

Automatización de la gestión y planeación predial mediante la implementación de herramientas de Power Platform para la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

Johan Sebastian Cruz Rueda

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniería de Sistemas

Director

Laura Viviana Galvis Carreño

PhD. en ingeniería Eléctrica y Computación

Tutor

William Orlando Mantilla Moreno

Esp. en tecnologías avanzadas para el desarrollo de Software

Universidad Industrial de Santander
Facultad de ingeniería de FisicoMecánicas
Escuela de ingeniería de Sistemas
Bucaramanga
2025

Dedicatoria

Dedico totalmente este proyecto a mi mamá y papá, quienes con sus esfuerzos me han permitido llegar en cada una de las etapas de mi vida hasta poder realizar este proyecto. Con su apoyo incondicional me guiaron a tomar la carrera como mi futuro; ellos han dado todo de sí mismos para verme lograr convertirme en ingeniero y, por sobre todo, ser el pilar cuando más lo necesité.

Se lo dedico también a mi hermana, que con su amor y enojos fue una segunda madre para mí; me enseñó aquellos conocimientos que mis padres en algún momento llegaron a desconocer y, por sobre todo, darme motivos de que la universidad no siempre se gana totalmente; a veces hay pasos negativos que llevan a esa ganancia con un aprendizaje. También a mi hermano, que permitió darme un conocimiento más técnico en mi carrera y que con sus consejos ayudó a desarrollar más la visión de cómo una ingeniera en sistemas debe ser aplicada.

Una especial dedicación a mis abuelas, quienes ya no me acompañan físicamente, pero fueron mi ayuda en los momentos más tempranos de mi vida; me enseñaron que de las dificultades se aprende, no siempre se es tarde para crecer y ver lo bueno en lo malo. También a mis abuelos, quienes en la lejanía me dan todo su apoyo y con sus ocurrencias, curiosidad y visualizarme como un gran profesional hacen ver que el apoyo va más allá de las distancias.

Por último, se lo dedico a mi persona, que en un tramo de mi carrera no me vi visualizado aquí, y saber que todo el esfuerzo realizado en los cinco años por fin da fruto me da una felicidad inmensa y me llena de orgullo ser quien soy.

Agradecimientos

Primero que todo, agradezco a Dios por ser mi guía y quien me ha permitido seguir aquí después de tantos años; me ha abierto caminos y oportunidades desde el momento que decidí entrar a mi carrera; con cada una de las enseñanzas me ha permitido, en gran o poca manera, implementarlas en mi vida diaria.

Agradezco a mis papás y hermanos su apoyo incondicional, en mis etapas preuniversitarias, en mi época universitaria y en los momentos más difíciles; en cada uno de ellos me han demostrado que siempre tendré un hombro por el cual saber desahogarme.

Agradezco a las personas que he conocido a través del tiempo y es que en gran manera me han permitido conocer nuevas experiencias y saber que el mundo va más allá de lo que uno ve en las pantallas día a día, saber que con cada tropiezo es una nueva forma de ver el mundo y resolverlo a mi manera.

Por último, le agradezco a las personas que hicieron parte de mi práctica empresarial, ya que por ellos fue más ameno el tiempo allí, conocer experiencias laborales que me permitieron desarrollar más mis habilidades técnicas y blandas, así como conocer que en una oficina no es todo frialdad, también hay calidad humana y que un equipo es para apoyarnos mutuamente, incluso si nos hace falta conocimiento. Por último, también agradezco a mi directora de proyecto, que de no ser por la guía y su inmediata ayuda en el momento más crítico al inicio de mi proyecto de grado, no lo habría logrado como ahora.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	15
Justificación del problema	16
Cumplimiento de objetivos	18
1. Objetivos	20
1.1 Objetivo General	20
1.2 Objetivos Específicos.....	20
2. Marco Referencial.....	21
2.1 Marco Conceptual.....	21
2.1.1 Servidumbre predial eléctrica	21
2.1.2 Gestión predial	21
2.1.3 Digitalización y automatización de procesos.....	22
2.1.3.1 Business Process Automation (BPA).....	22
2.1.3.2 Robotic Process Automation (RPA)	22
2.1.4 Sistemas de información geográfica (SIG)	23
2.2 Marco Normativo.....	23
2.2.1 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas	23
2.2.2 Normas técnicas de ESSA	24
2.3 Marco Tecnológico	25
2.3.1 SQL Server.....	25
2.3.2 Power Apps	25
2.3.3 Power Automate.....	26

2.3.4 Power BI	26
2.3.5 Bizagi Modeler.....	26
2.4 Marco Contextual.....	27
2.4.1 Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (ESSA).....	27
3. Metodología	29
3.1 Fases y actividades.....	31
3.1.1 Planificación y análisis	31
3.1.2 Verificación de Datos y Ordenamiento Estructurado	32
3.1.3 Automatización con Power Automate	32
3.1.4 Desarrollo de interfaz y mapa topográfico.....	32
3.1.5 Pruebas de rendimiento.....	33
3.1.6 Despliegue.....	33
3.2 Comunicaciones con el equipo predial y Soluciones digitales	33
3.2.1 Reuniones durante la fase de análisis.....	34
3.2.2 Reuniones durante la fase de pruebas	34
4. Desarrollo.....	35
4.1 Análisis del Proceso de Gestión Predial	35
4.1.1 Descripción general del anterior proceso predial.....	35
4.1.2 Flujo de trabajo manual y herramientas usadas anteriormente	39
4.1.3 Problemáticas presentes	41
4.1.4 Diseño de la arquitectura	42
4.2 Diseño de la Base de Datos Relacional.....	45
4.2.1 Análisis de requerimientos de información predial	47

4.2.2 Modelo conceptual y entidad–relación	48
4.2.3 Normalización y optimización del esquema	51
4.2.4 Implementación de la base de datos.....	52
4.3 Automatización de Flujos con Power Automate	55
4.3.1 Identificación de procesos prediales a automatizar	56
4.3.2 Diseño de los flujos de trabajo.....	60
4.3.3 Implementación de flujos en Power Automate.....	62
4.4 Desarrollo del Mapa Dinámico e Interfaz Gráfica.....	69
4.4.1 Implementación del Mapa Coroplético Dinámico.....	69
4.4.1.1 Herramientas de procesamiento geoespacial	70
4.4.1.2 Diseño del mapa coroplético.....	71
4.4.1.3 Integración con la base de datos predial	73
4.4.2 Diseño e Implementación de la Interfaz en Power Apps.....	78
4.4.2.1 Análisis de necesidades de los usuarios finales	78
4.4.2.2 Diseño de la interfaz gráfica	79
4.4.2.3 Integración con los flujos de Power Automate y la base de datos.....	80
4.5 Pruebas de Rendimiento	82
4.5.1 Población y pruebas de consistencia de datos.....	82
4.5.2 Pruebas de visualización e interacción en la interfaz.....	85
4.5.3 Validación de integraciones.....	88
4.6 Despliegue Operativo y Validación Continua	89
4.6.1 Publicación de la aplicación en el entorno productivo	89
4.6.2 Capacitación a los usuarios involucrados	92

4.6.3 Estrategia de soporte y mantenimiento	97
5. Conclusiones	99
6. Recomendaciones	101
Referencias Bibliográficas	102

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Cumplimiento de Objetivos</i>	18
Tabla 2. <i>Requerimientos de la solución</i>	47

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Fragmento del diagrama de estructura organizacional.</i>	28
Figura 2. <i>Procedimiento lineal representado en cascada</i>	30
Figura 3. <i>Tabla de referencia para el ancho mínimo respecto a la tensión eléctrica.</i>	36
Figura 4. <i>Referencia Visual de la zona de Servidumbre.</i>	37
Figura 5. <i>Encabezados de la información general predial.</i>	40
Figura 6. <i>Arquitectura de la solución planteada.</i>	44
Figura 7. <i>Arquitectura inicial de la Base de Datos.</i>	49
Figura 8. <i>Arquitectura final de la Base de Datos.</i>	51
Figura 9. <i>Trigger Suma de topes de indemnización.</i>	52
Figura 10. <i>Vista de Base de Datos para la interfaz de Power Apps.</i>	54
Figura 11. <i>Documento del proceso automatizado Insumos.</i>	56
Figura 12. <i>Documento del proceso automatizado Promesas.</i>	57
Figura 13. <i>Documento del proceso automatizado Liquidaciones.</i>	58
Figura 14. <i>Documento del proceso automatizado Depositos.</i>	59
Figura 15. <i>Diagrama de Procesos 'AS IS'</i>	60
Figura 16. <i>Diagrama de Procesos 'TO BE'</i>	61
Figura 17. <i>Flujo Web para la cola de documentos a procesar.</i>	63
Figura 18. <i>Lista SharePoint de Documentos Promesas.</i>	64
Figura 19. <i>SubFlujo de escritorio para la obtención de elementos de la lista SharePoint.</i>	65
Figura 20. <i>Subflujo de escritorio con el condicional para el archivo buscado.</i>	66

Figura 21. <i>Acciones necesarias para el procesamiento del texto legible de documentos.</i>	67
Figura 22. <i>Acciones del procesamiento de documentos encargados de la limpieza de datos.</i>	68
Figura 23. <i>Primer diseño del mapa coroplético con Power BI.</i>	73
Figura 24. <i>Nuevos colores y referencias para los estados prediales.</i>	74
Figura 25. <i>Antiguas referencias realizadas manualmente para los estados prediales.</i>	76
Figura 26. <i>Tablas de Datos Power BI.</i>	77
Figura 27. <i>Primer diseño de la interfaz gráfica en Power Apps.</i>	79
Figura 28. <i>Diseño Final de la interfaz predial en Power Apps</i>	81
Figura 29. <i>Pantalla dedicada a la información total de cada predio.</i>	82
Figura 30. <i>Vista parcial a los datos almacenados en la Base de Datos Predial.</i>	83
Figura 31. <i>Captura de pantalla de evidencia de la creación de la base de datos.</i>	84
Figura 32. <i>Primer diseño del panel estadístico en Power BI, junto con segunda versión del mapa coroplético.</i>	86
Figura 33. <i>Diseño final del panel estadístico Power BI.</i>	87
Figura 34. <i>Acciones necesarias para la inserción de datos a SQL Server.</i>	88
Figura 35. <i>Correo de aprobación para las pruebas de usuario</i>	90
Figura 36. <i>Correo de aprobación para subida a producción</i>	91
Figura 37. <i>Primera página del manual de usuario de la solución predial.</i>	92
Figura 38. <i>Páginas del manual funcional dedicadas al usuario solicitante de la solución</i>	93
Figura 39. <i>Páginas del manual de usuario dedicada a los encargados de subir la información predial a las carpetas compartidas.</i>	94
Figura 40. <i>Páginas del manual técnico dado caso la solución falle.</i>	95
Figura 41. <i>Captura de pantalla de la capacitación a los contratistas.</i>	97

Glosario

Ancho de franja de servidumbre: Distancia mínima, en metros, que debe dejarse libre alrededor de una línea eléctrica, determinada por el nivel de tensión, para garantizar la seguridad de las personas y de la infraestructura.

Automatización de procesos: Uso de herramientas digitales para ejecutar tareas de manera automática, reduciendo la intervención humana y los errores asociados.

Base de datos relacional: Sistema de almacenamiento estructurado en tablas con relaciones entre ellas, que permite organizar, consultar y administrar grandes volúmenes de información de manera eficiente.

Bizagi Modeler: Herramienta de software utilizada para modelar y documentar procesos de negocio, facilitando la identificación de actividades, roles y flujos de trabajo.

Código predial: Identificador único asignado a un predio para registrar y diferenciar la información relacionada con el proceso de gestión predial.

Franja de servidumbre eléctrica: Área de restricción establecida en un predio por la instalación de líneas eléctricas, en la cual el propietario no puede realizar construcciones u otras actividades que representen riesgo.

Gestión predial: Conjunto de actividades técnicas, jurídicas y sociales orientadas a obtener la titularidad, disponibilidad y legalización de predios requeridos para proyectos de infraestructura.

Mapa coroplético: Representación gráfica que utiliza variaciones de color para mostrar datos geográficos o estadísticos sobre un territorio, facilitando la interpretación de información espacial.

Normalización de datos: Proceso de organización de la información en una base de datos para reducir redundancias y mejorar la consistencia y precisión de los registros.

OneDrive: Servicio de almacenamiento en la nube de Microsoft utilizado para compartir, guardar y sincronizar documentos en tiempo real.

Promesa (predial): Documento que recoge acuerdos entre la empresa y el propietario de un predio, ya sea por compensación de daños, adquisición de servidumbre o ambas.

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIIE): Norma técnica colombiana de obligatorio cumplimiento que regula la seguridad en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones eléctricas.

SQL Server: Sistema de gestión de bases de datos relacional de Microsoft, diseñado para almacenar, procesar y proteger información de manera confiable.

Resumen

Título: Automatización de la gestión y planeación predial mediante la implementación de herramientas de Power Platform para la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.*

Autor: Johan Sebastián Cruz Rueda**

Palabras Clave: Bases de datos, Automatización de procesos, Gestión predial, procesamiento e inserción

Descripción: La Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (ESSA), en el marco de sus proyectos de expansión de redes eléctricas, requiere optimizar la gestión predial para la adquisición de terrenos. Este trabajo presenta el desarrollo de una solución tecnológica basada en Microsoft Power Platform y SQL Server, orientada a automatizar y centralizar procesos prediales que antes eran manuales, dispersos y poco trazables.

La herramienta permite procesar documentos clave, estandarizar información y visualizar el avance de los predios mediante métricas y mapas coropléticos. Como resultado de la implementación y despliegue de esta herramienta, se lograron reducir errores humanos, se mejoró la eficiencia operativa y se buscó fortalecer la trazabilidad, facilitando la toma de decisiones estratégicas en la planeación de proyectos eléctricos.

* Trabajo de Grado

** Facultad de ingeniería FísicoMecánicas. Escuela de Ingeniería de Sistemas. Director: Laura Viviana Galvis Carreño. PhD. en ingeniería Eléctrica y Computación

Abstract

Title: Automation of property management and planning through the implementation of Power Platform tools for Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. *

Author: Johan Sebastián Cruz Rueda **

Key Words: Databases, Process automation, Property management, processing, and insertion

Description: Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (ESSA), within the framework of its electrical grid expansion projects, requires to optimize land management for property acquisition. This work presents the development of a technological solution based on Microsoft Power Platform and SQL Server, aimed at automating and centralizing property processes that were previously manual, scattered, and difficult to trace.

The tool allows key documents to be processed, information to be standardized, and property progress to be visualized using metrics and choropleth maps. As a result of the implementation and deployment of this tool, human errors were reduced, operational efficiency was improved, and traceability was strengthened, facilitating strategic decision-making in the planning of electrical projects.

* Degree Work

**Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Systems and Informatics Engineering. Systems Engineering. Advisor: Laura Viviana Galvis Carreño, PhD in Electrical and Computer Engineering

Introducción

Uno de los procesos más críticos dentro del desarrollo y entrega de infraestructura eléctrica es la gestión predial, actividad que involucra la identificación, valoración, negociación y legalización de servidumbres sobre predios afectados por nuevas rutas de líneas eléctricas. Debido a su naturaleza técnica, jurídica y social, esta gestión requiere un manejo masivo de datos, coordinación entre múltiples administrativos y cumplimiento estricto de normativas vigentes, como el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y las normas propias de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (ESSA) y del grupo EPM.

Actualmente, la información generada a lo largo del proceso predial ha sido recolectada y procesada de forma manual, mediante formatos físicos y luego escaneados, resultando en archivos dispersos, lo que genera alta probabilidad de errores, retrabajos y pérdida de información valiosa para la toma de decisiones.

Esta situación se traduce en retrasos en la ejecución de proyectos, incremento de costos y dificultades en la trazabilidad y control del avance de las gestiones. Dados estos problemas, se hace evidente la necesidad de optar por tecnologías que permitan automatizar la captura, organización y procesamiento de los datos prediales, así como facilitar la interacción entre los diferentes equipos involucrados.

