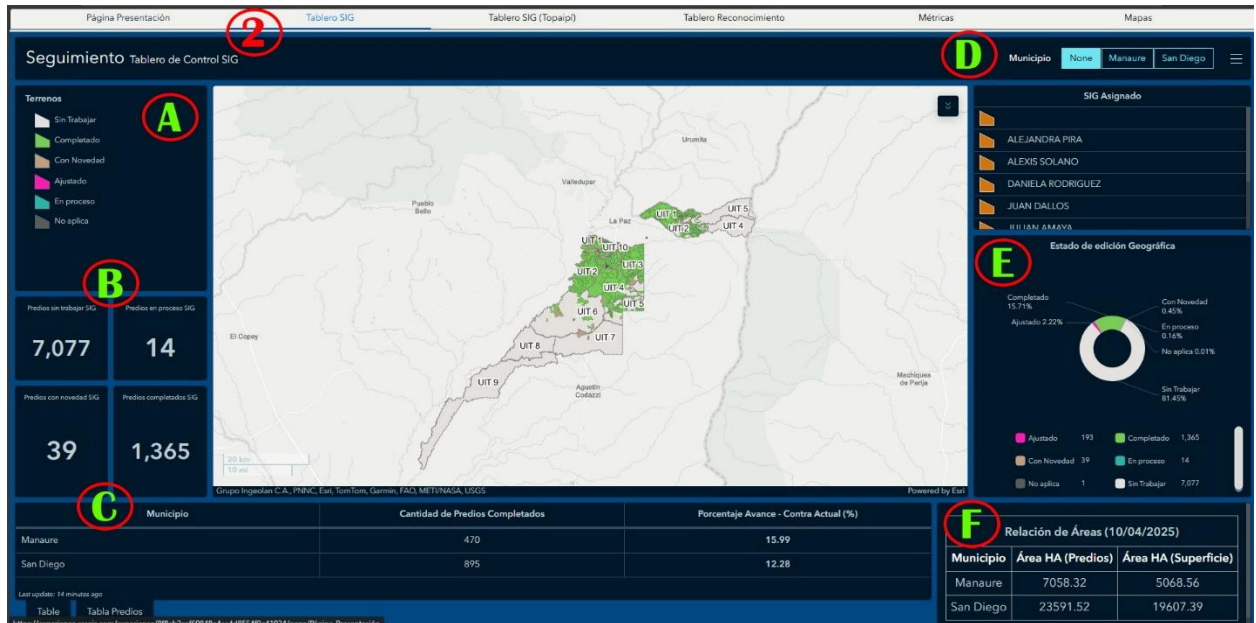


Figura 11. Disposición Tablero de Control SIG

Fuente: Elaboración de los autores

A. Leyenda del mapa

Corresponde al apartado donde se visualizan los diferentes estados asociados al nivel del predio. Esta leyenda es fundamental para identificar visualmente el estado del proceso de edición, facilitando el análisis espacial y temático del avance.

B. Indicadores clave del proceso SIG

Este apartado presenta cifras relevantes alineadas con los requerimientos del componente de Digitalización. Se incluyen métricas como: cantidad de predios sin trabajar, en proceso SIG, con novedad SIG y completados. Estos datos permiten un monitoreo continuo del estado del proceso técnico.

C. Tabla de avance y compromisos

Muestra la cantidad de predios completados y el porcentaje que estos representan respecto a los compromisos actuales. Esta tabla ha sido construida utilizando expresiones Arcade, lo cual permite un cálculo dinámico y ajustado al contexto operativo.

```

var total_predios_manauere = 2940;
var total_predios_san_diego = 7288;
|
var fs_manauere = Filter(fx, "municipio = 'Manauere'");
var fs_san_diego = Filter(fx, "municipio = 'San Diego'");

var resultados_manauere = GroupBy(fs_manauere, ['municipio'], [
  { name: "cantidad_completados", expression: "(CASE WHEN estado = 'Completado' THEN 1 ELSE 0 END)", statistic: "SUM" }
]);

var resultados_san_diego = GroupBy(fs_san_diego, ['municipio'], [
  { name: "cantidad_completados", expression: "(CASE WHEN estado = 'Completado' THEN 1 ELSE 0 END)", statistic: "SUM" }
]);

var completados_manauere = iif(Count(resultados_manauere) > 0, First(resultados_manauere).cantidad_completados, 0);
var completados_san_diego = iif(Count(resultados_san_diego) > 0, First(resultados_san_diego).cantidad_completados, 0);

var porcentaje_manauere = (completados_manauere * 100.0) / total_predios_manauere;
var porcentaje_san_diego = (completados_san_diego * 100.0) / total_predios_san_diego;

var schema = {
  fields: [
    { name: "Municipio", type: "esriFieldTypeString" },
    { name: "Cantidad Completados", type: "esriFieldTypeInteger" },
    { name: "Porcentaje Avance", type: "esriFieldTypeDouble" }
  ],
  geometryType: "",
  features: [
    { attributes: { municipio: "Manauere", Cantidad_Completados: completados_manauere, Porcentaje_Avance: porcentaje_manauere } },
    { attributes: { municipio: "San Diego", Cantidad_Completados: completados_san_diego, Porcentaje_Avance: porcentaje_san_diego } }
  ]
};

return FeatureSet(Text(schema));

```

Figura 12. Expresión Arcade AGOL

Fuente: Elaboración de los autores

D. Selector de municipio

Permite filtrar toda la información del tablero por municipio. Al seleccionar uno o ambos municipios disponibles, se actualizan automáticamente las gráficas, tablas, capas geográficas y demás componentes conectados, mejorando la experiencia de análisis y toma de decisiones.

E. Gráfico circular de estado de edición

Representa visualmente el avance del proceso de edición, segmentando los predios según su estado actual. Este gráfico facilita la comprensión rápida del estado general de la gestión SIG.

F. Tabla de áreas geográficas

Incluye las áreas de los predios que han sido completados en el marco de la actualización catastral. Esta información es clave para evaluar el rendimiento territorial del proceso y dar seguimiento a las metas establecidas.

- **Tablero de Reconocimiento**

Presenta el avance del componente de reconocimiento predial. A través de gráficos tipo aguja se visualiza el porcentaje de predios reconocidos en relación con la totalidad

asignada por unidad operativa (UIT) y semana. También se incluyen tablas con información detallada sobre novedades detectadas en campo (informalidades, predios nuevos, entre otros).

Se presentan los apartados de este módulo:

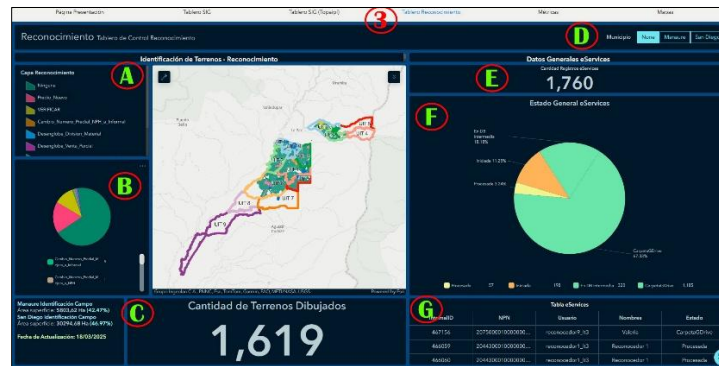


Figura 13. Tablero de Control equipo de Reconocimiento.

Fuente: Elaboración de los autores

- **A. Leyenda de novedades prediales**

Se presenta la leyenda correspondiente a las novedades identificadas durante el proceso de reconocimiento predial. En esta sección se clasifican visualmente las situaciones encontradas, tales como: Sin Novedad, Desenglobe/División Material, Predio Nuevo, entre otras, de acuerdo con las categorías definidas en el Modelo Interno de Levantamiento Catastral.

- **B. Gráfico circular de novedades**

Representa la distribución porcentual de las diferentes novedades prediales registradas durante el proceso de reconocimiento. Este gráfico permite identificar de forma rápida la prevalencia de cada tipo de novedad.

- **C. Métricas de interés territorial**

Muestra indicadores clave relacionados con el área geográfica reconocida y la cantidad de terrenos digitalizados por el equipo técnico de reconocimiento. Estas métricas permiten evaluar el avance físico del proceso.

- **D. Selector de municipio**

Permite filtrar todos los componentes del tablero por municipio. Al seleccionar uno o ambos municipios, se actualizan automáticamente las gráficas, tablas y capas geográficas asociadas, facilitando un análisis territorial más preciso y focalizado.

- **E. Métrica de formularios asignados**

Indica la cantidad total de formularios de identificación predial asignados a los reconocedores. Esta cifra es fundamental para hacer seguimiento al volumen de trabajo distribuido.

- **F. Gráfico de estado de formularios**

Presenta un gráfico circular que muestra el estado actual de los formularios de identificación predial, diferenciando entre estados como asignado, en diligenciamiento, finalizado, entre otros. Este recurso facilita el control operativo del avance.

- **G. Tabla de formularios prediales**

Contiene un listado detallado de los formularios prediales, donde se visualizan el código interno, número predial nacional, usuario asignado y estado del formulario. Esta tabla permite hacer un seguimiento individualizado y preciso de cada caso.

- **Métricas**

Módulo enfocado en el análisis cuantitativo del proceso. Se muestran indicadores como: cantidad de predios trabajados, área de cobertura, y distribución por estados. Estas métricas permiten realizar un seguimiento dinámico del cumplimiento de metas por equipo (calidad, económico, consolidación).

Se presentan los apartados de este módulo:

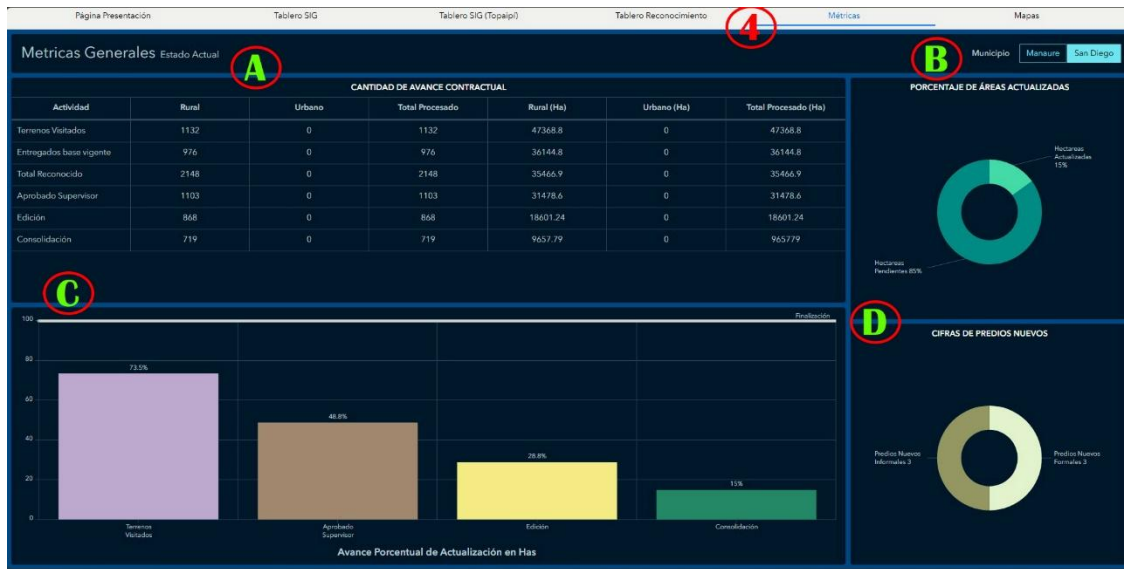


Figura 14. Tablero de Control. Equipo Gerencial.

Fuente: Elaboración de los autores

A. Tabla consolidada de información del proceso de actualización catastral

Muestra cifras clave y resumidas que reflejan el estado actual del proceso de actualización catastral. Esta tabla está enfocada en el análisis interno y permite una visualización rápida del avance general, aportando valor en la toma de decisiones estratégicas.

B. Selector de municipio

Herramienta que permite filtrar dinámicamente todos los componentes del tablero por municipio. Al seleccionar uno o ambos municipios disponibles, se actualizan automáticamente las gráficas, tablas y capas geográficas vinculadas, lo que facilita un análisis más preciso y territorialmente enfocado.

C. Gráfico de barras por equipo de trabajo

Representa el porcentaje de avance de cada equipo involucrado en el proceso de actualización catastral. Este gráfico permite comparar el rendimiento entre equipos y monitorear el cumplimiento de metas específicas por componente operativo.

D. Gráficos circulares de avance y predios nuevos

Incluyen dos visualizaciones clave:

- Un gráfico que muestra el porcentaje de avance en la entrega de información mediante el formato de intercambio XTF.

- Un gráfico que detalla la cantidad de predios nuevos identificados durante el proceso, permitiendo evidenciar el impacto del levantamiento en la identificación de nuevas unidades prediales.
- **Visor de Mapas**

Componente espacial del tablero que permite consultar, explorar y analizar la base predial. Se integran herramientas de navegación, cambio de mapa base, consulta de atributos y selección geográfica. Las capas dispuestas surgen de la consulta con cada equipo de trabajo en donde se identificaron capas de interés.