Por lo anterior, se plantea la implementación de una solución integral basada en la plataforma Microsoft Power Platform incluyendo herramientas como Power Apps, Power Automate y Power BI para automatizar el proceso relacionado con la gestión predial.

La propuesta no se limita a mejorar la eficiencia operativa mediante la reducción de tareas manuales, sino también a fortalecer la transparencia, trazabilidad y confiabilidad de la información predial. La propuesta integra automatización de flujos (BPA y RPA), visualización

geoespacial dinámica y una interfaz intuitiva para usuarios internos, permitiendo así optimizar los tiempos de respuesta, minimizar errores y mejorar la experiencia de los equipos técnicos y jurídicos en oficina.

Justificación del problema

La servidumbre es un derecho real que se le impone a un inmueble para beneficio de otro u otros inmuebles. El predio que soporta la servidumbre se denomina sirviente, mientras que el predio que se favorece con la servidumbre se designa dominante. En el caso de las servidumbres para la prestación de servicios públicos, no existe predio dominante, ya que todos son sirvientes. El terreno en su totalidad va a soportar un gravamen (limitaciones) y su uso será afectado en la sección en que se crea la servidumbre. La afectación de un predio se da sobre el terreno que ocupa el mismo, de acuerdo con el tipo de predio, el uso que tenga, el área afectada y el nivel de productividad.

Para efectos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE y la Norma Técnica de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P., en adelante ESSA, la zona de servidumbre debe ser definida antes de la construcción de la línea eléctrica, para lo cual se deben adelantar las gestiones para la constitución de la servidumbre, ya sea por mutuo acuerdo con los propietarios del terreno o por vía judicial. La Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (que se llamará ESSA de ahora en adelante) es una empresa de servicios públicos domiciliarios con más de un siglo de experiencia en el sector eléctrico colombiano. Hace parte del Grupo Empresarial EPM y presta el servicio de distribución y comercialización de energía en Santander y otros municipios de regiones vecinas. Su estructura organizativa incluye áreas especializadas para la planeación, operación y gestión de proyectos de infraestructura eléctrica, destacándose entre

ellas el equipo de Gestión Administrativa de Proyectos (G.A.P.), responsable de coordinar los procesos técnicos y jurídicos necesarios para la legalización de servidumbres. El proceso de gestión predial de legalización de servidumbres consta de tres (3) etapas:

- i) Valoración de la zona y los cultivos;
- ii) Caracterización predial y tablas de liquidación: En esta etapa se realiza la identificación de los predios influenciados por el trazado, información técnica de la servidumbre (áreas de servidumbre, linderos de los predios y servidumbres, ficha técnica, inventario de daños, planos georreferenciados y KMZ del trazado con los polígonos de los predios influenciados) y tablas de liquidación para inicio de acercamientos; y,
- iii) Negociación de servidumbres: Se hacen los acercamientos con los propietarios, poseedores u ocupantes con el fin de llegar a un acuerdo económico por la servidumbre eléctrica en su predio. Una vez se cierre el acuerdo, se procede a legalizar mediante escritura pública y registro en el folio de matrícula inmobiliaria. En los casos en que no sea posible llegar a un acuerdo, se iniciará un proceso de imposición de servidumbre ante un juzgado, con el fin de legalizar la servidumbre eléctrica e indemnizar conforme lo indique la sentencia. Así las cosas, usando como ejemplo el proyecto Línea San Gil – Barbosa 115 kV con longitud de 100 km, el cual requirió la gestión predial de servidumbres en 520 predios, se evidenció que a medida que se adelantaban las etapas y actividades de la gestión, se generaba una cantidad importante de datos con una variedad de parámetros, los cuales fueron manejados de manera manual y poco eficiente, representado en demoras y errores, generándose así reprocesos y pérdida de información. Por lo anterior, el Equipo de Trabajo Gestión Administrativa de Proyectos, como equipo líder de la gestión predial de los proyectos de ESSA, ve la necesidad de mejorar el

tratamiento, organización y automatización de los datos generados en este proceso y así lograr la eficiencia y calidad en gestión y planeación predial de los proyectos lineales de ESSA.

Dada la problemática general, se hace necesario implementar una interfaz centralizada con Power Apps en la que se automaticen los procesos de captura de datos mediante BPA (business process automation) y se procesen los datos mediante RPA (robotic process automation). Esta automatización permitirá una disminución de errores manuales, beneficiando tanto al equipo encargado como a los contratistas, acelerando el proceso y permitiendo finalizar las negociaciones prediales.

Cumplimiento de objetivos

La Tabla 1 tiene como función indicar en qué parte del documento se reporta el cumplimiento de los objetivos específicos planteados.

Tabla 1.

Cumplimiento de Objetivos

Objetivo	Cumplimiento	Lugar en el documento
Objetivo específico 1	Se dio cumplimiento al diseño de la base de datos con modelos en tablas de Excel, se realizó la normalización y la correcta implementación en SQL Server	Capítulo 5.2. Diseño de la Base de Datos Relacional
Objetivo específico 2	Se dio cumplimiento a la	Capítulo 5.4.1.

	<p>implementación del mapa coroplético por medio de herramientas de métricas como Power BI, así como el uso de archivos GeoJSON para la correcta localización de cada uno de los predios.</p>	<p>Implementación del Mapa Coroplético Dinámico</p>
Objetivo específico 3	<p>Se dio cumplimiento a la automatización de los procesos prediales por medio de guías ya establecidas, pero modificadas y estandarizadas para la correcta lectura de los registros.</p>	<p>Capítulo 5.3. Automatización de flujos con Power Automate</p>
Objetivo específico 4	<p>Se dio cumplimiento al diseño y aprobación de la interfaz gráfica con la que el usuario podrá visualizar los registros solicitados, todo por medio de la herramienta Power Apps.</p>	<p>Capítulo 5.4.2 Diseño e Implementación de la Interfaz en Power Apps</p>
Objetivo específico 5	<p>Se dio cumplimiento al despliegue de la solución y la instrucción a los usuarios.</p>	<p>Capítulo 5.6. Despliegue Operativo y Validación Continua</p>

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Automatizar el proceso predial de proyectos lineales mediante la implementación de herramientas de Power Automate y Power Apps, para la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P.

1.2 Objetivos Específicos

- Diseñar una base de datos relacional que centralice la información predial relacionada con las servidumbres afectadas por la infraestructura eléctrica, permitiendo almacenar tanto datos actuales como futuros.
- Implementar un mapa coroplético que integre datos vectoriales geoespaciales para la generación de un plano topográfico dinámico, que permita la visualización de la información predial y de las líneas afectadas por la infraestructura.
- Diseñar e implementar flujos de trabajo automatizados por medio de las herramientas de Microsoft Power Automate, con el fin de optimizar el proceso predial y reducir los tiempos de ejecución y posibles errores humanos en la actualización y consulta de información.
- Diseñar una interfaz gráfica de usuario en Microsoft Power Apps que permita una visualización intuitiva de los flujos automatizados del proceso de gestión predial, facilitando la interacción con los datos para los usuarios involucrados.
- Realizar el despliegue funcional y operativo de la solución desarrollada mediante la publicación, capacitación y validación continua del uso de la interfaz en el proceso de gestión predial.

2. Marco Referencial

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 *Servidumbre predial eléctrica*

La servidumbre es un derecho real que impone una carga sobre un predio (predio sirviente), en beneficio de otro predio de distinto dueño (predio dominante), según el Código Civil Colombiano (Artículo 879) [1].

Puede clasificarse en:

- Activa o pasiva: según el predio que recibe el beneficio o soporta la carga.
- Continua o discontinua: si requiere o no intervención humana para ejercerse.
- Aparente o inaparente: si tiene señales visibles o no.
- Positiva o negativa: si permite hacer algo o prohíbe hacerlo.

Las servidumbres son inseparables del predio, se mantienen, aunque se divida, y su ejercicio incluye los medios necesarios para hacerlo (Artículos 883-885). El dueño del predio sirviente no puede modificarla en perjuicio de la dominante (Artículo 887) [1].

Pueden ser naturales, legales o voluntarias (Artículo 888), y están sujetas a otras normas, como el Código de Policía (Artículo 889) [1].

2.1.2 *Gestión predial*

Es el proceso técnico, jurídico y social mediante el cual se obtiene la titularidad y disponibilidad de predios requeridos para ejecutar proyectos de infraestructura, como vías o viviendas. Su propósito es garantizar la liberación física y legal de los terrenos necesarios, cumpliendo con criterios de eficiencia, transparencia y respeto por la normatividad vigente [2].

La gestión predial puede ser realizada por contratistas delegados por las entidades públicas, quienes deben cumplir con un cronograma ajustado al avance del proyecto y apoyar la adquisición bajo principios técnicos, sociales y jurídicos.

2.1.3 Digitalización y automatización de procesos

Hace mención del uso de la tecnología para ejecutar tareas o procesos sin intervención humana directa. Su objetivo es mejorar la eficiencia operativa, minimizar posibles errores y, de ser el caso, no utilizar recursos humanos. Las tecnologías que permiten esta automatización han evolucionado desde sistemas como BPM (Business Process Management) hasta soluciones más recientes como RPA (Robotic Process Automation) y BPA (Business Process Automation) [3].

2.1.3.1 Business Process Automation (BPA)

El BPA se enfoca en la automatización completa de procesos de negocio, integrando sistemas y flujos de trabajo. Su aplicación permite transformar procesos extensos de manera estructurada y sistemática. A diferencia del RPA, que actúa a nivel de tareas, el BPA busca rediseñar procesos de punta a punta, con una lógica más compleja y mayor integración tecnológica [3].

2.1.3.2 Robotic Process Automation (RPA)

Diseñada para automatizar tareas repetitivas, basadas en reglas, que tradicionalmente son realizadas por humanos. Esta tecnología utiliza bots que emulan las acciones de un usuario sobre interfaces digitales, como ingresar datos, mover archivos o generar informes. Según Bermúdez

Irreño (2021), lo describe como una “imitación tecnológica de un trabajador humano” cuyo fin es reducir costos y aumentar la precisión operativa [3].

2.1.4 Sistemas de información geográfica (SIG)

Se considera una tecnología que permite capturar, almacenar, gestionar, analizar y representar datos que están geográficamente referenciados. Está conformado por componentes interrelacionados de hardware, software, datos espaciales y usuarios, cuyo propósito es modelar y comprender el entorno geográfico y facilitar la toma de decisiones fundamentadas [4].

Según Pucha-Cofrep (2017), un SIG es tanto una herramienta informática como una metodología de análisis territorial, esto debido a que integra información espacial con datos alfanuméricos para representar gráficamente realidades complejas del territorio y son aplicables en diversos ámbitos como la planificación urbana, gestión ambiental, agricultura, logística, seguridad pública y, más recientemente, en ciencias sociales y humanidades [4].

2.2 Marco Normativo

2.2.1 Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

El RETIE es una norma técnica de cumplimiento obligatorio, emitida por el Ministerio de Minas y Energía, donde se indican las condiciones que deben cumplir las instalaciones eléctricas en el país, con el fin de proteger la vida de las personas, preservar el medio ambiente y prevenir daños a la propiedad [5].

Según el artículo 1 del RETIE (Resolución 90708 de 2013 y sus actualizaciones), su objetivo principal es garantizar la seguridad en el diseño, construcción, operación,

mantenimiento e intervención de las instalaciones eléctricas, tanto en baja, media como en alta tensión. El RETIE establece criterios técnicos mínimos que deben observarse en componentes como: [5]

- Sistemas de puesta a tierra.
- Protecciones eléctricas.
- Canales de conducción.
- Materiales eléctricos.
- Procedimientos de inspección y certificación.

2.2.2 Normas técnicas de ESSA

La ESSA establece una serie de normas técnicas internas que deben ser cumplidas por diseñadores, contratistas, interventores y demás actores involucrados en proyectos de redes eléctricas, tanto urbanas como rurales. Estas normas tienen como objetivo garantizar la calidad, seguridad, durabilidad y compatibilidad de las instalaciones eléctricas con el sistema de distribución de ESSA, en concordancia con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) [6].

Dichas normas establecen criterios específicos de diseño, materiales, montaje y operación, y son actualizadas de forma periódica. Entre las más relevantes se encuentran [6]:

- Norma técnica para redes de distribución de energía en media y baja tensión.
- Normas para acometidas domiciliarias y conexión de usuarios.
- Normas para alumbrado público y sistemas de puesta a tierra.
- Manual de especificaciones de materiales normalizados por ESSA.

- Norma para el uso de postes, crucetas, aisladores, herrajes y demás elementos estructurales.

2.3 Marco Tecnológico

2.3.1 SQL Server

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional, desarrollado por Microsoft, que permite almacenar, consultar, administrar y proteger datos de manera eficiente y segura. Desarrollado para soportar aplicaciones empresariales críticas, análisis de datos en tiempo real, integración con herramientas de visualización y plataformas de datos geoespaciales [7].

2.3.2 Power Apps

Se considera una plataforma de desarrollo de aplicaciones de tipo low-code/no-code, parte del ecosistema de Microsoft Power Platform, que permite a usuarios crear aplicaciones móviles, web y de escritorio sin necesidad de conocimientos avanzados. Las aplicaciones creadas se integran de forma nativa con servicios de Microsoft como SQL Server y Power BI, así como con servicios externos mediante conectores [8].

Sus componentes fundamentales son:

- Canvas Apps: Aplicaciones altamente personalizables que permiten arrastrar y soltar componentes visuales.
- Model-Driven Apps: Aplicaciones basadas en modelos de datos de Microsoft Dataverse, con lógica estructurada y navegación prediseñada.
- Portals: Páginas web externas donde usuarios pueden interactuar con los datos.

2.3.3 Power Automate

Es una plataforma de automatización de procesos que permite crear flujos de trabajo automáticos entre diversas aplicaciones y servicios, tales como la creación de IA's extractoras de información, sin la necesidad de escribir código. También está diseñada para mejorar la productividad mediante la automatización de tareas repetitivas, integración entre sistemas y notificaciones basadas en eventos [9].

2.3.4 Power BI

Se considera una herramienta de inteligencia empresarial (BI) desarrollada por Microsoft, permitiendo transformar datos en información visualmente comprensible y accionable. Esta herramienta integra funciones de conexión a múltiples fuentes de datos, modelado, análisis y creación de paneles interactivos, lo que facilita la toma de decisiones en tiempo real [10].

2.3.5 Bizagi Modeler

La inclusión de esta herramienta de software responde a la necesidad de representar de forma estructurada los procesos que serán optimizados y/o automatizados a través de herramientas digitales. Permite visualizar claramente la secuencia lógica de actividades, identificar cuellos de botella, duplicidades o tareas susceptibles de mejora, y documentar procesos en cumplimiento de estándares normativos organizacionales.

2.4 Marco Contextual

2.4.1 *Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. (ESSA)*

La Electrificadora de Santander es una empresa del sector energético colombiano que hace parte del Grupo Empresarial EPM, dedicada a la prestación del servicio público de energía eléctrica en el departamento de Santander y algunos municipios de Boyacá, Cesar y Norte de Santander. ESSA tiene como propósito garantizar un suministro continuo, seguro y eficiente de energía, alineado con principios de sostenibilidad, innovación y compromiso social [11].