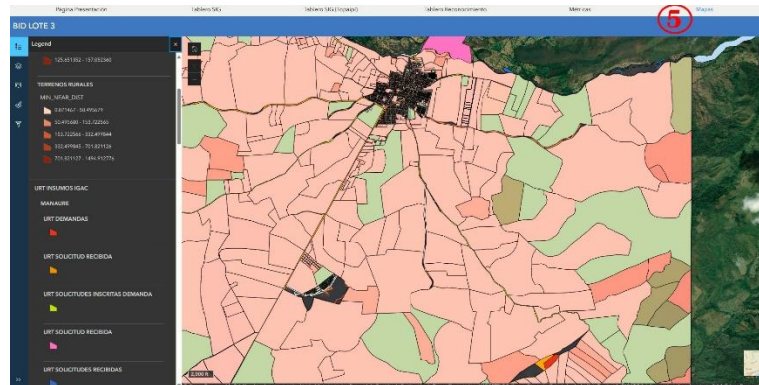


Figura 15. Tablero de Control. Visor de Mapas.

Fuente: Elaboración de los autores

- **Automatización de actualización de datos:** Se configuraron ArcGIS Notebooks en ArcGIS Pro, creando un environment específico con las bibliotecas necesarias de Python para la ejecución de scripts. Estos scripts permiten la sincronización de datos entre diversas fuentes, garantizando que el tablero refleje siempre la información más actualizada.

Se destacan los siguientes procesos de automatización que ayudan a implementar un sistema unificado en pro de una interoperabilidad operativa:

1. Seguimiento de activades en edición predial e incorporación de nuevos predios:

Este script automatiza la descarga de información desde hojas de cálculo de Google Sheets mediante su API (ver Anexo 1), combinando esta información con herramientas de *arcpy* para actualizar y sincronizar una capa en ArcGIS Online. El objetivo es hacer seguimiento al proceso de edición realizado por profesionales en campo, registrar el avance del proyecto y facilitar la incorporación de nuevos predios identificados.

Además, el código incluye una segunda etapa en la que se actualizan automáticamente las geometrías de los predios existentes y nuevos en la base catastral de conservación, garantizando que los cambios observados en terreno se reflejen adecuadamente en el sistema geográfico. Esto permite evidenciar de manera clara el proceso de actualización predial.

2. Descarga de información geográfica Modelo LADM e integración en servicios AGOL

Este código automatiza la descarga y actualización de información geográfica estructurada bajo el modelo LADM desde múltiples bases de datos SQL Server. Utilizando *pyodbc*, *pandas*, *geopandas* y *arcpy*, el script extrae tablas relevantes (como *cr_terreno*, *cr_unidadconstruccion*, entre otras), convierte las geometrías al formato WKT, y exporta tanto shapefiles como archivos CSV según la presencia de geometría. Posteriormente, estas capas son utilizadas para actualizar una capa existente en ArcGIS Online (AGOL), reemplazando las geometrías de predios existentes y añadiendo nuevos registros cuando es necesario. Esto permite mantener actualizadas las representaciones espaciales de las unidades prediales de manera automatizada, eficiente y consistente, en concordancia con la base de datos estructurada del proyecto (ver Anexo 2).

3. Actualización de información de reconocimiento. Formularios de reconocimiento predial.

Como parte de este proceso, se desarrolló un código (incluido en el anexo denominado “Descarga y sincronización de formularios LADM”) que permite la obtención automatizada de información proveniente de formularios de actualización catastral estructurados bajo el modelo LADM – Levantamiento Catastral versión 5. Mediante técnicas de *web scraping* y solicitudes tipo

request, se extraen los datos desde una plataforma en línea, los cuales son posteriormente procesados y cargados a capas alojadas en ArcGIS Online (AGOL). Esta integración evidencia no solo el valor de automatizar flujos de trabajo para la gestión catastral, sino también la importancia de la interoperabilidad entre sistemas, facilitada por el uso de bibliotecas especializadas que aseguran eficiencia y escalabilidad en la manipulación de información geoespacial (ver Anexo 3).

Evaluación

La evaluación y retroalimentación de los usuarios es de vital importancia en procesos de implementación tecnológica, especialmente cuando se busca generar herramientas que apoyen la toma de decisiones, la sistematización de información y la integración entre equipos de trabajo. En este contexto, se determinó la necesidad de valorar la percepción y el uso del Tablero de Control por parte de los distintos actores involucrados en el proyecto.

Conforme a esta necesidad, se diseñó un instrumento de evaluación utilizando Survey123, una aplicación incluida en el licenciamiento de ArcGIS que permite estructurar formularios digitales con georreferenciación, compatibilidad móvil y centralización de datos en tiempo real. Esta herramienta permitió recoger información de manera efectiva entre diferentes áreas del proyecto.

La encuesta incluyó preguntas clave orientadas a medir el uso, implementación, utilidad percibida y grado de representación de las actividades propias en el Tablero de Control. Participaron profesionales de áreas como SIG, Calidad, Consolidación, Reconocimiento y Gestión Documental, lo que permitió una visión integral del alcance y la interoperabilidad de la herramienta implementada.

Figura 16. Formulario Survey 123.

Fuente: Elaboración de los autores

La muestra incluyó profesionales de áreas estratégicas como SIG, Consolidación, Calidad, Reconocimiento y Gestión Documental. Esto garantizó una mirada transversal del impacto del tablero de control.

Tablas de resumen y estadísticas del resultado	
Cantidad total de encuestas realizadas	
Encuestas totales: 16	
Cantidad de profesionales por área	
Área	Número de Encuestados
SIG	6
Consolidación	2

Calidad	4
Reconocimiento	2
Gestión Documental	2

Tabla 9. Equipos encuestados.

Fuente: Elaboración de los autores

El área de SIG fue la que más respuestas registró, reflejando su vínculo técnico directo con el desarrollo y operación del tablero. Sin embargo, el resto de equipos también participó activamente, lo que demuestra el alcance que esta herramienta ha tenido más allá del equipo desarrollador.

Pregunta	Sí / Afirmativo	No / Negativo	% de Afirmación
¿Ha usado el tablero de Control?	13	3	81.25%
¿Ha implementado el tablero en sus actividades?	10	6	62.50%
¿Considera útil el Tablero de Control?	15	1	93.75%
¿El Tablero de Control refleja sus Actividades?	13	3	81.25%
¿El tablero es útil para el proyecto? (De acuerdo o Totalmente de acuerdo)	14	2	87.50%

Tabla 10. Resultados encuestas.

Fuente: Elaboración de los autores

Estos resultados evidencian una alta percepción de utilidad. Casi 94% de los encuestados considera que el tablero es una herramienta útil, lo cual respalda su implementación y su valor

como medio de gestión y monitoreo. A su vez, 8 de cada 10 usuarios afirman que refleja sus actividades, mostrando que su diseño responde a necesidades operativas concretas.

Si bien el nivel de implementación directa aún tiene espacio para mejorar (62.5%), esto responde en parte a perfiles operativos o administrativos que aún no han integrado procesos digitales en su totalidad. Aun así, el nivel de adopción ya alcanzado permite afirmar que el tablero es una herramienta transversal, no restringida a un solo equipo o enfoque técnico.

Discusión

El desarrollo e implementación del tablero de control para el seguimiento del proceso de actualización catastral permitió evidenciar la relevancia de integrar fuentes de información heterogéneas bajo un modelo de interoperabilidad técnica y semántica. A partir de los resultados obtenidos, se observó que la centralización de datos provenientes de bases geoespaciales, hojas de cálculo y servicios web incrementó la trazabilidad del proceso, mejorando la capacidad de supervisión de los avances y la identificación de inconsistencias en tiempo real. Esta integración responde directamente a la pregunta de investigación sobre cómo consolidar la información catastral dispersa en una única plataforma tecnológica eficiente.

El uso del entorno ArcGIS Experience Builder demostró ser una herramienta efectiva para la visualización y análisis de indicadores clave de desempeño, permitiendo una lectura inmediata del estado de los predios y del avance por fases. La automatización mediante Python y ArcPy redujo los tiempos de actualización de los datos y minimizó los errores humanos asociados al procesamiento manual, fortaleciendo la eficiencia operativa. Estos resultados confirman la hipótesis de que la implementación de soluciones basadas en SIG facilita la gestión técnica y administrativa de los proyectos de actualización catastral.

Sin embargo, la experiencia de desarrollo también evidenció ciertos retos. La dependencia de la conectividad y del acceso a servicios en la nube puede limitar la operatividad del sistema en zonas rurales con infraestructura tecnológica deficiente. Asimismo, la heterogeneidad en los formatos y estructuras de datos de las distintas fuentes institucionales continúa siendo un obstáculo para la total interoperabilidad, lo que resalta la necesidad de fortalecer la adopción del modelo LADM-COL en los diferentes actores catastrales. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que destacan la importancia de la estandarización y de la gobernanza de datos para garantizar la sostenibilidad de los sistemas catastrales modernos.

El análisis también permite inferir que la adopción de herramientas tecnológicas no solo tiene implicaciones técnicas, sino también organizacionales. La implementación del tablero de control promovió una mayor coordinación entre los equipos de campo, jurídico, económico y SIG,

mejorando la comunicación interna y la gestión del conocimiento. De esta manera, el proyecto trasciende la dimensión técnica para convertirse en un mecanismo de fortalecimiento institucional y de modernización de los procesos de gestión del territorio.

En conclusión, la discusión de los resultados demuestra que la integración de información y el uso de tableros de control interoperables son elementos clave para avanzar hacia un catastro multipropósito eficiente, transparente y sostenible. La solución propuesta contribuye a la toma de decisiones informadas, al control de calidad de los datos y a la optimización de los recursos, evidenciando su potencial para ser replicada en otros contextos territoriales del país.

Conclusiones

La implementación del entorno digital mediante ArcGIS Experience Builder permitió consolidar un espacio unificado para la gestión de datos y el seguimiento de actividades del proceso de actualización catastral. La integración de módulos como la presentación interactiva, el dashboard de control y el visor geográfico favoreció la centralización de insumos y garantizó su accesibilidad para los equipos técnicos y administrativos, mejorando la trazabilidad y la calidad de la información. Este entorno no solo optimizó los flujos de trabajo, sino que también demostró la capacidad de las plataformas SIG para articular de manera eficiente datos espaciales y no espaciales en beneficio de la gestión territorial.

El uso del dashboard se consolidó como una herramienta eficaz para el monitoreo de indicadores de rendimiento y avance por áreas, facilitando la toma de decisiones estratégicas y la priorización de recursos en tiempo real. De manera complementaria, el visor geográfico con información vectorial y raster proveniente de insumos oficiales fortaleció la capacidad de análisis territorial al permitir consultas detalladas sobre predios, construcciones, vías, ríos y límites municipales. Estas funcionalidades transformaron la supervisión de actividades en un proceso más dinámico, preciso y confiable, reduciendo los márgenes de error y mejorando la coordinación interinstitucional.

Los procesos de automatización y estandarización implementados evidenciaron un impacto positivo en la eficiencia operativa, al reducir errores en la carga y actualización de datos mediante la sincronización con la API de ArcGIS Online y al estandarizar insumos clave a través de matrices temáticas. Estas innovaciones contribuyeron a mejorar la consistencia del proceso catastral, fortalecer la transparencia de la gestión y potenciar la interoperabilidad de sistemas digitales. En conjunto, los resultados alcanzados confirman que la incorporación de entornos digitales basados en SIG constituye un soporte estratégico para la modernización del catastro multipropósito y abren la oportunidad de replicar esta metodología en otros ámbitos de la gestión territorial como la planificación urbana, el ordenamiento y la gestión del riesgo.

Recomendaciones

Se recomienda fortalecer los procesos de capacitación y apropiación tecnológica del personal técnico y administrativo, incentivando el uso de las herramientas disponibles e incorporando metodologías de actualización continua que garanticen un manejo eficiente y sostenible de la plataforma. Esto incluye fomentar dentro de los equipos de trabajo una cultura orientada a la innovación y al aprovechamiento de los recursos digitales, así como desarrollar procesos automatizados que reduzcan la dependencia de la intervención manual en la captura, validación y actualización de datos.

De igual forma, resulta estratégico avanzar en la integración con otras fuentes de información institucional y territorial, promoviendo la interoperabilidad de datos y la creación de redes colaborativas que fortalezcan la gestión catastral. Documentar y difundir la experiencia permitirá consolidarla como un modelo replicable y escalable, aportando a la construcción de un catastro multipropósito moderno, transparente y alineado con las políticas nacionales de gestión territorial.