ESSA se organiza bajo una estructura jerárquica funcional, donde la presidencia de la compañía coordina las distintas direcciones estratégicas y operativas. Su estructura organizacional está compuesta por varias áreas. Específicamente, las que actúan directamente con este proyecto son:

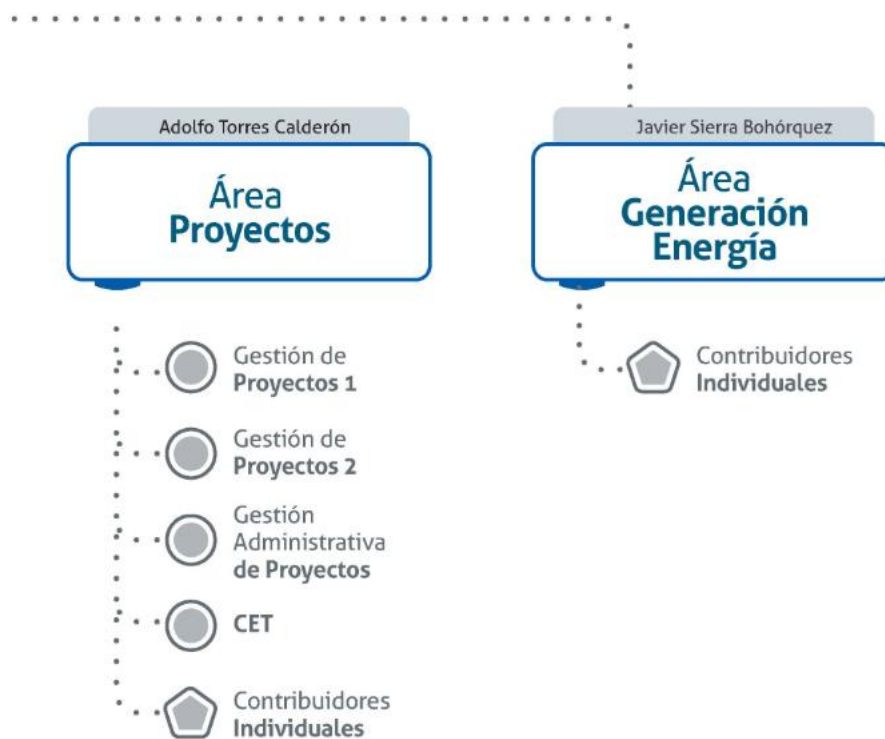
- Gerencia General, que lidera la toma de decisiones estratégicas.
- Dirección de Planeación y Proyectos, responsable de la formulación, seguimiento y evaluación de proyectos de expansión e infraestructura eléctrica.
- Dirección de Distribución, encargada del mantenimiento, operación y expansión de las redes eléctricas.
- Equipo de Gestión Administrativa de Proyectos (G.A.P.), que actúa como unidad técnica transversal para apoyar la planificación, legalización y seguimiento de proyectos prediales y de infraestructura lineal.

La dependencia del Área de Proyectos de ESSA, como se muestra en la figura 1, está conformada por cinco equipos de trabajo: Gestión de Proyectos 1, Gestión de Proyectos 2, Gestión Administrativa de Proyectos (G.A.P.), Centro de Excelencia Técnica (C.E.T.) y

Contribuidores Individuales. Cada uno de estos equipos cumple funciones especializadas orientadas al desarrollo, control y proyección de nuevas líneas eléctricas, así como a la prevención de riesgos ambientales y la protección de la flora silvestre. Adicionalmente, son responsables de la elaboración y control presupuestal de los proyectos ya construidos, asegurando el cumplimiento de la normativa técnica y los lineamientos establecidos por el Grupo Empresarial EPM.

Figura 1.

Fragmento del diagrama de estructura organizacional.



Nota. Fragmento del diagrama de estructura organizacional. Fuente: (ESSA S.A. E.S.P.,2025). Recuperado de: www.essa.com.co/site/informacion-corporativa/quienes-somos#Estructura-organizacional-383

3. Metodología

Con el fin de realizar el desarrollo del proyecto, se implementó la metodología en cascada, un modelo de gestión tradicional que se caracteriza por su enfoque secuencial, estructurado y rígido, en el cual las fases del desarrollo deben completarse en su totalidad antes de avanzar a la siguiente. Este modelo, considerado uno de los primeros en la ingeniería de software, se utiliza ampliamente en proyectos donde los requerimientos están claramente definidos desde el inicio y donde los cambios durante la ejecución son mínimos o inexistentes.

La metodología en cascada se fundamenta en el principio de progresión lineal, donde cada fase depende directamente de los resultados obtenidos en la etapa anterior. Dichas fases comprenden generalmente: [12]

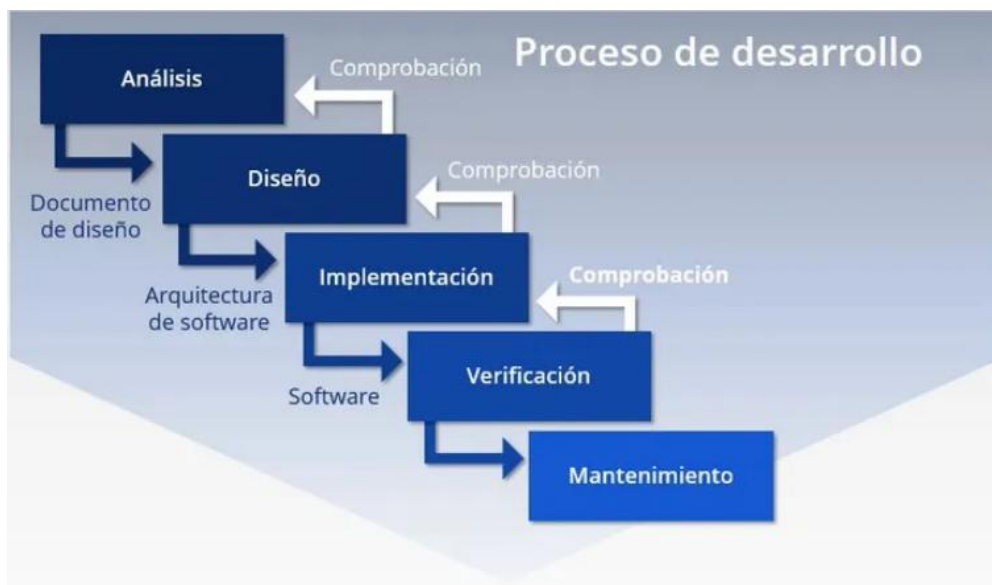
- **Análisis de requisitos:** En esta primera etapa se recopila toda la información relacionada con las necesidades del cliente o del sistema, definiendo los objetivos del proyecto, sus alcances y limitaciones.
- **Diseño del sistema:** A partir de los requisitos establecidos, se elabora la arquitectura del sistema, los diagramas de componentes y la estructura lógica que guiará la implementación.
- **Implementación:** En esta fase se lleva a cabo la construcción del sistema o aplicación conforme al diseño aprobado, traduciendo los requerimientos en código funcional.

- Verificación y pruebas: Una vez implementado el sistema, se realizan pruebas exhaustivas para asegurar que cumple con los requisitos establecidos y que no existen errores funcionales o de integración.
- Despliegue y mantenimiento: Finalmente, el sistema se entrega al usuario o cliente, iniciando su fase operativa. Durante el mantenimiento se corrigen posibles fallos y se aplican ajustes menores sin alterar la estructura principal del proyecto.

Cada una de estas etapas está claramente delimitada y cuenta con productos de salida documentados, lo que permite garantizar la trazabilidad del proceso y mantener el control sobre los entregables. La documentación y la planificación son aspectos esenciales de esta metodología, permitiendo un seguimiento preciso y un control riguroso de cada fase del proyecto.

Figura 2.

Procedimiento lineal representado en cascada



Nota. Modelo en cascada. Fuente: (Ionos.com.2019). Recuperado de <https://www.ionos.com/es-us/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/el-modelo-en-cascada/>

La Figura 2 ilustra el flujo secuencial de la metodología en cascada, mostrando el paso progresivo entre las etapas de análisis, diseño, implementación, verificación y mantenimiento, las cuales conforman el ciclo completo de desarrollo.

3.1 Fases y actividades

El desarrollo de la solución tecnológica se estructuró en un conjunto de fases y actividades que permitieron abordar el proyecto de manera integral y organizada. Dichas fases abarcaron desde la planificación y el análisis inicial, pasando por la verificación y ordenamiento de datos, la automatización de procesos con Power Automate y el desarrollo de interfaces, hasta llegar a las pruebas de rendimiento y el despliegue en un entorno real. Cada una de estas etapas incorporó tareas específicas orientadas a garantizar la calidad de la solución, apoyadas en una comunicación constante con el equipo de Gestión Administrativa de Proyectos (G.A.P.) y el área de Soluciones Digitales. A continuación, se detallan las fases que conformaron el proceso de desarrollo.

3.1.1 Planificación y análisis

- Reuniones iniciales con el equipo de Gestión Administrativa de Proyectos (G.A.P.) y el tutor para definir el proceso predial y objetivos esperados.
- Levantar requerimientos en entrevistas a equipos relacionados al área Proyectos.

- Investigación y aprendizaje de herramientas Power Platform.
- Identificar flujos esenciales para automatizar.

3.1.2 Verificación de Datos y Ordenamiento Estructurado

- Recolección y depuración de datos en las carpetas alojadas en OneDrive.
- Clasificación de las fuentes de datos, buscando cuáles son prioritarias y cuáles no requieren ser procesadas.
- Normalización y estructuración del modelo de datos.
- Diseño lógico de la base de datos.

3.1.3 Automatización con Power Automate

- Diseño de flujos en Power Automate.
- Implementación de flujos básicos (lectura, escritura, notificaciones).
- Integración con la base de datos.
- Pruebas iniciales de funcionamiento.

3.1.4 Desarrollo de interfaz y mapa topográfico

- Creación de prototipos de la interfaz de usuario con funcionalidades básicas.
- Desarrollo de pantallas funcionales.
- Vinculación con flujos de Power Automate.
- Creación del mapa coroplético interactivo.

3.1.5 Pruebas de rendimiento

- Pruebas funcionales completas por medio de las aplicaciones de Power Platform.
- Pruebas de carga de datos y estrés.
- Optimización de consultas y flujos.
- Feedback de usuarios G.A.P.

3.1.6 Despliegue

- Monitorear el flujo completo para posibles últimos hallazgos.
- Despliegue en entorno real.
- Documentación de los manuales de usuario, tanto de User Experience (UX) como técnicos, para posibles inconvenientes.
- Backup y entrega oficial

3.2 Comunicaciones con el equipo predial y Soluciones digitales

La comunicación permanente con el equipo de Gestión Predial y el área de Soluciones Digitales fue un componente esencial durante las fases de análisis de requisitos y verificación del sistema, etapas críticas dentro del modelo de desarrollo en cascada.

Estas interacciones permitieron coordinar las actividades técnicas y funcionales, validar la comprensión de los requerimientos, supervisar el cumplimiento de los objetivos definidos y asegurar la calidad de los resultados obtenidos.

Para garantizar la trazabilidad del proceso y la alineación con los objetivos propuestos, se establecieron espacios de comunicación estructurados, tanto operativos como de control, que facilitaron el seguimiento del avance y la resolución oportuna de los inconvenientes identificados en cada fase. A continuación, se describen los principales mecanismos de comunicación implementados.

3.2.1 Reuniones durante la fase de análisis

Durante la fase de análisis de requisitos, se llevaron a cabo reuniones de coordinación con el usuario y el profesional 3 del área de Gestión Predial, con el propósito de verificar la comprensión de la información recopilada, validar los requerimientos funcionales y técnicos, y establecer los lineamientos para el diseño de las estructuras de datos.

Estos encuentros se realizaron a través de Microsoft Teams, y permitieron consolidar una comunicación directa y continua entre las áreas involucradas, garantizando que los requerimientos identificados en campo y en la documentación predial fueran correctamente interpretados y traducidos a las especificaciones del sistema.

3.2.2 Reuniones durante la fase de pruebas

En la fase de verificación y pruebas, se desarrollaron reuniones de control y validación en las que participaron el usuario y el líder del área de proyectos.

El objetivo principal de estos encuentros fue evaluar los resultados de las pruebas funcionales, verificar la integridad de los datos procesados y corregir los errores detectados antes del despliegue final del sistema.

4. Desarrollo

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto, se siguió la metodología reportada en el capítulo 4, lo que facilitó completar las actividades descritas en la sección 3.1, las cuales a su vez permitieron abordar las necesidades identificadas en la gestión predial y cumplir con los objetivos propuestos con esta práctica empresarial. En particular, el primer grupo de actividades, denominado “3.1.1 Planificación y análisis”, se orienta a resolver la problemática relacionada con la dispersión y el manejo manual de la información predial, así como con la falta de herramientas que integren los aspectos geoespaciales del proceso. Este conjunto de actividades constituye el punto de partida para la creación de una solución integral, capaz de responder tanto a las exigencias técnicas como a las operativas del negocio.

4.1 Análisis del Proceso de Gestión Predial

El análisis del proceso de gestión predial permitió identificar las dinámicas actuales, las herramientas previamente utilizadas y las principales dificultades que afectaban la trazabilidad y eficiencia del procedimiento. Con este propósito, se presenta primero una descripción del proceso anterior y su flujo de trabajo manual, destacando las problemáticas encontradas. Posteriormente, se plantea el diseño de la arquitectura tecnológica que dio origen a la solución propuesta.

4.1.1 Descripción general del anterior proceso predial

El proceso de adquisición de predios para la extensión de líneas eléctricas contempla diversas fases, de las cuales se consideran cuatro principales: la recopilación de la información general del predio, la determinación de los valores negociados para la compra de un área

específica del terreno, la definición de los valores máximos que la empresa está dispuesta a ofrecer, y, finalmente, la consignación del valor correspondiente ante el juzgado en caso de no lograrse un acuerdo con los propietarios.

Antes de profundizar en los documentos que serán objeto de análisis, es necesario comprender que los procesos prediales dentro del área de proyectos tienen como finalidad gestionar la instalación de nuevas líneas eléctricas en el departamento de Santander. Dichos procesos inician con un diseño preliminar realizado por los equipos GP1 (Gestión de Proyectos 1) y GP2 (Gestión de Proyectos 2), en el cual se definen los kilómetros que recorrerá la línea, la localización de cada torre, así como los municipios donde se inicia y culmina el trazado.

Figura 3.

Tabla de referencia para el ancho mínimo respecto a la tensión eléctrica.

TIPO DE ESTRUCTURA	TENSIÓN c.a (kV)	Tensión c.c. (kV)	ANCHO MÍNIMO (m)
Torres/postes	500 (2 Ctos.)	400 (2 Ctos.)	65
	500 (1 Cto.)	400 (1 Cto.)	60
Torres/postes	345 (2 Ctos.)	300 (2 Ctos.)	37
	345 (1 Cto.)	300 (1 Cto.)	34
Torres	220/230 (2 Ctos.)	200 (2 Ctos.)	32
	220/230 (1 Cto.)	200 (1 Cto.)	30
Postes	220/230 (2 Ctos.)	200 (2 Ctos.)	30
	220/230 (1 Cto.)	200 (1 Cto.)	28
Torres	110/115 (2 Ctos.)		20
	110/115 (1 Cto.)		20
Postes	110/115 (2 Ctos.)		15
	110/115 (1 Cto.)		15
Torres/postes	57,5/66 (1 o 2 Ctos.)		15

Nota. Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), Recuperado de

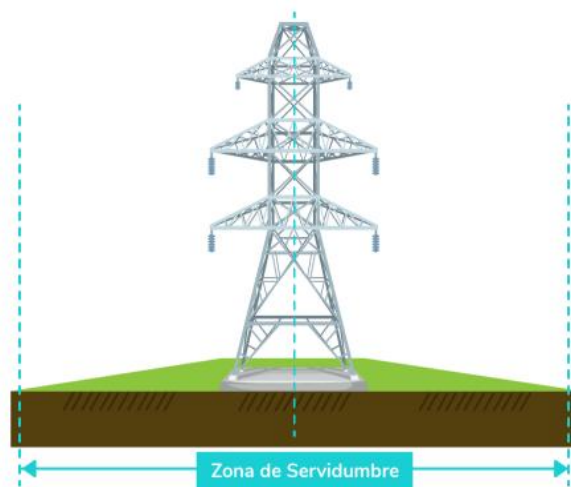
<https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/regl> [5]

En este contexto, las servidumbres se definen como la franja de seguridad, expresada en metros, que corresponde a la electrificadora y en la cual el propietario del predio no podrá realizar construcciones u otras actividades que representen riesgo, la Figura 3 presenta la tabla de referencia establecida en la Resolución 90708 de 2013 del Ministerio de Minas y Energía, en la cual se detallan los anchos mínimos requeridos para cada nivel de tensión

En el caso de la instalación de nuevas líneas de transmisión, la definición del ancho de la franja de servidumbre depende directamente del nivel de tensión que transporta la línea. Estos valores se encuentran normados en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, el cual establece las distancias mínimas de seguridad que deben respetarse entre la infraestructura eléctrica y las áreas de uso de los propietarios.