Referencias

- Alcaldía Municipal de San Diego, Cesar . (2025). *Información del Municipio*. Retrieved from <https://surl.li/zsudtk>
- Alcaldia Manaure Balcón del Cesar. (2018, Febrero 26). *Nuestro municipio*. Retrieved from <https://surl.li/qoqeow>
- Castillo, M. (2018). La consolidación de datos en la gestión territorial. *Universidad Nacional de Colombia*.
- Castro, L. (2018). Impacto de la actualización catastral en la planificación urbana. *Pontificia Universidad Javerian*.
- Congreso de la República de Colombia. (1989, Enero 11). *Ley 9* . Retrieved from <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1175>
- Congreso de la República de Colombia. (1997, Julio 18). *Ley 388*. Retrieved from <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339>
- Congreso de la República de Colombia. (2012, Julio 6). *Ley 1551*. Retrieved from <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=48267>
- Congreso de la República de Colombia. (2014, Marzo 6). *Ley 1712*. Retrieved from http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1712_2014.html
- Congreso de la República de Colombia. (2019, Mayo 25). *Ley 1955*. Retrieved from <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=93970>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2016, Junio 13). *CONPES 3859*. Retrieved from https://www.igac.gov.co/sites/default/files/transparencia/normograma/Conpes_3859-2016.pdf
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2018, Noviembre 26). *CONPES 3951*. Retrieved from https://antiguo.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/normograma/conpes_3951_de_2018.pdf
- Constitución Política de Colombia. (1991, Julio 7). Art. 20 y 79. Colombia: Gaceta de la Asamblea Constituyente. Retrieved from <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4125>
- Díaz, P. (2019). Herramientas digitales aplicadas a la gestión catastral. *Revista de Estudios Urbanos*, 45-58.

- DNP - Departamento Nacional de Planeación. (2022, Julio 25). *Catastro Multipropósito Interoperabilidad*. Retrieved from <https://surl.li/dojzke>
- DNP - Departamento Nacional de Planeación. (2023, Marzo 22). *¿Qué es el Catastro Multipropósito?* Retrieved from <https://surl.li/gkfdze>
- ESRI Environmental Systems Research Institute. (2023). *What is GIS?* Retrieved from <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>
- Few, S. (2012). *Show me the numbers: Designing tables and graphs to enlighten* (2 ed.). Burlingame, California, USA: Analytics Press.
- Fuentes, J. (2020). La digitalización del catastro multipropósito: Avances y desafíos. *Universidad del Valle*.
- Gallardo Echenique , E. E. (2017). *Metodología de la Investigación. Manual Autoformativo Interactivo* (Primera edición ed.). Huancayo, Perú: Universidad Continental. Retrieved from <https://surl.lu/arhdhj>
- García, S. (2016). Estandarización y normativas internacionales aplicadas a la gestión catastral en Colombia. *Universidad del Rosario*.
- Gómez, A. (2017). La interoperabilidad de sistemas de información territorial. *Revista de Gestión Pública*, 30–47.
- Guerrero, D. (2017). Calidad de los datos catastrales en la planificación urbana. *Universidad de Antioquia*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION* (Sexta edición ed.). México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES. Retrieved from <https://surl.li/fpvjtd>
- Herrera, C. (2017). Sistemas de información integrados para la gestión territorial. *Revista de Administración Pública*, 76-92.
- IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi . (2011, Febrero 4). *Resolución 070*. Retrieved from <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal.jsp?i=41638>
- IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2020). *Modelo LADM-COL: Adaptación del estándar internacional para Colombia*. Retrieved from <https://surl.li/twgxaw>
- IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2020, Abril 13). *Resolución No. 388*. Retrieved from <https://surl.li/ilpvts>

- IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2021, Agosto 19). *Resolución No. 1149*. Retrieved from https://www.igac.gov.co/sites/default/files/2022-05/resolucion_1149_de_2021_0.pdf
- IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2023, Agosto 8). *Resolución No. 1040*. Retrieved from <https://surl.li/pnvihu>
- IGAC y SNR. (2018, Mayo 30). *Resolución Conjunta IGAC No. 642 SNR No. 5731, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Superintendencia de Notariado y Registro*. Retrieved from <https://surl.li/kjvfbs>
- IGAC y SNR. (2020, Mayo 28). *Resolución Conjunta IGAC No. 499 SNR No. 4218, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Superintendencia de Notariado y Registro*. Retrieved from <https://surl.li/eluimx>
- ISO - International Organization for Standardization. (2012, 12). *ISO 19152:2012 Geographic information — Land Administration Domain Model (LADM)*. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/51206.html>
- Jiménez, T. (2019). Participación ciudadana en la gestión catastral: transparencia y confianza pública. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*.
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., & Rhind, D. (2015). *Geographic Information Science and Systems* (4 ed.). USA: John Wiley & Sons.
- Martínez, J. (2018). Tableros digitales en la supervisión de proyectos públicos. *Universidad del Norte*.
- Molina, F. (2017). Modelos catastrales y planificación territorial en Colombia. *Universidad Nacional de Colombia*.
- Moreno, L. (2020). Eficacia de modelos estandarizados en el catastro colombiano. *Revista de Ciencias Geográficas*, 25-41.
- Navarro, P. (2020). Digitalización de procesos administrativos en el ámbito catastral. *Universidad del Tolima*.
- Olivares, M. (2020). Uso de paneles digitales en la administración pública. *Pontificia Universidad Bolivariana*.
- Pérez, M., & Rodríguez, L. (2018). Implementación de sistemas de información geográfica en el sector público: Un análisis comparativo. *Journal of Geographic Information*, 12(3), 125-142.

- Pineda, S. (2018). Desafíos de la actualización catastral en contextos urbanos y rurales. *Universidad del Cauca*.
- Planeación, D. N. (2022, 07 25). *Catastro Multiproposito*. Retrieved from Interoperabilidad: <https://www.catastromultiproposito.gov.co/acerca-de/Paginas/Interoperabilidad.aspx>
- Ramírez, L. (2019). Prototipo de sistema de información geográfica para la gestión catastral. *Universidad EAFIT*.
- Restrepo, J., & Martínez, A. (2015). La actualización catastral en Colombia: Retos y oportunidades. *Revista de Geografía*, 24(2), 45-62.
- Rojas, F. (2020). Digitalización de registros catastrales: Ventajas y retos. *Universidad Industrial de Santander*.
- Rueda, V. (2019). Catastro multipropósito y eficiencia administrativa. *Universidad de Cartagena*.
- Sullivan, L., Johnson, R., Mercado, C., & Terry, K. (2009, Diciembre 16). *The Sage glossary of the social and behavioral sciences*. (L. E. Sullivan, Ed.) doi: <https://doi.org/10.4135/9781412972024>
- Tableau Salesforce. (2024). *Guía de visualización de datos*. Retrieved from <https://www.tableau.com/es-es/learn/articles/data-visualization>
- Torres, M. (2018). Interoperabilidad y toma de decisiones en sistemas de información territorial. *Universidad del Valle*.
- Vargas, C. (2019). Impacto de las tecnologías digitales en la gestión catastral colombiana. *Revista de Tecnología Pública*.

Anexos

Anexo 1.

```
SERVICE_ACCOUNT_FILE = r"archivo.json"
SCOPES = ['https://www.googleapis.com/auth/spreadsheets.readonly']
SHEET_ID_1 = '*****'
SHEET_ID_2 = '*****'
creds =
service_account.Credentials.from_service_account_file(SERVICE_ACCOUNT_FILE,
scopes=SCOPES)
service = build('sheets', 'v4', credentials=creds)

def read_sheet(sheet_id, range_name):
    sheet = service.spreadsheets()
    result = sheet.values().get(spreadsheetId=sheet_id,
range=range_name).execute()
    return result.get('values', [])
range_name = 'Asignacion!A1:Z7000'
data_sheet1 = read_sheet(SHEET_ID_1, range_name)
data_sheet2 = read_sheet(SHEET_ID_2, range_name)
def adjust_columns(data):
    max_columns = max(len(row) for row in data)
    adjusted_data = [row + [''] * (max_columns - len(row)) for row in data]
    return adjusted_data
data_sheet1_adjusted = adjust_columns(data_sheet1)
data_sheet2_adjusted = adjust_columns(data_sheet2)
df_sheet1 = pd.DataFrame(data_sheet1_adjusted[1:],
columns=data_sheet1_adjusted[0])
df_sheet2 = pd.DataFrame(data_sheet2_adjusted[1:],
columns=data_sheet2_adjusted[0])
df_sheet1 = df_sheet1.loc[:, ~df_sheet1.columns.duplicated()]
df_sheet2 = df_sheet2.loc[:, ~df_sheet2.columns.duplicated()]
common_columns = list(set(df_sheet1.columns) & set(df_sheet2.columns))
df_sheet1_common = df_sheet1[common_columns]
df_sheet2_common = df_sheet2[common_columns]
merged_df = pd.merge(df_sheet1_common, df_sheet2_common, how='outer',
suffixes=('_sheet1', '_sheet2'))
```

```
merged_df = merged_df[merged_df['numero_predial'].notna()]
merged_df = merged_df[merged_df['numero_predial'] != ""]
merged_df = merged_df[merged_df['numero_predial'].str.lower() != "nan"]
output_file = r"resultado_union_comun.xlsx"
merged_df.to_excel(output_file, index=False, engine='openpyxl')

url_capa = "https://services.arcgis.com/*****"
proyecto = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
mapa = proyecto.listMaps()[0]
capa = next((lyr for lyr in mapa.listLayers() if lyr.name ==
"ReconocimientoInfo"), None)
if not capa:
    mapa.addDataFromPath(url_capa)
    capa = mapa.listLayers()[-1]

def clean_and_strip(values):
    return {str(valor).strip() for valor in values if valor not in (None, '', '
')}

all_data = pd.read_excel(r"resultado_union_comun.xlsx", engine='openpyxl')
numero_predial_excel = clean_and_strip(all_data['numero_predial'])
mapa_actual = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT").activeMap
capa_general = mapa_actual.listLayers("General")[0]
total_registros_general = int(arcpy.management.GetCount(capa_general)[0])
numero_predial_general = set()
with arcpy.da.SearchCursor(capa_general, ["CODIGO"]) as cursor:
    numero_predial_general = clean_and_strip(row[0] for row in cursor)
valores_no_existentes = numero_predial_excel - numero_predial_general
fields = arcpy.ListFields(capa_general, "CODIGO")
max_length = fields[0].length if fields else 255
if valores_no_existentes:
    spatial_ref = arcpy.SpatialReference(3857)
    base_x, base_y = -8139057.03, 1158815.60
    rect_width, rect_height = 100, 100
    with arcpy.da.InsertCursor(capa_general, ["CODIGO", "SHAPE@"]) as cursor:
        for valor in valores_no_existentes:
            if len(valor) > max_length:
```

```
        print(f"Advertencia: El valor '{valor}' excede la longitud máxima de
{max_length} caracteres.")
        continue
    rect_coords = [
        (base_x, base_y),
        (base_x + rect_width, base_y),
        (base_x + rect_width, base_y + rect_height),
        (base_x, base_y + rect_height),
        (base_x, base_y),
    ]
    polygon = arcpy.Polygon(arcpy.Array([arcpy.Point(x, y) for x, y in
rect_coords]), spatial_ref)
    cursor.insertRow([valor, polygon])

else:
    None
def clean_and_strip(values):
    """Limpia y formatea los valores para asegurar comparaciones correctas."""
    return {str(valor).strip() for valor in values if valor not in (None, '', '
')}

all_data = pd.read_excel(r"resultado_union_comun.xlsx", engine='openpyxl')
numero_predial_excel = clean_and_strip(all_data['numero_predial'])
equivalencias_estado = {
    "Novedad": "Con Novedad",
    "Completado": "Completado",
    "En proceso": "En proceso",
    "Sin Trabajar": "Sin Trabajar",
    "No aplica": "No aplica",
    "Ajustado": "Ajustado"
}

csv_dict = {
    k: {
        "estado": equivalencias_estado.get(v, "Sin Trabajar"),
        "asignado": all_data["SIG Asignado"][i],
```

```
"observaciones": str(all_data["Observaciones SIG"][i][:255],
"municipio": (
    "Manaure" if str(k).startswith("20443") else
    "San Diego" if str(k).startswith("2075") else ""
)
}
for i, (k, v) in enumerate(zip(all_data["numero_predial"],
all_data["Estado"]))
}

mapa_actual = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT").activeMap
capa_general = mapa_actual.listLayers("General")[0]
contador = 0
with arcpy.da.UpdateCursor(capa_general, ["CODIGO", "asignado", "estado",
"observaciones", "municipio"]) as cursor:
    for row in cursor:
        codigo = row[0]
        datos_csv = csv_dict.get(codigo, {})
        cambios = False
        for i, campo in enumerate(["asignado", "estado", "observaciones",
"municipio"], start=1):
            nuevo_valor = datos_csv.get(campo, row[i])
            if row[i] != nuevo_valor:
                row[i] = nuevo_valor
                cambios = True
        if cambios:
            cursor.updateRow(row)
        contador += 1
        if contador % 500 == 0:
            print(f"Filas procesadas: {contador}")
import arcpy

fc_sources = [
    (r"\Validacion_Manaure.gdb", "Manaure\cr_terreno"),
    (r"\Validacion_SanDiego.gdb", "SanDiego\cr_terreno")
]
```

```
mapa_actual = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT").activeMap
capa_general = mapa_actual.listLayers("General")[0]

geom_dict = {}

for gdb_path, fc_name in fc_sources:
    fc_path = f"{gdb_path}\\{fc_name}"
    with arcpy.da.SearchCursor(fc_path, ["codigo", "SHAPE@"]) as search_cursor:
        for codigo, shape in search_cursor:
            geom_dict[codigo] = shape
contador = 0
with arcpy.da.UpdateCursor(capa_general, ["CODIGO", "SHAPE@"]) as
update_cursor:
    for row in update_cursor:
        codigo = row[0]
        nueva_geom = geom_dict.get(codigo)
        if nueva_geom and row[1] != nueva_geom:
            if not nueva_geom.isMultipart:
                row[1] = nueva_geom
            update_cursor.updateRow(row)

    contador += 1
    if contador % 500 == 0:
        print(f"Geometrías actualizadas: {contador}")
```