Figura 4.

Referencia Visual de la zona de Servidumbre.



Nota. Ministerio de Minas y Energía (Colombia). Resolución 90708 de 2013 – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Diario Oficial No. 48.963, 30 agosto 2013, Recuperado de <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/regl> [5]

Tal como se ve en la figura 4, las dimensiones de esta franja dependen de los niveles de tensión establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), y en los casos donde coexisten dos tipos de tensiones, se prioriza la franja correspondiente a la tensión más alta.

De manera complementaria, la empresa tiene la obligación de indemnizar los daños ocasionados durante la instalación de la infraestructura eléctrica. Dichos daños pueden estar asociados a cultivos, edificaciones destinadas a la ganadería o a la vivienda, así como a la tala de árboles. En el caso de especies vegetales catalogadas como exóticas o protegidas, se debe realizar un análisis previo que permita definir la posibilidad de reubicar la línea para evitar afectaciones ambientales.

La recopilación de la información predial se encuentra a cargo de la empresa contratista Ingicat, que actúa como enlace con la electrificadora. La información inicial de cada predio se registra en el documento denominado Informe Técnico Jurídico, en el cual se consignan datos como el número catastral, la matrícula inmobiliaria, los nombres de los propietarios junto con su documento de identidad y datos de contacto, además del área total del predio, el uso del suelo y la porción destinada a servidumbre.

Posteriormente, una vez se establece el diálogo con los propietarios, se definen los valores máximos que la empresa está dispuesta a pagar. En los casos en los que los propietarios soliciten montos superiores, la propuesta es remitida al jefe del área para su evaluación y eventual aprobación o rechazo. Esta información es registrada en hojas de cálculo denominadas Liquidaciones, donde se detallan los valores de referencia tanto para la franja de servidumbre como para los daños, aunque para fines prácticos se utiliza principalmente el valor total consolidado.

Por último, se encuentran los valores resultantes de la negociación con cada propietario. En algunos casos, el acuerdo inicia con la compensación por daños ocasionados, mientras que en otros se prioriza la negociación del costo de la servidumbre y el trazado de la línea en el predio. Esta información queda registrada en los documentos comúnmente denominados Promesas, que pueden presentarse en tres modalidades: (i) Contrato-Daños, cuando únicamente se pacta la compensación por los perjuicios ocasionados; (ii) Acuerdo-Franja, que incluye el valor de la servidumbre y el trazado de la línea en el predio; y (iii) Promesas-Daños, donde se consolidan tanto los valores de la servidumbre como los costos asociados a la reparación de los daños.

4.1.2 Flujo de trabajo manual y herramientas usadas anteriormente

El procedimiento iniciaba con la recepción, por parte del profesional encargado, de los documentos que contenían la información correspondiente a cada predio, suministrados por los contratistas. Dichos documentos eran cargados en momentos distintos en una carpeta compartida en OneDrive, en formato digital, ya sea como archivos editables o como documentos escaneados.

Es importante señalar que la culminación de una línea eléctrica podía tardar entre dos y tres años, dado que el avance del proceso dependía directamente de las negociaciones con los propietarios, las cuales podían presentar retrasos o avances según cada caso particular.

Una vez recibida la información, el profesional procedía a consolidarla manualmente en un formato elaborado en hojas de cálculo. Cabe resaltar que, para cada nueva línea eléctrica, el registro se realizaba desde cero, variando las columnas y campos a diligenciar. Si bien en el corto plazo esta práctica no representaba mayores dificultades, a mediano y largo plazo generaba problemas significativos en la trazabilidad de la información. En efecto, al revisar datos de proyectos pasados, se encontraba que el esquema de registro variaba entre líneas, lo que dificultaba la comparación y generaba inconsistencias.

Figura 5.

Encabezados de la información general predial.

	A	B	C	D	E	G
	N° FICHA PREDIAL	No_SIG_INGICAT	TRAMO	N° ESTRUCTURA	ESTRUCTURAS EN EL PREDIO	NÚMERO CATASTRAL
2						

Nota. Parte de la matriz predial anterior, encargada de almacenar todos los registros prediales de una línea eléctrica. Fuente: Autor

Una de las principales limitaciones observadas radicaba en la falta de estandarización de la nomenclatura empleada. Por ejemplo, en documentos de una línea ejecutada en 2017, el registro podía denominarse ficha predial, tal como se visualiza en la figura 5, mientras que en

proyectos más recientes era identificado como código predial. Esta falta de uniformidad en los términos provocaba incongruencias al momento de realizar búsquedas de información histórica.

Posteriormente, con la información ya consolidada, se procedía a realizar los cálculos relacionados con los valores resultantes de las negociaciones con los propietarios o de las imposiciones definidas por la empresa. Finalmente, los resultados eran sistematizados en un reporte mensual dirigido al jefe de área, con el propósito de dar seguimiento al estado de avance del proceso de adquisición predial.

4.1.3 Problemáticas presentes

El principal problema que enfrentaba el equipo predial estaba relacionado con la dispersión de la información. Desde la fase inicial de recepción de documentos, los archivos eran remitidos al correo electrónico sin que existiera una adecuada trazabilidad ni un almacenamiento sistemático en la carpeta compartida. Documentos de gran relevancia, como las Promesas, eran notificados por correo y acompañados de una copia firmada por el propietario; sin embargo, dicha copia no siempre era almacenada en la carpeta correspondiente, quedando únicamente en la bandeja de entrada junto con otros correos.

Esta situación generaba retrasos significativos. Por ejemplo, si era necesario verificar el pago total de un predio, se debía solicitar nuevamente el documento a la empresa contratista en caso de no localizar el correo de respuesta. Ello implicaba una pérdida considerable de tiempo y dificultaba la correcta visualización del progreso predial de cada línea eléctrica.

Otra limitación importante se relacionaba con la dificultad para la actualización de datos. La ausencia de trazabilidad impedía identificar con claridad qué predios estaban en proceso y cuáles documentos eran los más recientes. Un ejemplo frecuente se observaba en la información consignada en los Informes Técnico-Jurídicos: datos aparentemente simples, como la información de contacto de los propietarios o el número total de copropietarios, podían ser modificados durante el proceso. No obstante, si la actualización no se realizaba de manera inmediata, el archivo vigente podía ser reemplazado por una versión anterior, generando inconsistencias en la base de información.

Finalmente, un factor transversal era la posibilidad de errores humanos. Dado que la información predial es altamente sensible, cualquier equivocación en el registro de datos podía tener consecuencias críticas, tales como la alteración de los valores a pagar a los propietarios o la modificación de los toques máximos establecidos por la empresa. En consecuencia, el reporte consolidado dirigido al jefe de área podía presentar inconsistencias, comprometiendo la veracidad y confiabilidad del proceso mismo.

4.1.4 Diseño de la arquitectura

La construcción integral de la solución requirió diseñar una arquitectura tecnológica que respondiera a las necesidades identificadas por el equipo predial, asegurando, al mismo tiempo, el cumplimiento de las medidas de ciberseguridad, los estándares técnicos y las licencias correspondientes.

En una primera etapa, se definió el ordenamiento y clasificación de los documentos a procesar, con el fin de identificar cuáles resultaban esenciales para la automatización de los procedimientos. De los cinco procesos que previamente se manejaban de forma manual, se dispusieron cuatro para su integración en la nueva solución y se diseñó un quinto proceso adicional, orientado a mejorar la organización y trazabilidad de la información.

Para la recepción de documentos, se mantuvo el uso de la carpeta compartida en OneDrive, permitiendo que los contratistas conservaran el mismo canal de entrega. Sin embargo, se fortaleció el control mediante un esquema más constante y trazable que garantizara la adecuada disponibilidad de los archivos.

En cuanto a la automatización de procesos, se optó por la herramienta Power Automate, ya disponible en la organización. Esta aplicación ofrece la capacidad de integrar y gestionar elementos tanto en entornos locales como en la web, facilitando el control de los procesos definidos.

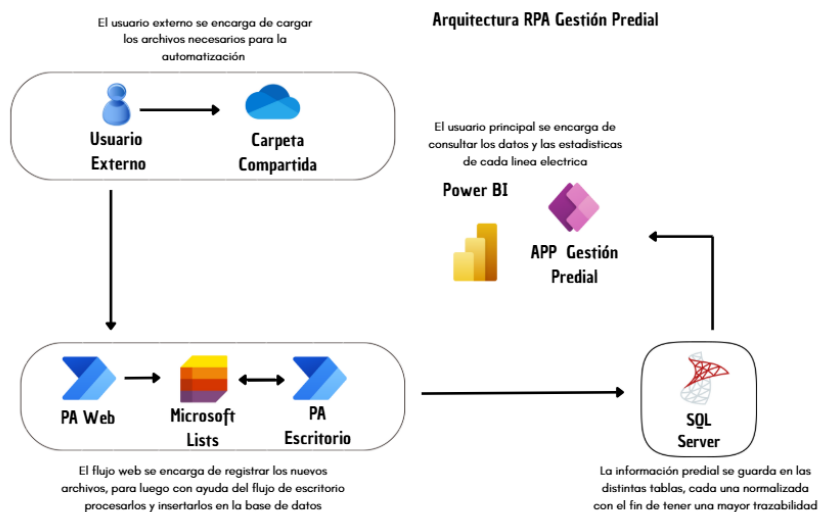
Respecto al despliegue de información cartográfica, inicialmente se propuso el uso del lenguaje Python para la generación de mapas topográficos en una interfaz propia, dado que dicho lenguaje presenta mayor versatilidad en el procesamiento y visualización de datos. Asimismo, se planteaba la posibilidad de enlazar esta solución con Power Automate y mostrar los resultados en la interfaz de usuario. No obstante, debido a restricciones técnicas y organizacionales, se decidió emplear Power BI, herramienta integrada de la plataforma, que ofrece un alto nivel de versatilidad y visualización dinámica de datos.

En lo que respecta a la interfaz gráfica, se proyectó su construcción con Power Apps, particularmente con el Power Apps Component Framework (PCF), que permite una mayor flexibilidad en el diseño y la programación de componentes personalizados. Este enfoque buscaba, además, asegurar la integración con la propuesta inicial en Python para la visualización del mapa topográfico.

Finalmente, para la gestión de la base de datos, se seleccionó SQL Server, considerando que la empresa ya contaba con soporte para esta tecnología y que su nivel de integración con el ecosistema Power Platform garantizaba mayor versatilidad, escalabilidad y seguridad en el manejo de la información.

Figura 6.

Arquitectura de la solución planteada.



Fuente: Autor

En cuanto a la arquitectura de la solución planteada, como se observa en la figura 6, el flujo del proceso inicia con los usuarios externos o contratistas, quienes cargan los archivos en la carpeta compartida establecida. Posteriormente, a través de la herramienta Power Automate Web, configurada en modo desatendido, se captura la información necesaria contenida en dichos documentos. Los datos extraídos se almacenan en la base de datos SQL Server, lo que garantiza su trazabilidad y seguridad. Finalmente, la información consolidada puede ser visualizada tanto en la interfaz desarrollada en Power Apps, orientada a la gestión operativa, como en el panel estadístico de Power BI, destinado al análisis y seguimiento de los indicadores del proceso predial.

4.2 Diseño de la Base de Datos Relacional

En la fase de diseño de la base de datos se consideró prioritario organizar las fuentes de información, dado que, como se mencionó anteriormente, los datos se encontraban dispersos y, en muchos casos, se capturaba información que no resultaba relevante para el proceso. El primer paso consistió en examinar las hojas de cálculo en Excel que habían sido utilizadas previamente como repositorios de datos.

Para este análisis se tomaron como referencia tres proyectos ya ejecutados: la línea eléctrica Yariguíes, la línea eléctrica Mogotes y la línea eléctrica San Gil–Barbosa. A partir de esta revisión se identificaron diversas inconsistencias, entre las cuales se destacan:

- Errores tipográficos: Se detectaron registros incompletos, como códigos prediales ESSA no diligenciados en su totalidad, así como diferencias en la escritura de los municipios, donde algunos nombres contenían tildes incorrectas o formatos no uniformes.
- Celdas vacías: Se encontraron inconsistencias en campos esenciales, como el nombre y número de identificación de los propietarios. Por ejemplo, un predio con 10 propietarios registrados en el documento original del contratista aparecía en la hoja de cálculo con solo 9 números de cédula diligenciados.

Además, se identificó que en las hojas de cálculo se incluían columnas con información general que no era utilizada por los profesionales ni resultaba necesaria para el avance del proceso predial. A ello se sumaban columnas completamente vacías, lo que evidenciaba que, pese a contar con los archivos originales enviados por correo, no siempre se registraba la información en la base de Excel. Esta situación representaba un riesgo previsible de errores en el trabajo manual y afectaba directamente la confiabilidad del proceso.

Ante este panorama, se realizaron reuniones con los usuarios para validar cuáles serían los datos realmente necesarios tanto para la gestión operativa como para la futura disposición estadística. Como resultado, se definió un conjunto de columnas prioritarias y se eliminaron aquellas que no aportaban valor a la automatización ni al desarrollo del proceso predial.

4.2.1 Análisis de requerimientos de información predial

Los requisitos establecidos fueron definidos a partir de las solicitudes de los usuarios, quienes manifestaron la necesidad de contar con un sistema de fácil manejo que les permitiera realizar consultas de manera ágil en cualquier momento que lo requirieran, garantizando al mismo tiempo el cumplimiento de las restricciones de acceso y seguridad de la información.

Tabla 2.

Requerimientos de la solución

Tipo de requerimiento	Descripción	Justificación	Criterio de aceptación
ReqF-1: Requerimiento Funcional	La base de datos debe permitir registrar la información de los predios y sus costos (nombre, propietarios, liquidaciones, daños).	Garantizar la gestión ordenada y segura de los registros procesados.	El sistema almacena y consulta registros de los predios de forma correcta.
ReqF-2: Requerimiento funcional	La base de datos debe permitir la actualización de registros.	Mantener la información actualizada y evitar duplicados o datos obsoletos.	La actualización se refleja en tiempo real sin errores.
ReqNF-1: Requerimiento funcional	La base de datos debe no responder a consultas en menos de 2	Optimizar la experiencia del usuario y la eficiencia	Pruebas de rendimiento muestran respuestas < 2

	segundos.	del sistema.	segundos.
ReqNF-2: Requerimiento funcional	La base de datos debe no contar con respaldo automático diario.	Evitar la pérdida de información en caso de fallas.	El sistema genera copias de seguridad automáticas verificables.
ReqS-1: Requerimiento de seguridad	Los accesos deben estar restringidos según niveles de permiso (administrador, usuario, invitado).	Proteger la información sensible y garantizar integridad.	Pruebas de acceso confirman restricciones según el rol asignado.

Los requisitos presentados fueron definidos a partir de las solicitudes de los usuarios, quienes plantearon la necesidad de que el sistema se mantuviera sencillo en su uso y que, además, permitiera realizar consultas en cualquier momento que fuese necesario, siempre bajo el cumplimiento de las restricciones de acceso y seguridad establecidas.