Anexo 2.

```
import pyodbc
import pandas as pd
import geopandas as gpd
from shapely import wkt
import os
import arcpy

base_folder = "SQLCapas"

databases = {
```

```
"20750_SAN_DIEGO_ESTRUCTURACION": {
    "server": "SERVIDOR",
    "user": "USUARIO",
    "password": "CONTRASEÑA"
},
"20443_MANAURE_ESTRUCTURACION": {
    "server": "SERVIDOR",
    "user": "USUARIO",
    "password": "CONTRASEÑA"
},
"20443_MANAURE": {
    "server": "SERVIDOR",
    "user": "USUARIO",
    "password": "CONTRASEÑA"
},
"20750_SAN_DIEGO": {
    "server": "SERVIDOR",
    "user": "USUARIO",
    "password": "CONTRASEÑA"
}
}

items_to_download = ["cr_terreno", "cr_unidadconstruccion", "cr_puntolindero",
"ilc_predio"]
additional_table = "cr_terreno_reconocimiento_uit1"

def export_table_to_shapefile(conn_str, table_name, output_folder):
    try:
        conn = pyodbc.connect(conn_str)
        cursor = conn.cursor()
        cursor.execute(f"SELECT COLUMN_NAME FROM INFORMATION_SCHEMA.COLUMNS WHERE
TABLE_NAME = '{table_name}' AND TABLE_SCHEMA = 'dbo'")
        columns = [row.COLUMN_NAME for row in cursor.fetchall()]
        if 'geometria' in columns:
            columns.remove('geometria')
            columns_str = ', '.join(columns)
```

```
    query = f"SELECT {columns_str}, geometria.ToString() AS geometria_wkt FROM
dbo.{table_name}"
    df = pd.read_sql(query, conn)
    df['geometry'] = df['geometria_wkt'].apply(wkt.loads)
    df.drop(columns=['geometria_wkt'], inplace=True)
    gdf = gpd.GeoDataFrame(df, geometry='geometry')
    gdf.set_crs("+proj=tmerc +lat_0=4 +lon_0=-73 +k=0.9992 +x_0=5000000
+y_0=2000000 +ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0,0,0,0,0 +units=m +no_defs +type=crs",
inplace=True)
    for col in gdf.select_dtypes(include=['datetime64']).columns:
        gdf[col] = gdf[col].astype(str)
    output_path = os.path.join(output_folder, f"{table_name}.shp")
    gdf.to_file(output_path)
else:
    query = f"SELECT * FROM dbo.{table_name}"
    df = pd.read_sql(query, conn)
    output_path = os.path.join(output_folder, f"{table_name}.csv")
    df.to_csv(output_path, index=False)
except:
    pass
finally:
    conn.close()

folders_mapping = {
    "20750_SAN_DIEGO_ESTRUCTURACION": "San_Diego",
    "20443_MANAURE_ESTRUCTURACION": "Manaure",
    "20750_SAN_DIEGO": "San_Diego",
    "20443_MANAURE": "Manaure"
}

for db_name, folder in folders_mapping.items():
    db_info = databases[db_name]
    conn_str = f"DRIVER={{ODBC Driver 18 for SQL
Server}};SERVER={db_info['server']};DATABASE={db_name};UID={db_info['user']};P
WD={db_info['password']};Encrypt=no"
    db_folder = os.path.join(base_folder, folder)
    if not os.path.exists(db_folder):
```

```
os.makedirs(db_folder)
tables = items_to_download if db_name.endswith("_ESTRUCTURACION") else
[additional_table]
for table in tables:
    export_table_to_shapefile(conn_str, table, db_folder)

shp1 =
r"C:\Users\EXP_PC16\Documents\ArcGIS\Projects\MyProject2\SQLCapas\San_Diego\cr
_terreno_reconocimiento_uit1.shp"
shp2 =
r"C:\Users\EXP_PC16\Documents\ArcGIS\Projects\MyProject2\SQLCapas\Manaure\cr_t
erreno_reconocimiento_uit1.shp"
url_capa2 =
"https://services.arcgis.com/deQSb0Gn7gDPf3uV/arcgis/rest/services/Reconocimie
ntoInfo\_WFL1/FeatureServer/1"

proyecto = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
mapa = proyecto.listMaps()[0]
capa2 = next((lyr for lyr in mapa.listLayers() if lyr.name ==
"ReconocimientoInfo"), None)

if not capa2:
    mapa.addDataFromPath(url_capa2)
    capa2 = mapa.listLayers()[-1]

def cargar_geometrias(shape_path, llave):
    geom_dict = {}
    with arcpy.da.SearchCursor(shape_path, [llave, "SHAPE@"]) as cursor:
        for row in cursor:
            geom_dict[row[0]] = row[1]
    return geom_dict

geom_dict = cargar_geometrias(shp1, "nnp_predio")
geom_dict.update(cargar_geometrias(shp2, "nnp_predio"))
```

```
campos_online = [f.name for f in arcpy.ListFields(capa2) if f.type not in ["OID",
"GlobalID"]]
if "SHAPE@" not in campos_online:
    campos_online.append("SHAPE@")

with arcpy.da.UpdateCursor(capa2, ["npn_predio", "SHAPE@"]) as update_cursor:
    for row in update_cursor:
        npn_predio = row[0]
        nueva_geom = geom_dict.get(npn_predio)
        if nueva_geom and row[1] != nueva_geom:
            if not nueva_geom.isMultipart:
                row[1] = nueva_geom
            update_cursor.updateRow(row)

llaves_online = {row[0] for row in arcpy.da.SearchCursor(capa2, ["npn_predio"])}
nuevos_registros = [key for key in geom_dict if key not in llaves_online]

with arcpy.da.InsertCursor(capa2, campos_online) as insert_cursor:
    for npn_predio in nuevos_registros:
        nueva_geom = geom_dict[npn_predio]
        if nueva_geom:
            fila_nueva = [None] * len(campos_online)
            fila_nueva[campos_online.index("npn_predio")] = npn_predio
            fila_nueva[campos_online.index("SHAPE@")] = nueva_geom
            insert_cursor.insertRow(fila_nueva)
```

Anexo 3.

```
import asyncio
import aiohttp
import os
import json
import pandas as pd
import arcpy
import csv
from datetime import datetime

output_dir = r" TableroActualizacion"
url = "amazonaws.com/graphql"
```

```
headers = {
  "Authorization": "bearer ",
  "Content-Type": "application/json"
}
os.makedirs(output_dir, exist_ok=True)

async def fetch_data(session, municipio):
  limit = 50
  offset = 0
  all_data = []
  while True:
    payload = {
      "operationName": "Query",
      "variables": {
        "id": 7,
        "uuid": "4f415b8d-1367-4e89-95fc-94af9b0d6439",
        "parameters":
f"{{\"municipio\": \"{municipio}\", \"status\": [1, 3, 8, 6, 5, 2, 4, 7, 9], \"startDate\"
: \"2021-02-01 00:00\", \"endDate\": \"2025-02-28 23:59\"}}",
        "limit": limit,
        "offset": offset
      },
      "query": ""
    }
    query = Query(id: Int!, uuid: String!, limit: Int, offset: Int,
$parameters: AWSJSON) {
      result: executeReportById(
        id: $id
        uuid: $uuid
        limit: $limit
        offset: $offset
        parameters: $parameters
      ) {
        items
        count
        __typename
      }
    }
  }
```

```
    """
}
async with session.post(url, json=payload, headers=headers) as response:
    if response.status == 200:
        data = await response.json()
        items = json.loads(data.get("data", {})).get("result", {}).get("items",
"[]")
        if not items:
            break
        all_data.extend(items)
        offset += limit
    else:
        break
return {"municipio": municipio, "data": all_data}

async def main():
    municipios = ["443", "750"]
    async with aiohttp.ClientSession() as session:
        tasks = [fetch_data(session, municipio) for municipio in municipios]
        results = await asyncio.gather(*tasks)
    rows = []
    for result in results:
        for survey in result.get("data", []):
            rows.append({
                "municipio": result["municipio"],
                "link": survey.get("link", ""),
                "internalId": survey.get("internalId", ""),
                "id": survey.get("id", ""),
                "NPN": survey.get("NPN", ""),
                "Estado": survey.get("Estado", ""),
                "Usuario": survey.get("Usuario", ""),
                "Nombres": survey.get("Nombres", ""),
                "Apellidos": survey.get("Apellidos", ""),
                "Terminada": survey.get("Terminada", ""),
                "Actualizada": survey.get("Actualizada", ""),
                "Sincronizada": survey.get("Sincronizada", "")
            })
})
```

```
df = pd.DataFrame(rows)
df.to_csv(os.path.join(output_dir, "surveys.csv"), index=False,
encoding="utf-8")
df.to_excel(os.path.join(output_dir, "surveys.xlsx"), index=False,
engine="openpyxl")

if __name__ == "__main__":
    asyncio.run(main())

url_capa = "FeatureServer/0"
csv_path = r"C:\Users\EXP_PC16\Music\TableroActualizacion\surveys.csv"
spatial_ref = arcpy.SpatialReference(3857)

base_x, base_y = -8139057.03, 1158815.60
rect_width, rect_height = 100, 100
rect_coords = [
    (base_x, base_y),
    (base_x + rect_width, base_y),
    (base_x + rect_width, base_y + rect_height),
    (base_x, base_y + rect_height),
    (base_x, base_y),
]
polygon = arcpy.Polygon(arcpy.Array([arcpy.Point(x, y) for x, y in
rect_coords]), spatial_ref)
proyecto = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
mapa = proyecto.listMaps()[0]
capa = next((lyr for lyr in mapa.listLayers() if "Estadodos eServices" in
lyr.name), None)
if capa is None:
    raise ValueError("No se pudo encontrar la capa en el mapa después de
agregarla.")
if not capa:
    mapa.addDataFromPath(url_capa)
    capa = mapa.listLayers()[-1]

campos = ["municipio", "link", "id", "NPN", "Estado", "Usuario", "Nombres",
"Apellidos"]
```

```
tipos_campos = {campo: "Text" for campo in campos}

def convertir_tipo(valor, tipo_dato):
    if valor in ["", None]:
        return None
    if tipo_dato == "Integer":
        return int(valor) if valor.isdigit() else None
    if tipo_dato == "Double":
        try:
            return float(valor)
        except ValueError:
            return None
    if tipo_dato == "Date":
        try:
            return datetime.strptime(valor, "%Y-%m-%dT%H:%M:%S.%fZ")
        except ValueError:
            return None
    if tipo_dato == "String":
        return str(valor).strip()
    return valor

def leer_capa():
    datos_capa = {}
    with arcpy.da.SearchCursor(capa, ["internalId"] + campos) as cursor:
        for row in cursor:
            datos_capa[str(row[0])] = [row[i] if row[i] is not None else None for i
in range(1, len(row))]
    return datos_capa

def leer_csv():
    nuevos_registros = []
    registros_actualizados = []
    datos_capa = leer_capa()
    with open(csv_path, newline='', encoding='utf-8') as csvfile:
        reader = csv.DictReader(csvfile)
        for row in reader:
            internal_id = str(row["internalId"])
```

```

        valores_nuevos = [convertir_tipo(row[campo], tipos_campos[campo]) for
campo in campos]
        if internal_id in datos_capa:
            valores_actuales = datos_capa[internal_id]
            valores_actuales_normalizados = [str(v).strip() if v is not None else
"" for v in valores_actuales]
            valores_nuevos_normalizados = [str(v).strip() if v is not None else ""
for v in valores_nuevos]
            if valores_actuales_normalizados != valores_nuevos_normalizados:
                cambios = {
                    campo: (v_actual, v_nuevo)
                    for campo, v_actual, v_nuevo in zip(campos,
valores_actuales_normalizados, valores_nuevos_normalizados)
                    if v_actual != v_nuevo
                }
                if cambios:
                    registros_actualizados.append((internal_id, valores_nuevos,
cambios))
                else:
                    nuevos_registros.append((internal_id, *valores_nuevos, polygon))
            return nuevos_registros, registros_actualizados

def actualizar_registros(registros_actualizados):
    if registros_actualizados:
        with arcpy.da.UpdateCursor(capa, ["internalId"] + campos) as cursor:
            for row in cursor:
                for update in registros_actualizados:
                    if str(row[0]) == update[0]:
                        valores_actuales = list(row[1:])
                        valores_nuevos = update[1]
                        cambios = update[2]
                        for i, campo in enumerate(campos):
                            if tipos_campos[campo] == "Date":
                                if isinstance(valores_actuales[i], datetime):
                                    valores_actuales[i] =
valores_actuales[i].replace(microsecond=0)
                                if isinstance(valores_nuevos[i], datetime):

```

```
        valores_nuevos[i] = valores_nuevos[i].replace(microsecond=0)
if valores_actuales != valores_nuevos:
    row[1:] = valores_nuevos
    cursor.updateRow(row)
```