4.2.2 Modelo conceptual y entidad-relación

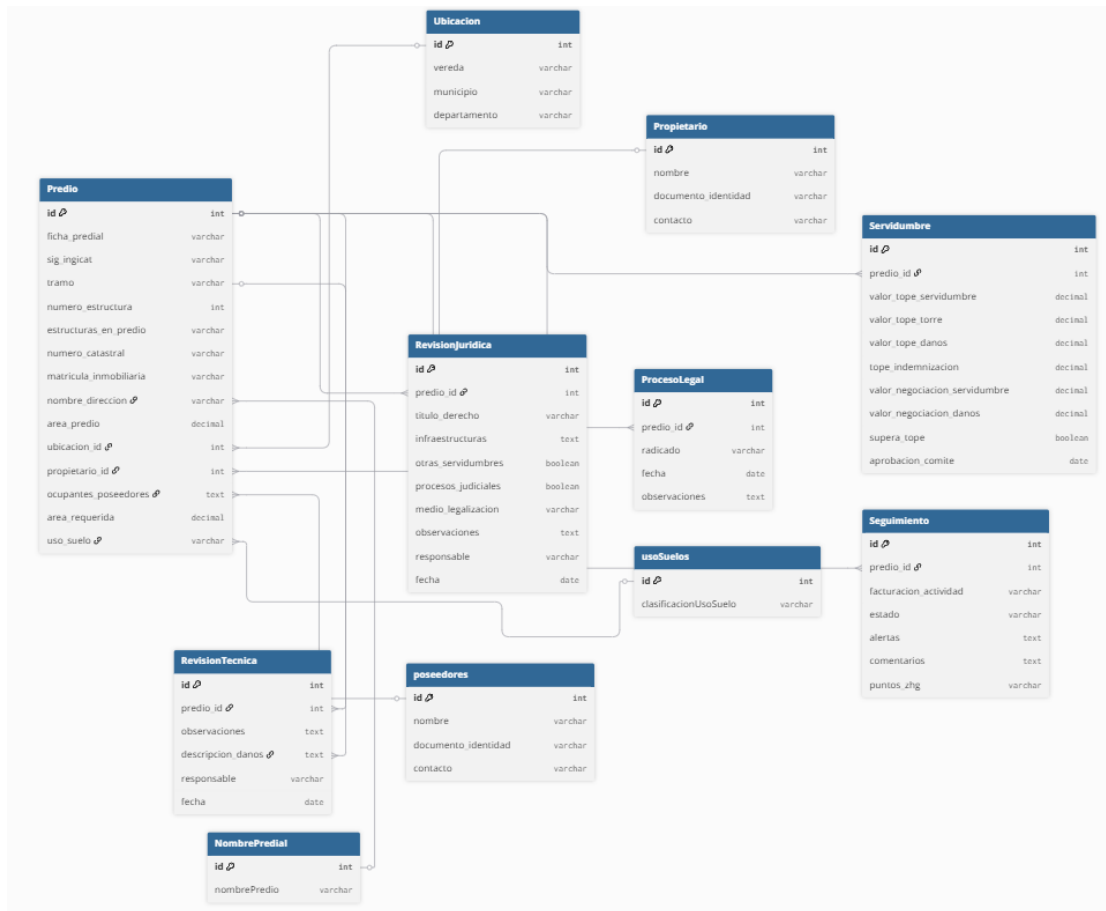
El boceto diseñado junto al usuario en las primeras reuniones corresponde a un esquema relacional orientado a la administración integral de información sobre predios, propietarios y procesos vinculados. El modelo constituye una representación lógica inicial que permite organizar y estructurar los datos requeridos por el sistema propuesto, garantizando consistencia y trazabilidad.

La tabla Propietario permite almacenar los datos de identificación y contacto de los titulares, mientras que la tabla Poseedores amplía el registro hacia aquellas personas que ocupan o utilizan los predios sin ser necesariamente propietarios. La dimensión espacial se organiza en la entidad Ubicación, que da la localización en variables como vereda, municipio y departamento.

Por otra parte, se incluyen entidades orientadas a procesos de control y verificación. La tabla Revisión Técnica registra observaciones, daños y responsables en las evaluaciones físicas de los predios, mientras que Revisión Jurídica sistematiza información relativa al estado del derecho, posibles vulneraciones normativas y medidas legislativas. Asimismo, la entidad Proceso Legal permite documentar los procedimientos administrativos o judiciales asociados a los predios; cada una de las tablas y atributos se pueden encontrar en la figura 7.

Figura 7.

Arquitectura inicial de la Base de Datos.



Nota. El primer diseño se hizo basándose en los datos encontrados en la matriz predial de las líneas eléctricas. Fuente: Autor

El modelo propuesto permite, desde su diseño inicial, establecer las conexiones necesarias entre cada una de las variables procesadas a partir de los archivos, garantizando que la información sea desplegada de manera ordenada. Esto facilita tanto el acceso como el consumo de los datos a través de la interfaz destinada para los usuarios.

4.2.3 Normalización y optimización del esquema

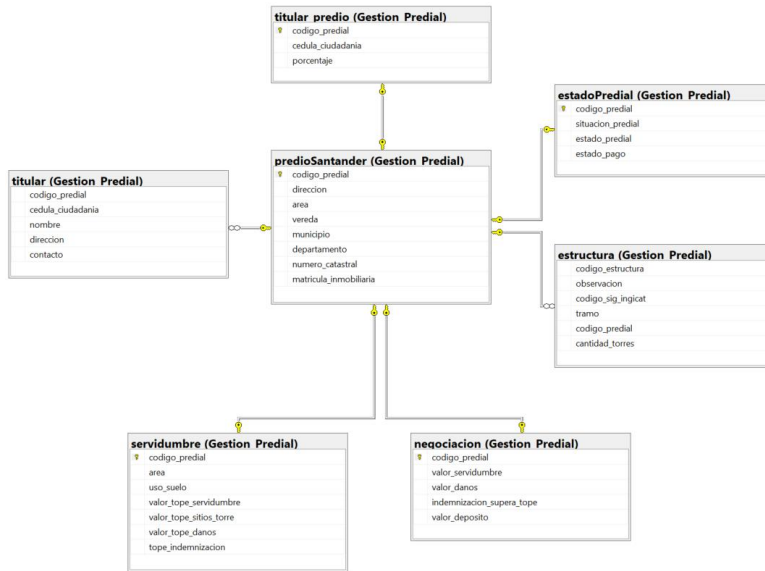
En las reuniones posteriores se procedió a simplificar la estructura del modelo de datos, lo que implicó reducir el número de columnas existentes y recortar varias de las tablas que resultaban redundantes, no aportaban al proceso o no serían utilizadas en fases posteriores.

A pesar de que existen tablas con similitudes, como titular y titularPredio, se optó por mantenerlas separadas para garantizar una adecuada organización de los datos. En la tabla titular se almacenó la información general de los propietarios, incluyendo datos básicos como el nombre y la dirección de residencia. Por su parte, la tabla titularPredio fue destinada a registrar el porcentaje del terreno que corresponde a cada propietario, vinculando además el número de cédula de ciudadanía como foreign key, lo que permite establecer la relación entre ambas tablas y asegurar la integridad referencial de la base de datos.

En este ajuste, se adoptó como conector principal la primary key de la tabla predioSantander, al ser el único identificador no variable de los registros. De igual manera, las entidades relacionadas con procesos jurídicos fueron depuradas, dado que no hacían parte del alcance de la automatización. Finalmente, la base de datos reportada en la figura 8 fue reorganizada conforme a las normas de normalización y buenas prácticas en modelado de datos, con el propósito de optimizar la legibilidad y la coherencia de la información almacenada.

Figura 8.

Arquitectura final de la Base de Datos.



Fuente: Autor

4.2.4 Implementación de la base de datos

Para la implementación de la base de datos y la correcta inserción de los registros, fue necesario crear dos triggers. Con ello, el usuario no debe realizar manualmente los cálculos ni insertar los valores correspondientes, lo que reduce significativamente el riesgo de errores humanos. Esta lógica se gestionó directamente en la base de datos, en lugar de integrarla con la capa de automatización de procesos realizada en Power Automate, con el fin de evitar posibles problemas de compatibilidad con las variables utilizadas en el procesamiento de documentos.

Figura 9.

Trigger Suma de topes de indemnización.

```

232 CREATE TRIGGER [Gestion_Predial].[trg_CalculoTopeIndemnizacion]
233 ON [Gestion_Predial].[servidumbre]
234 AFTER INSERT, UPDATE
235 AS
236 BEGIN
237     SET NOCOUNT ON;
238
239     UPDATE S
240     SET
241         tope_indemnizacion =
242             ISNULL(S.valor_tope_servidumbre, 0) +
243             ISNULL(S.valor_tope_sitios_torre, 0) +
244             ISNULL(S.valor_tope_danos, 0)
245     FROM Gestion_Predial.servidumbre S
246     INNER JOIN inserted I ON S.codigo_predial = I.codigo_predial;
247 END;
248 GO
249 ALTER TABLE [Gestion_Predial].[servidumbre] ENABLE TRIGGER [trg_CalculoTopeIndemnizacion]
250 GO
251
252

```

Fuente: Autor

El primer trigger, denominado `trg_CalculoTopeIndemnizacion`, tiene como objetivo operar sobre la tabla `servidumbre`; este se reporta en la figura 9. A partir de los valores máximos (o valores topes) definidos para la `servidumbre`, los daños y las torres, el trigger realiza la suma correspondiente y almacena el resultado en la columna destinada a dicho cálculo. Este valor queda registrado como un dato insertado para el código predial específico al que corresponde.

El segundo trigger, denominado `trg_CompararTopeIndemnizacion`, tiene como finalidad comparar el valor del tope de indemnización con la suma de los valores de daños y `servidumbre`. El resultado de esta comparación se registra en la columna indicada de la base de datos como un valor booleano (verdadero o falso). Posteriormente, este valor se visualiza en la interfaz gráfica, funcionando como un indicador que señala al usuario si el monto negociado supera o no el tope de indemnización, sirviendo así como un criterio de validación definitivo dentro del proceso.

En cumplimiento de los requerimientos funcionales establecidos, se definió que las consultas realizadas desde la interfaz gráfica se ejecutarían a través de una vista consolidada de todas las tablas. El objetivo principal de esta decisión fue evitar la sobrecarga de datos que no son

visualizados de manera directa en los resultados de la matriz predial y, especialmente, optimizar el rendimiento de las consultas.

En este sentido, si se optara por realizar llamados directos a las tablas, la herramienta Power Apps, al trabajar mediante conectores propios, generaría un consumo excesivo de información. Esto, a su vez, ocasionaría retrasos en la carga de la interfaz. La implementación de la vista permite reducir el volumen de datos transferidos, mejorar la eficiencia del sistema y garantizar una experiencia más ágil para el usuario final.

Figura 10.

Vista de Base de Datos para la interfaz de Power Apps.

```

107 CREATE VIEW [Gestion_Predial].[vw_predio_completo] AS
108 SELECT
109     ps.codigo_predial,
110     ps.numero_catastral,
111     ps.matricula_inmobiliaria,
112     ps.vereda,
113     ps.departamento,
114     ps.municipio,
115     ps.direccion,
116     ps.area AS area_predio,
117
118     e.codigo_estructura,
119     e.codigo_sig_ingicat,
120     e.tramo,
121     e.observacion,
122     e.cantidad_torres,
123
124     t.nombre,
125     t.cedula_ciudadania,
126     t.contacto,
127
128     s.area AS area_servidumbre,
129     s.valor_tope_servidumbre,
130     s.valor_tope_sitios_torre,
131     s.valor_tope_danos,
132     s.tope_indemnizacion,
133     s.uso_suelo,
134
135     n.valor_servidumbre,
136     n.valor_danos,
137     n.valor_deposito,
138     n.indemnizacion_supera_tope,
139
140     ep.situacion_predial,
141     ep.estado_predial,
142     ep.estado_pago,
143
144
145 FROM Gestion_Predial.predioSantander ps
146 LEFT JOIN Gestion_Predial.estructura e ON ps.codigo_predial = e.codigo_predial
147 LEFT JOIN Gestion_Predial.titular t ON ps.codigo_predial = t.codigo_predial
148 LEFT JOIN Gestion_Predial.servidumbre s ON ps.codigo_predial = s.codigo_predial
149 LEFT JOIN Gestion_Predial.negociacion n ON ps.codigo_predial = n.codigo_predial
150 LEFT JOIN Gestion_Predial.estadoPredial ep ON ps.codigo_predial = ep.codigo_predial;
151

```

Fuente: Autor

Como se observa en la figura 10, la vista creada en el modelo de datos, si bien puede ser utilizada en herramientas como Power BI, adquiere mayor relevancia en el contexto de la interfaz gráfica, ya que permite evitar cargas excesivamente extensas. En el caso de Power BI, el funcionamiento se basa en la carga completa de las tablas debido a su uso con estructuras estáticas para la construcción de los paneles estadísticos. En contraste, en la interfaz la vista cumple un papel fundamental, al facilitar consultas más ágiles y moldeables, optimizando el tiempo de respuesta y reduciendo la sobrecarga de datos innecesarios para el usuario.

4.3 Automatización de Flujos con Power Automate

Para garantizar la correcta captura, procesamiento e inserción de los registros en la base de datos, fue necesario automatizar y estandarizar los procesos. Esta estrategia tuvo como propósito minimizar los posibles errores derivados de la intervención humana y asegurar la calidad de los datos gestionados.

El aspecto fundamental en este procedimiento fue que todos los registros resultaran legibles y fácilmente identificables a través de su código predial, el cual constituye el identificador único dentro del sistema. Este código no solo permite la correcta integración de la información en la base de datos, sino que además es el elemento clave que posibilita la visualización ordenada de los predios tanto en la interfaz de usuario como en el panel estadístico de Power BI.

4.3.1 Identificación de procesos prediales a automatizar

Con los procesos previamente definidos, fue necesario estandarizar toda la información utilizada para el procesamiento de los datos, de manera que se garantizara la coherencia y trazabilidad de los registros. Para ello, se organizaron los diferentes archivos de origen de la información, cada uno con campos específicos a ser incorporados en la base de datos:

Figura 11.

Documento del proceso automatizado Insumos.

 INFORME TÉCNICO JURÍDICO GESTIÓN INMOBILIARIA ESSA		Código: GP-FR-39	
		Versión: 02	
		Fecha: 17/02/2017	
		Cod sig: 1-0001	
		Página: 1 de 10	
NOMBRE DEL PROYECTO		STR SUR – LÍNEA PIEDECUESTA PALOGORDO	
NOMBRE DEL CLIENTE		ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. ESP. – ESSA	
CÓD. PREDIO	LPPG-2-57	TRAMO/SECTOR	1 VANO - No. Torre
1. IDENTIFICACIÓN DEL INMUEBLE			
Folio Matricula Inmobiliaria	300-74305		
Cédula Catastral	68307000000070070000		
Número Predial	683070000000000070070000000000		
Nombre del Predio en FMI	La Laguna		
Nombre del Predio en Título	La Laguna		
Nombre del Predio en Campo	La Laguna		
Nombre del Predio en Catastro	La Laguna		
Departamento	Santander		
Municipio	Girón		
Vereda en FMI	Girón		
Vereda en Título	Palogordo		
Vereda en Campo	Palogordo		
Vereda en Catastro	Palogordo		

Nota. En el documento se estandarizó la información necesaria para asegurar el correcto funcionamiento de la automatización. Fuente: Autor

- Documento de insumos: De este documento, reportado en la figura 11, se extrae la información general del predio, incluyendo el código identificador ESSA, el folio de matrícula inmobiliaria, el número catastral, departamento, municipio y vereda. También se registran los nombres de los propietarios, el tipo de titularidad, el porcentaje de

pertenencia sobre el predio, dirección de residencia, número de cédula de ciudadanía, contacto telefónico, área registrada en la cédula catastral, áreas relacionadas con los títulos del predio y el área de la servidumbre, junto con el uso de suelo.

Figura 12.

Documento del proceso automatizado Promesas.

FABIN009
Versión No.: 01

7300
6500-6540

PROMESA DE CONSTITUCIÓN DE SERVIDUMBRE

PROPIETARIO	EDGAR PÉREZ BELTRÁN
CÓDIGO ESSA	LY-1-49
PREDIO	LOTE 2
MATRICULA INMOBILIARIA	303-102474
MUNICIPIO	BARRANCABERMEJA

Entre los suscritos a saber, **EDGAR PÉREZ BELTRÁN**, mayor de edad, identificado con la cédula de ciudadanía número 5.758.240 expedida en Simacota, con domicilio en el predio Villa Claudia, ubicado en la vereda Campo 23, municipio de Barrancabermeja, departamento de Santander, quien para los efectos de este contrato se conocerá como **EL PROPIETARIO**; y **ADOLFO TORRES CALDERÓN**, mayor de edad, identificado con la cédula de ciudadanía número 91.262.333 expedida en Bucaramanga, con domicilio en la ciudad de Bucaramanga, quien obra en su calidad de Jefe de Área de Proyectos de **ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. ESP- ESSA**-, empresa de servicios públicos mixta, constituida como sociedad por acciones, del tipo de las anónimas, sometida al régimen general de los servicios públicos domiciliarios y que ejerce sus actividades dentro del derecho privado como empresario mercantil, identificada con NIT 890.201.230-1, la cual fue constituida mediante Escritura Pública número 2.830 del dieciséis (16) de septiembre

Fuente: Autor

- Documento de promesas: Dada la naturaleza de poseer tres formatos distintos, uno de ellos visualizándose en la figura 12, se extraen los siguientes datos: el costo de los daños al predio (cuando existen construcciones, cultivos u otros elementos ubicados dentro de la servidumbre y que, por razones de seguridad, deben ser retirados), el costo de la servidumbre (calculado según el nivel de kilovoltios – kV – que cubre la línea eléctrica) y, finalmente, el código identificador predial.

Figura 13.

Documento del proceso automatizado Liquidaciones.

1	PREDIO	NUMERO_PREDIAL	FMI	AREA_PREDIO_CARTOGRAFICA	AREA_CART_ENTEROS	LONG_EJE
435	LSGB-8-379	686730000000000005026600000000	324-25645	9.507,6	9.508	58
436	LSGB-8-381	686730000000000005028700000000	324-23060	6.004,7	6.005	56
437	LSGB-8-382	686730000000000002016600000000	324-60487	29.504,4	29.504	188
438	LSGB-8-383	686730000000000002016400000000	324-12574	87.561,1	87.561	173
439	LSGB-8-384	686730000000000002022900000000	324-21109	66.693,7	66.694	106
440	LSGB-8-384-N	Sin cédula catastral	324-55783	2.917,7	2.918	45
441	LSGB-8-385	686730000000000002033400000000	324-34491	4.982,1	4.982	59
442	LSGB-8-386	686730000000000002023100000000	324-21111	5.400,4	5.400	13
443	LSGB-8-387	686730000000000002024000000000	124381680-69	9.323,3	9.323	48
444	LSGB-8-388	686730000000000002024700000000	324-21110	122.937,0	122.937	252
445	LSGB-8-389	686730000000000002015100000000	324-31027	106.571,7	106.572	122
446	LSGB-8-390	686730000000000002014500000000	123451179-62	58.989,7	58.990	122
447	LSGB-8-391	686730000000000002014600000000	324-53839	130.786,6	130.787	344
448	LSGB-8-392	686730000000000002010300000000	324-20911	87.722,2	87.722	21
449	LSGB-8-393	686730000000000002010200000000	324-41533	92.332,4	92.332	286
450	LSGB-8-395	686730000000000002032000000000	324-28295	28.741,9	28.742	163
451	LSGB-8-397	686730000000000002031900000000	324-28294	35.108,3	35.108	152
452	LSGB-8-398	686730000000000002027300000000	324-62080	70.307,2	70.307	179
453	LSGB-8-399	686730000000000002014700000000	324-28348	48.320,1	48.320	0
454	LSGB-8-400	686730000000000002029700000000	324-13981	29.968,7	29.969	127
455	LSGB-8-401	686730000000000002005800000000	324-13982	59.346,5	59.347	260
456	LSGB-8-401-N	686730000000000003015800000000	324-76241	9.746,4	9.746	N/A
457	LSGB-8-402	686730000000000002026500000000	324-10449	67.863,3	67.863	89
458	LSGB-8-404	686730000000000004008100000000	324-73364	52.971,2	52.971	126
459	LSGB-8-405	686730000000000004005700000000	324-14692	7.706,1	7.706	62
460	LSGB-8-406	686730000000000004007000000000	324-40346	158.417,5	158.418	395
461	LSGB-8-407	686730000000000004019600000000	153811702-75	15.825,3	15.825	150

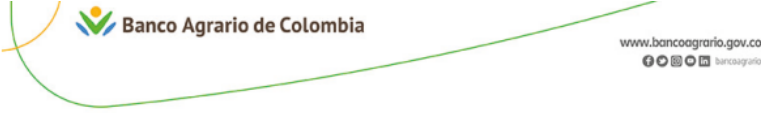
Fuente: Autor

- Documento de liquidaciones: Contiene los valores máximos que la empresa está dispuesta a pagar por cada predio, considerando el costo de la servidumbre, el costo de los daños y, en caso de ser necesario, el costo asociado a la ubicación de una torre eléctrica en el predio. También se incorpora el código identificador predial, cada uno de los datos encontrados parcialmente en la figura 13, ya que el archivo liquidaciones tiene un total de 31 columnas con información no necesaria en la automatización.
- Documento de pagos prediales: Como se explicó anteriormente, se diseñó un nuevo formato estandarizado con el fin de que los valores consignados pudieran ser procesados correctamente por el flujo automatizado. Este diseño asegura que la información sea

reconocida por el sistema sin errores y que pueda ser integrada de forma adecuada en el mapa coroplético y se puede visualizar en la figura 24.

Figura 14.

Documento del proceso automatizado Depositos.



Depósitos Judiciales
24/08/2023 03:24:41 PM

COMPROBANTE DE PAGO	
Código del Juzgado	680012041011
Nombre del Juzgado	011 CIVIL MUNICIPAL BUCARAMANGA
Concepto	1 - DEPOSITOS JUDICIALES
Descripción del concepto	DEPOSITOS JUDICIALES
Numero de Proceso	68001400301120230047900
Tipo y Número de Documento del Demandante	NIT Persona Jurídica -
Razón Social / Nombres Demandante	ELECTRIFICADORA DE SANTANDER
Apellidos Demandante	SA
Tipo y Número de Documento del Demandado	Cédula de Ciudadanía -
Razón Social / Nombres Demandado	EVER
Apellidos Demandado	
Valor de la Operación	\$2,129,875.00
Costo Transacción	\$8.200,00
Iva Transacción	\$1.558,00
Valor total Pago	\$2.139.633,00
No. Trazabilidad (CUS)	119389446
Entidad Financiera	BANCO DAVIVIENDA
Estado	APROBADA

Contacto Banco Agrario en Bogotá D.C., Colombia +571 594 8500, resto del país 01 8000 91 5000. servicio.cliente@bancoagrario.gov.co
www.bancoagrario.gov.co. NIT. 800.037.800-8.

Fuente: Autor

- Documento de pago de depósitos: En aquellos casos en que no se logra una negociación con el propietario y se procede por vía judicial, la ESSA debe consignar ante el juzgado el valor correspondiente al predio, reportado en la figura 14. Dicho valor es registrado en

la base de datos junto con el código identificador ESSA, garantizando su trazabilidad dentro del proceso.

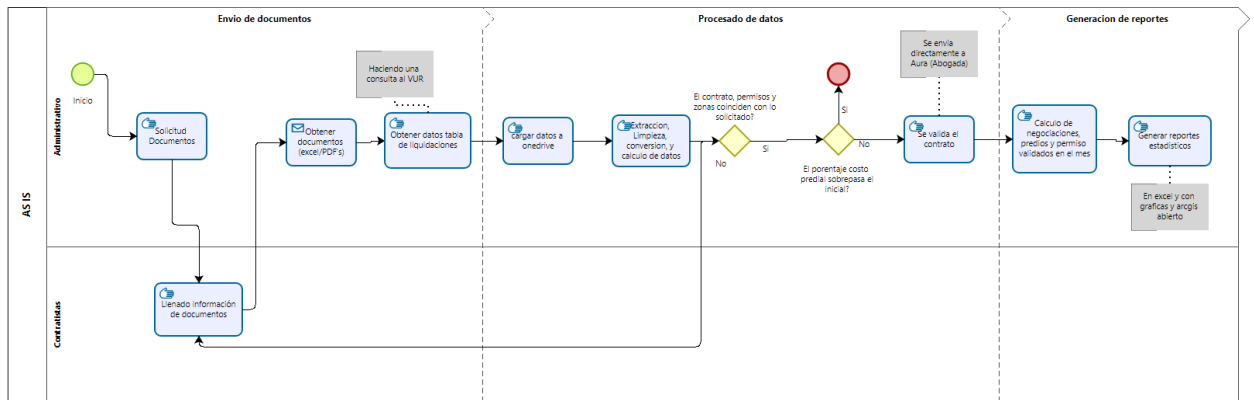
La estandarización de estos archivos permitió reducir inconsistencias en los registros y asegurar que los datos estuvieran alineados con los requerimientos de la automatización y de la visualización en Power BI.

4.3.2 Diseño de los flujos de trabajo

En esta etapa, se inició con el diseño del nuevo flujo de procesos que formaría parte de la automatización. Para ello, se decidió mantener como punto de partida la carpeta compartida en OneDrive, la cual ya hacía parte del flujo anterior y era utilizada por los contratistas para cargar los documentos requeridos. En el nuevo diseño, los cinco procesos definidos fueron organizados en sus respectivas carpetas, manteniendo flujos de trabajo similares entre sí para facilitar la estandarización.

Figura 15.

Diagrama de Procesos 'AS IS'.



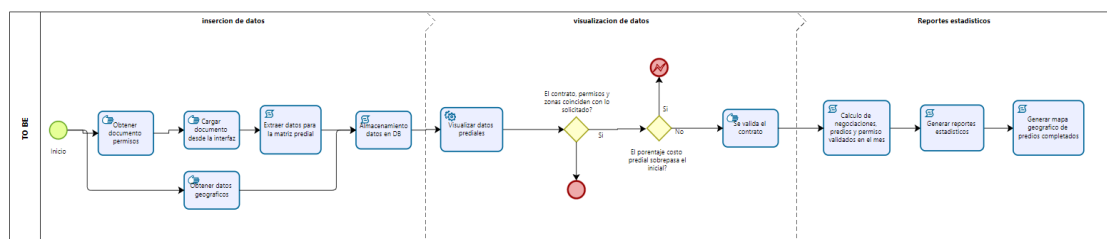
Fuente: Autor

La figura 15 ilustra el flujo del proceso de gestión predial antes de la implementación de la solución tecnológica, detallando cómo se lleva a cabo la recepción, procesamiento y validación de documentos, así como la generación de reportes. El proceso se desarrolla en tres grandes fases: envío de documentos, procesamiento de datos y generación de reportes, con la participación de dos actores principales: administrativos y contratistas.

El funcionamiento se estructuró de la siguiente manera: desde el momento en que el contratista incorpora la información en la carpeta o subcarpeta correspondiente, el sistema activa un flujo web que, de manera automática, notifica y desencadena la ejecución del flujo de escritorio. Este último se encarga de procesar el o los archivos cargados, generando las variables resultantes que posteriormente son insertadas en la base de datos en SQL Server. Finalmente, la información almacenada se refleja tanto en la interfaz gráfica de Power Apps como en el panel estadístico de Power BI, garantizando la trazabilidad y el acceso oportuno a los datos.

Figura 16.

Diagrama de Procesos 'TO BE'.



Fuente: Autor

Como se observa en la figura 16, el flujo cuenta con dos condicionales principales. El primero corresponde al proceso de verificación en el flujo web, ya que en las carpetas compartidas no se cargan únicamente documentos de un mismo tipo, sino múltiples archivos. Por esta razón, se requiere un filtro inicial que permita identificar y procesar únicamente el documento solicitado en cada flujo.

El segundo condicional se encuentra asociado al valor de la indemnización, el cual, como se explicó previamente, es calculado mediante un trigger en la base de datos. En este punto, el flujo valida si dicho valor supera los tope máximos autorizados por la ESSA. En caso de que esta condición se cumpla, el flujo se detiene en esa etapa, dado que el manejo de esos casos no hace parte de los procesos automatizados y debe ser gestionado directamente por el equipo responsable.

4.3.3 Implementación de flujos en Power Automate

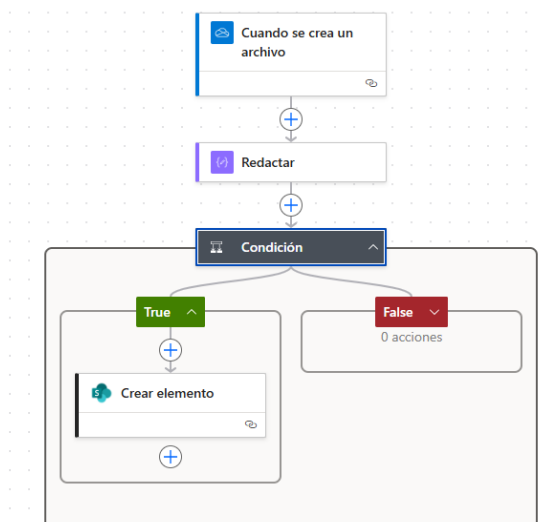
Para la implementación de los flujos fue necesario estructurar dos componentes principales: el flujo web y el flujo de escritorio. Ambos trabajan de manera integrada y su funcionamiento es equivalente para los cinco procesos definidos. El ciclo se inicia cuando el contratista carga un archivo en la carpeta compartida, la cual actúa como punto de entrada del sistema. Para garantizar que el flujo pueda identificar y procesar los documentos de forma correcta, se estableció la condición de que los archivos deban mantener nombres específicos y estandarizados, evitando así errores en la clasificación y asegurando la trazabilidad de la información.

Como se visualiza en la figura 17, entra en funcionamiento el flujo web, el cual se compone de tres etapas fundamentales para garantizar el procesamiento correcto de cada archivo:

- Trigger o desencadenante: Se activa en el momento en que se crea un archivo en la carpeta compartida. Este evento viene acompañado de metadatos del archivo, entre ellos su nombre, el cual se recibe codificado en formato base64.
- Función de redactar: Mediante la acción redactar se transforma la cadena en base64 a texto plano, permitiendo identificar de manera legible el nombre real del archivo y ubicarlo en la carpeta correspondiente.
- Condicional de verificación: Se encarga de comprobar que el archivo ingresado cumpla con el nombre esperado para su procesamiento. Por ejemplo, en el caso del documento de insumos, el archivo debe iniciar con el prefijo “ITJ”; de no cumplirse esta condición, el flujo se detiene y no se ejecuta la acción true.

Figura 17.

Flujo Web para la cola de documentos a procesar.

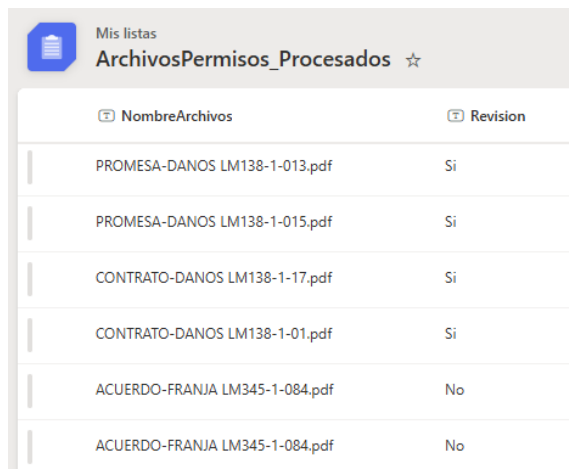


Nota. pese a que son cinco flujos, todos trabajan bajo las mismas acciones, solo se modifica el nombre condicional, que es el que permite escribir en la lista SharePoint. Fuente: Autor

Finalmente, los documentos que superan esta validación (acción true) registran su nombre en una lista de SharePoint, la cual funciona como una cola de procesamiento para que posteriormente el flujo de escritorio continúe con su ejecución.

Figura 18.

Lista SharePoint de Documentos Promesas.



NombreArchivos	Revision
PROMESA-DANOS LM138-1-013.pdf	Si
PROMESA-DANOS LM138-1-015.pdf	Si
CONTRATO-DANOS LM138-1-17.pdf	Si
CONTRATO-DANOS LM138-1-01.pdf	Si
ACUERDO-FRANJA LM345-1-084.pdf	No
ACUERDO-FRANJA LM345-1-084.pdf	No

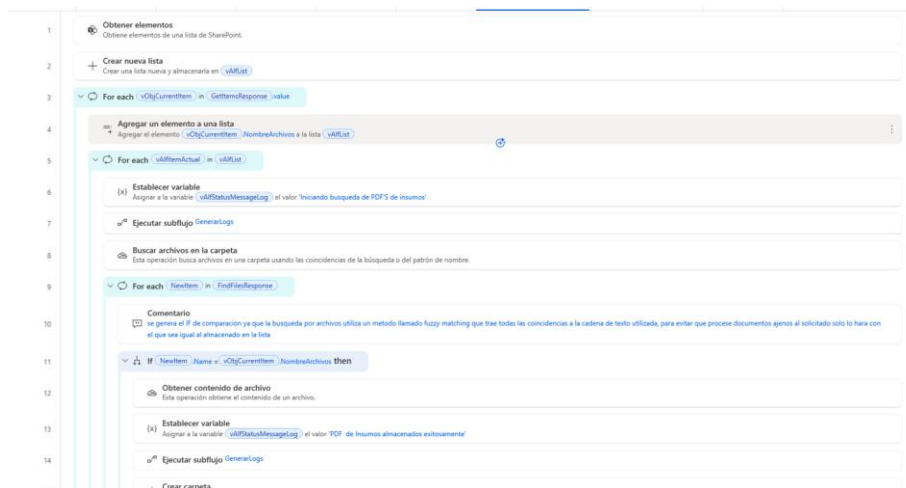
Nota. Las listas SharePoint tenían como objetivo almacenar en cola todos los documentos que llegaron a las carpetas compartidas. Fuente: Autor

Los archivos registrados en las listas de SharePoint permanecen en cola para ser ejecutados de manera automática durante la madrugada de cada día, mediante un flujo desatendido. Este mecanismo tiene como propósito evitar la necesidad de intervención manual periódica por parte de un usuario, optimizando así el tiempo y la continuidad del proceso.

Para prevenir reprocesamientos innecesarios, cada archivo cuenta con un indicador denominado “Revisión”. Al momento de su ingreso, como se observa en la figura 18, dicho indicador se establece en estado “No”, lo que señala que el archivo aún no ha sido procesado. Una vez culmina satisfactoriamente el flujo, el estado del indicador cambia a “Sí”, con lo cual se asegura que el archivo no vuelva a ser reprocesado, evitando así retrasos en la ejecución general del sistema.

Figura 19.

SubFlujo de escritorio para la obtención de elementos de la lista SharePoint.



Fuente: Autor

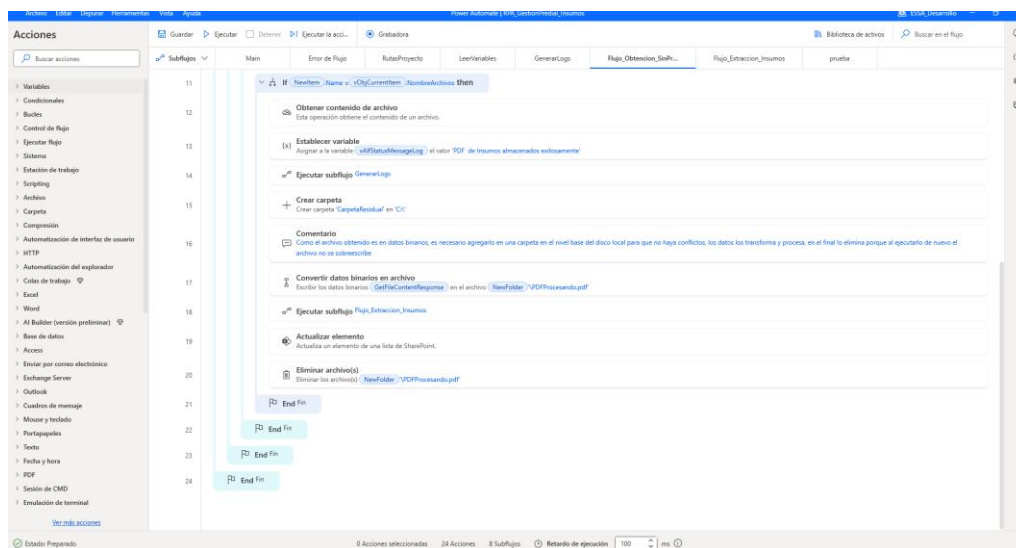
Como se había mencionado previamente, la ejecución de los flujos está programada para realizarse de manera automática en la madrugada, específicamente a las 2:00 a.m., dentro de la máquina virtual designada para este fin. En esta etapa, el sistema procesa uno a uno los archivos que se encuentran registrados en la lista de SharePoint.

El procedimiento inicia con una llamada a la lista, a fin de identificar los archivos pendientes de ejecución; todo esto se puede observar en la figura 19. Posteriormente, se realiza una búsqueda de manera web, dado que la máquina virtual no cuenta con la sincronización local de OneDrive. En este punto, Power Automate utiliza un mecanismo de búsqueda denominado Fuzzy Matching, el cual permite encontrar coincidencias aproximadas entre los nombres de los archivos.

Sin embargo, debido a la naturaleza y volumen de documentos gestionados, este tipo de coincidencia generaba inconvenientes: un archivo podía retornar múltiples coincidencias que no guardaban relación directa con el solicitado, lo que ocasionaba mayores tiempos de procesamiento y posibles fallos en la ejecución del flujo.

Figura 20.

Subflujo de escritorio con el condicional para el archivo buscado.



Fuente: Autor

Para evitar este problema, se implementó un mecanismo de coincidencia exacta con el nombre del archivo registrado en la lista, siendo observable en la figura 20, de modo que únicamente aquel documento con el identificador correcto fuese procesado. Con esta medida se redujo considerablemente el tiempo de ejecución y se mitigaron los riesgos de errores en las etapas posteriores del flujo.

Figura 21.

Acciones necesarias para el procesamiento del texto legible de documentos.

The image shows a workflow diagram with three steps:

- Analizar texto**: Analizar el texto `vAlfTextolnsumos` para la expresión regular `'[C[OÓ]D\.?s+PR[ÉÉ]DIO[C'D\.?s+PREDIO]s+([A-Z0-9]+)?[A-Z0-9\.-]+]'(?=s+TRAMO/SECTOR)` a partir de la posición 0 y buscar solo la primera encuentra el texto en `vAlfPosicionCodigoPred`. Almacenar la coincidencia encontrada en `vAlfCoincidenciaCodPred`.
- Comentario**: La acción dividir texto lo que hará es que del resultado obtenido eliminará la coincidencia con la regex que en este caso nuevamente es Código Predial, así permitiendo dejar solo el código identificador.
- Dividir texto**: Dividir texto `vAlfCoincidenciaCodPred` mediante la separación de elementos de texto con el delimitador `'C[OÓ]D\ PR[ÉÉ]DIO\.'` y almacenarlos en la lista `vAlfCodigo_Predial`.

Fuente: Autor

Una vez convertido el archivo desde su formato binario a un archivo legible, el siguiente paso consistió en procesar los datos requeridos según el tipo de documento. En esta etapa, las acciones implementadas en los flujos de escritorio se basaron principalmente en el uso de expresiones regulares, como se visualiza en la figura 21, dado que, al leerse todo el contenido del archivo como texto plano, era necesario identificar con precisión las palabras clave que delimitaban la información relevante.

No obstante, los datos extraídos aún contenían inconsistencias, por lo que fue indispensable aplicar acciones adicionales, tales como dividir texto, recortar texto y eliminar

espacios en blanco. Estas operaciones permitieron depurar los registros y garantizar que la información resultante fuese lo más limpia y estandarizada posible para su posterior inserción en la base de datos.

Figura 22.

Acciones del procesamiento de documentos encargados de la limpieza de datos.

The screenshot displays a workflow editor interface with a list of actions and comments. The actions are as follows:

- Comentario:** Si utilizamos la acción de recortar texto de eliminar los espacios en blanco se podía pasar una lista de valores de texto a texto plano.
- Extraer texto del PDF:** Extraer texto del PDF 'NewFolder\PDFProcesando.pdf' en 'valTextosumos'.
- Región CódigoPedral:**
 - Comentario:** La acción analizar texto trae la primera coincidencia con la regex, en este caso captura desde la palabra Código Pedral hasta la palabra Tramo/Sector incluyendo signos, letras y números.
 - Analizar texto:** Analizar el texto 'valTextosumos' para la expresión regular 'C[DÓD,7a+PR[E]DIO[C'D,7a+PR[EDIO]+([A-Z0-9]+|a)[A-Z0-9-]+|7+|a+TRAMO/SECTOR]' a partir de la posición 0 y buscar solo la primera repetición. Almacenar la posición donde se encuentra el texto en 'valPosicionCodigoPree'. Almacenar la coincidencia encontrada en 'valCoincidenciaCodPree'.
 - Comentario:** La acción dividir texto lo que hace es que del resultado obtenido eliminara la coincidencia con la regex que en este caso nuevamente es Código Pedral, así permitiendo dejar solo el código identificador.
 - Dividir texto:** Dividir texto 'valCoincidenciaCodPree' mediante la separación de elementos de texto con el delimitador 'C[DÓD,7a+PR[E]DIO[C'D,7a+PR[EDIO]+([A-Z0-9]+|a)[A-Z0-9-]+|7+|a+TRAMO/SECTOR]' y almacenarlos en la lista 'valCodigo_Predial'.
 - Comentario:** Al aplicar el dividir texto por como se obtiene el texto resultado y el espacio en los PDF's lo convierte en una lista donde el primer índice esta vacío por lo que se elimina del mismo.
 - Quitar elemento de la lista:** Quitar el elemento en el índice 0 de la lista 'valCodigo_Predial'.
 - Comentario:** Al haberle aplicado la eliminación aun sigue dependiendo como una lista, aposterior genera un problema ya que la informacion de otros flujos, tales como liquidaciones o estado predial tienen el código identificador como una cadena de texto, por lo que no relacionara los valores uno del otro. Por ello se realiza el recortar texto que vuelve un valor lista en cadena de texto.
 - Recortar texto:** Recorte caracteres de espacio en blanco desde el principio y el final de 'valCodigo_Predial' y almacenarlo en 'valCodigo_Predial'.
 - Condición:** If 'valCodigo_Predial' Esta vacío then.
 - Comentario:** Esta acción es preventiva, dado caso suban un documento en blanco o quizás sin el código predial reconocible, enviara un correo advirtiéndolo del mismo.

Fuente: Autor

Un aspecto crítico a resolver fue que, debido a la naturaleza de la captura del texto, algunos valores eran almacenados como listas con índices, en lugar de como texto plano. Este problema generaba que, en la base de datos, un mismo dato pudiera ser reconocido como dos valores distintos, lo que dificultaba la integración de la información entre procesos relacionados (por ejemplo, los datos provenientes de Promesas, Liquidaciones y otros documentos). La

aplicación de las acciones de limpieza como las mostradas en la figura 22 aseguró la correcta homogeneización de los registros y la coherencia en los procesos de unión de datos.

4.4 Desarrollo del Mapa Dinámico e Interfaz Gráfica

4.4.1 Implementación del Mapa Coroplético Dinámico

Para la implementación del mapa coroplético es necesario partir de los diseños previamente desarrollados por el equipo GP1 (Gestión de Proyectos 1), responsables del modelado inicial de las líneas eléctricas. Los archivos suministrados por este equipo se presentan en dos formatos principales.

El primero corresponde al formato .KMZ, un archivo comprimido que contiene en su interior un archivo .KML junto con otros complementos. En el caso del equipo de proyectos, estos complementos permiten representar elementos fundamentales de la red eléctrica, tales como viviendas conectadas, torres, subestaciones, cultivos e incluso especies de árboles en riesgo de extinción reportada. Dichos elementos son necesarios para la estructuración del diseño eléctrico y para anticipar eventuales dificultades en la negociación de los predios. Sin embargo, para efectos del análisis predial, gran parte de esta información resulta innecesaria, lo que justifica el uso de un segundo formato.

El segundo corresponde a GeoJSON, un archivo en formato JSON que almacena puntos vectoriales asociados a coordenadas de latitud y longitud y que es, aparte, más ligero en términos de tamaño; también es más simple porque no tiene todos los complementos. Este formato

permite ubicar con precisión cada predio, delimitando únicamente la zona del departamento de Santander, lo que optimiza el procesamiento de datos y reduce la sobrecarga de información.

Definido el uso del formato GeoJSON, el siguiente paso consistió en determinar las herramientas tecnológicas adecuadas para su manejo. Dado que este tipo de archivo puede llegar a ser de gran tamaño y contener múltiples puntos vectoriales, es indispensable emplear herramientas capaces de soportar dicha carga y garantizar una visualización dinámica, evitando colapsos en la interfaz y asegurando la eficiencia del proceso.

4.4.1.1 Herramientas de procesamiento geoespacial

Durante la fase de diseño del mapa coroplético, se consideró inicialmente la utilización de diversas bibliotecas especializadas en el procesamiento geoespacial dentro del lenguaje Python. Entre las herramientas evaluadas se encontraban GeoPandas, Shapely, Matplotlib, GDAL y Cartopy, ampliamente utilizadas en proyectos de análisis vectorial y en la generación de visualizaciones cartográficas de alta precisión.

- GeoPandas ofrece la ventaja de extender la funcionalidad de Pandas al manejo de datos geoespaciales, permitiendo trabajar de manera intuitiva con archivos GeoJSON.
- Shapely facilita operaciones geométricas avanzadas sobre polígonos, líneas y puntos, lo cual resultaba útil para el análisis detallado de predios.
- Matplotlib, en conjunto con las anteriores bibliotecas, posibilitaba la construcción de visualizaciones cartográficas personalizadas.

- GDAL representa una opción idónea para la conversión y manipulación de formatos espaciales, incluyendo KML, KMZ y GeoJSON.
- Cartopy proporciona capacidades de visualización geográfica y la elaboración de mapas.

No obstante, pese a la robustez de estas herramientas, se decidió no incorporarlas en la solución final. La principal limitación se encontró en las políticas internas de la organización, las cuales exigían permisos especiales para la instalación de librerías en los equipos de cómputo. En particular, bibliotecas como GDAL, Shapely y Cartopy no estaban incluidas en el grupo de librerías previamente aprobadas por el área de Ciberseguridad, por lo que su uso requería una solicitud formal a la empresa EPM, procedimiento que podía tardar entre dos y tres meses en resolverse, sin garantía de aprobación definitiva. Esto hacía inviable su implementación dentro de los tiempos establecidos para el proyecto.

En consecuencia, se optó por aprovechar las herramientas ya integradas en el ecosistema de Microsoft Power Platform, específicamente Power BI, que ofrecía una solución adaptable, con soporte, compatibilidad con licenciamiento corporativo y, además, la posibilidad de seguir trabajando con archivos en formato GeoJSON. Esta decisión no solo permitió mantener la continuidad del proyecto, sino también garantizar el cumplimiento de las políticas de seguridad de la información de la organización.

4.4.1.2 Diseño del mapa coroplético

Como parte del diseño del mapa coroplético implementado en la herramienta Power BI, se dispuso de una interfaz completa que permite visualizar la información solicitada por el

usuario. Entre los elementos incluidos se encuentra la información general de cada predio, el número total de predios asociados a la línea eléctrica en estudio, la distribución de estos en los distintos municipios y la posibilidad de aplicar filtros para analizar únicamente aquellos pertenecientes a un municipio específico. No obstante, el aspecto más relevante de esta interfaz corresponde a la visualización de los estados prediales.

Los estados prediales representan la condición actual de cada predio dentro del proceso de adquisición de la servidumbre. Como se explicó previamente, existían dos vías principales para proceder: la negociación directa con el propietario o, en caso de no lograrse un acuerdo, la imposición mediante un proceso judicial ante el juzgado correspondiente.

Sin embargo, cada predio no se limitaba a permanecer únicamente en estos estados iniciales, sino que debía seguir una línea de avance temporal. En el caso de los predios en negociación, por ejemplo, era indispensable registrar el nivel de avance de los pagos, los cuales podían encontrarse en un **40%**, **60%** o **100%**, lo que resultaba fundamental para la elaboración del reporte mensual. Asimismo, podían presentarse otros estados adicionales, tales como predios vinculados a procesos de restitución de tierras o predios catalogados como baldíos, cada uno con implicaciones particulares en la gestión jurídica y administrativa.

Como se puede observar en la figura 23, la interfaz del mapa coroplético concentra una gran cantidad de información, la cual, aunque en algunos casos podía percibirse como extensa o dispersa, resultaba indispensable para el adecuado seguimiento del proceso. Cada uno de los datos incluidos cumplía una función específica, ya que permitía identificar con precisión cuáles

predios aún requerían gestión y cuáles podían ser modificados o actualizados para dar por cerrado el trámite predial.

Figura 23.

Primer diseño del mapa coroplético con Power BI.



Fuente: Autor

De esta manera, la interfaz del mapa coroplético no solo permitía ubicar geográficamente los predios, sino también dar seguimiento al estado real de cada uno, constituyéndose en una herramienta de apoyo para la toma de decisiones estratégicas en el proceso predial.

4.4.1.3 Integración con la base de datos predial

Al momento de integrar la herramienta con la base de datos en SQL Server, alojada en los servidores de ESSA, se identificó un bajo rendimiento en las consultas y en la visualización de los datos sin aplicar filtros específicos. Este inconveniente no se presentaba al consultar directamente en el software de gestión de bases de datos ni al utilizar la tabla vista creada en

SQL Server, sino únicamente en la herramienta virtual empleada por el usuario. Sin embargo, dado que la interacción principal se realizaría a través de esta última, resultaba imprescindible implementar los ajustes necesarios para optimizar su funcionamiento.

Adicionalmente, el usuario solicitó realizar un rediseño del mapa coroplético, ya que no resultaba práctico disponer toda la información en una sola página. En su lugar, era necesario incorporar métricas adicionales que facilitaran la interpretación del estado predial actual y permitieran un análisis más ágil de los avances en el proceso. De esta manera, se buscó mejorar no solo la performance técnica del sistema, sino también su usabilidad y capacidad de apoyo en la toma de decisiones.

Para dar solución a las dificultades identificadas en la organización de los estados prediales, se decidió realizar un ajuste en la forma en que estos eran gestionados, dado que inicialmente presentaban falta de claridad e incluso no contemplaban todas las etapas del proceso.

Figura 24.

Nuevos colores y referencias para los estados prediales.

CONVENCIÓN	ESTADO TRAMITE	ESTADO DETALLADO	ESTADO DE PAGO	Detalle
	EN NEGOCIACIÓN	EN NEGOCIACION	SIN PAGO	Predio sin legalización de la servidumbre con permiso de ingreso
	CON PERMISO	CON PERMISO	SIN PAGO	Predio sin legalizar con permiso de ingreso a obra y mmto
		EN FIRMA DE PROMESA	SIN PAGO	Predios donde se firma un acuerdo para el uso de la franja de servidumbre
		EN REVISIÓN PROMESA	SIN PAGO	
		EN GENERACION DE PAGO PROMESA	SIN PAGO	
		EN FIRMA ACUERDO DE FRANJA	SIN PAGO	
		EN REVISION ACUERDO DE FRANJA	SIN PAGO	
		EN GENERACION DE PAGO ACUERDO DE FRANJA	SIN PAGO	
		PROTOCOLIZADO ACUERDO DE FRANJA	PAGADO	
		ACUERDO DE FRANJA FIRMADO	PAGADO	
		NEGOCIADO		
	SERVIDUMBRE ESCRITURADA	CON ESCRITURA	CON PAGO INICIAL	Predios con servidumbre escriturada y uqe por alguna razón no se pudo registrar
		CON ESCRITURA Y NEGOCIADO POSEEDOR	CON PAGO INICIAL PROPIETARIO SIN PAGO POSEEDOR	
		CON ESCRITURA Y NEGOCIADO POSEEDOR	CON PAGO INICIAL PROPIETARIO PAGADO POSEEDOR	

Fuente: Autor

Como resultado, se incorporaron tres nuevos estados indicadores, como se observa en la figura 24, que permitirán representar de manera más precisa el avance de cada predio dentro del sistema:

- Estado trámite: Corresponde a la denominación general que identifica la etapa del proceso en la que se encuentra el predio. Este indicador se visualiza directamente en el mapa coroplético.
- Estado detallado: Permite un mayor nivel de especificación, detallando los pasos particulares que debe seguir un predio para transitar, por ejemplo, de un estado en negociación a un estado de negociación finalizada.
- Estado de pago: Refleja el progreso en la ejecución de los pagos asociados al predio. Este indicador es esencial para verificar si el pago ya fue efectuado, si existen retrasos por trámites administrativos o si, pese a haberse autorizado, aún no se ha realizado el correspondiente desembolso.

Figura 25.

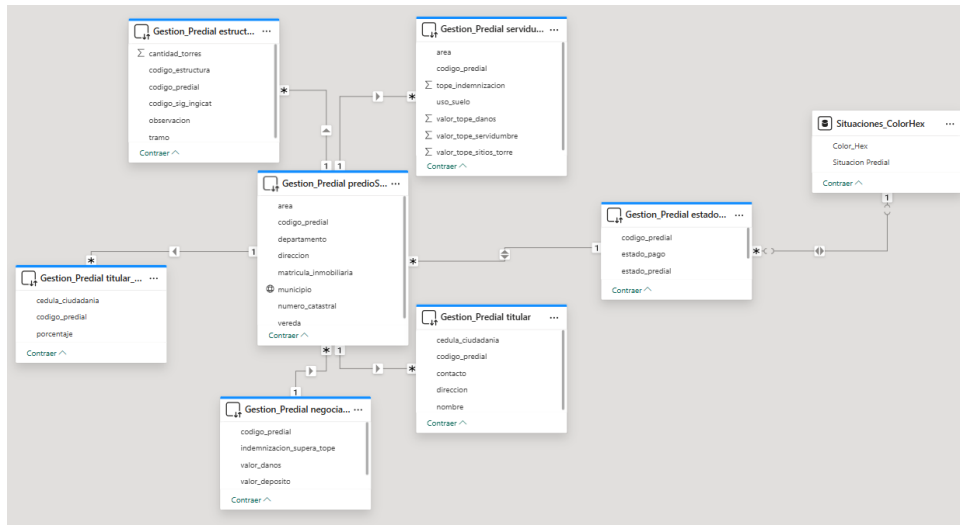
Antiguas referencias realizadas manualmente para los estados prediales.

COD PREDIO	NOMBRE PREDIO	PROPIETARIO/POSEEDOR/OCUPANTE	ESTADO GENERAL	ESTADO		
LSGB-8-361	GACHA	LA NACION	PROPIETARIO	Predio básico	LIBERADO	PAGADO
LSGB-8-361-1	LA PEÑA	BAUTISTA GORDILLO ARIZA	OCUPANTE	Negociado - Poseedor	LIBERADO	PAGADO
LSGB-8-361-2	LA PEÑA	EPIFANIO GORDILLO ARIZA	OCUPANTE	Negociado - Poseedor	LIBERADO	PAGADO
LSGB-8-362	PATEVACA VDA EL JUNCO	CAMILO ARIZA (FALLECIDO)	PROPIETARIO	Predios negociados	LIBERADO	CONTRATO DE DAÑOS
LSGB-8-362-1	PATEVACA VDA EL JUNCO	LUIS ALBERTO MATEUS	POSEEDOR	Negociado - Poseedor	LIBERADO	PAGADO
LSGB-8-363	MIRASOL VDA EL JUNCO	MARLEN TAVERA DE AMADO	PROPIETARIO	Predios pagados al 100%	LIBERADO	SERVIDUMBRE REGISTRADA
LSGB-8-364-8-365	EL JUNCO VDA EL JUNCO	RAJIL GORDILLO MATEUS YAIBER ZENOBO GONZÁLEZ SANTAMARÍA	PROPIETARIO	Predios pagados al 100%	LIBERADO	SERVIDUMBRE REGISTRADA
LSGB-8-366	EL JUNCO VDA EL JUNCO	VIRGELINA BARBOSA AYALA	PROPIETARIO	Predios pagados al 100%	LIBERADO	SERVIDUMBRE REGISTRADA
LSGB-8-367	EL JUNCO VDA EL JUNCO	YAIBER ZENOBO GONZÁLEZ SANTAMARÍA	PROPIETARIO	Predios pagados al 100%	LIBERADO	SERVIDUMBRE REGISTRADA
LSGB-8-368	LA PRIMAVERA-VDA JUNCO	LUIS ALBERTO MATEUS DERLY AMADO PARRA	PROPIETARIO	Predios pagados al 100%	LIBERADO	SERVIDUMBRE REGISTRADA
LSGB-8-369	EL DIVISO VDA SAN LORENZO	LA NACION	PROPIETARIO	Predio básico	LIBERADO	PAGADO
LSGB-8-369-1	EL DIVISO VDA SAN LORENZO	MANUEL MERCHÁN	OCUPANTE	Negociado - Poseedor	LIBERADO	PAGADO
LSGB-8-369-2	EL DIVISO VDA SAN LORENZO	ALEJO MEJÍA MERCHÁN (FALLECIDO) OCTAVIO MEJÍA (HIJO)	OCUPANTE	Negociado - Poseedor	LIBERADO	PAGADO
LSGB-8-370-8-371	EL DIVISO VDA SAN LORENZO	FALSA TRADICION	PROPIETARIO	Predios pagados al 60%	LIBERADO	ACUERDO DE FRANJA
LSGB-8-370-8-371-1	EL DIVISO VDA SAN LORENZO	MANUEL MERCHAN JOSÉ MIGUEL VARGAS MEJÍA	POSEEDOR	Negociado - Poseedor	LIBERADO	PAGADO

Fuente: Autor

Como se observa en la figura 25, los estados prediales se registraban anteriormente en una única columna, con información general y poco detallada sobre la situación de cada predio. Además, no existía un mecanismo de actualización en tiempo real; en su lugar, los contratistas enviaban la información por correo electrónico y el profesional debía completarla manualmente en la base de datos para cada predio.

La inclusión de los tres nuevos indicadores permitió no solo mejorar la trazabilidad del proceso predial, sino también ofrecer al usuario una herramienta más completa para el seguimiento y control de cada predio en tiempo real.

Figura 26.*Tablas de Datos Power BI.*

Nota. Todas las tablas eran dinámicas excepto por ‘Situaciones_ColorHex’ que tenía como función dar el color de los estados prediales por código Hexagonal. Fuente: Autor

Con los detalles previamente modificados y validados junto con el usuario, se procedió a la creación de una tabla estática destinada a funcionar como referencia para la asignación de colores en la identificación de cada predio dentro del mapa coroplético. La tabla estática la podemos visualizar en la figura 26, siendo la única sin la barra indicativa de color azul, ya que no se actualiza a tiempo real con la base de datos. Esto permitió establecer una correspondencia clara entre los estados definidos y su representación visual, facilitando así una interpretación más ágil por parte del usuario.

4.4.2 Diseño e Implementación de la Interfaz en Power Apps

El desarrollo de la interfaz gráfica representó un componente fundamental dentro de la solución, al constituirse como el punto de interacción directo entre los usuarios y los procesos automatizados previamente implementados. A través de Power Apps se buscó ofrecer un entorno intuitivo, ágil y seguro, que facilitara la consulta de información predial y la visualización de indicadores clave sin necesidad de recurrir a procedimientos manuales.

4.4.2.1 Análisis de necesidades de los usuarios finales

Para el diseño de la interfaz en Power Apps, se llevaron a cabo reuniones semanales con el usuario principal y reuniones quincenales con el jefe de equipo. El objetivo de estos encuentros fue alinear, en la mayor medida posible, las necesidades específicas respecto a la interfaz gráfica, la cual se constituiría como la “cara visible” de las automatizaciones y del proceso de visualización de todos los registros.

Dentro de los requisitos planteados, se enfatizó que la interfaz debía ser lo más simple posible, de modo que los usuarios pudieran consultar los registros de manera directa, sin necesidad de contar con múltiples guías o instrucciones. Asimismo, se estableció que no sería necesario que los usuarios realizaran ediciones o inserciones manuales en el sistema, ya que dichas tareas quedarían integradas en los procesos de automatización. Esto representaba un alineamiento adecuado con los objetivos iniciales, al reducir la posibilidad de errores humanos y al mismo tiempo garantizar una experiencia de uso más ágil y eficiente.

4.4.2.2 Diseño de la interfaz gráfica

En el diseño inicial de la interfaz gráfica en Power Apps se contemplaron cuatro secciones principales. La primera correspondía a la pantalla de inicio, desde la cual el usuario podría acceder a las distintas opciones de navegación. Dado que la aplicación estaba destinada a ser utilizada por un único usuario, no fue necesario implementar un sistema de registro o autenticación adicional.

El primer botón redirigía a la interfaz de la matriz predial, encargada de mostrar toda la información relacionada con las líneas eléctricas y, de manera específica, con los predios vinculados al proceso. En esta sección se centralizaban los datos provenientes de los diferentes archivos: Insumos, promesas, liquidaciones, depósitos y pagos prediales.

El segundo botón conducía al panel estadístico, espacio en el que se mostrarían las métricas solicitadas por el usuario. Es importante señalar que, durante la fase de diseño, aún no existía una definición clara de qué indicadores serían necesarios, por lo que esta sección se planteó como un módulo flexible para su posterior personalización.

Finalmente, el tercer botón proporcionaba acceso a la interfaz destinada a la visualización del mapa coroplético, el cual permitiría representar de forma geoespacial la información predial y su respectivo estado dentro del proceso. La figura 27 muestra el primer diseño de esta interfaz.

Figura 27.

Primer diseño de la interfaz gráfica en Power Apps.



Fuente: Autor

4.4.2.3 Integración con los flujos de Power Automate y la base de datos

En la etapa final del diseño de la interfaz se decidió eliminar el botón que redirigía al mapa topográfico, dado que, como se explicó previamente, este componente debía integrarse directamente dentro del panel estadístico. La figura 28 reporta el diseño final. Asimismo, el botón correspondiente al análisis estadístico dejó de direccionar a una página interna de Power Apps.

Esta decisión obedeció a que el mapa coroplético era alimentado por un archivo GeoJSON, el cual, debido a su naturaleza de contener múltiples puntos vectoriales, resultaba considerablemente pesado. Como consecuencia, su carga directa dentro de Power Apps se veía limitada, generando problemas de rendimiento. Para superar esta restricción, se implementó un redireccionamiento hacia el panel alojado en la plataforma web de Power BI, garantizando con ello una visualización más eficiente y estable, así como una integración fluida con los datos procesados en la base de datos.

Figura 28.

Diseño Final de la interfaz predial en Power Apps



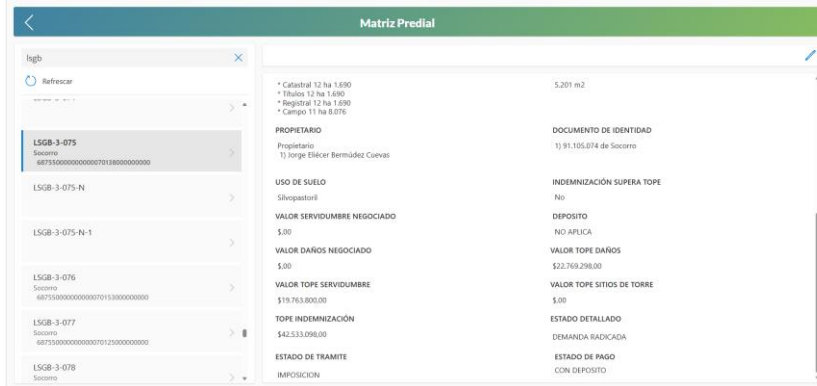
Fuente: Autor

En el caso de la matriz predial, se realizaron algunos ajustes solicitados por el usuario. Entre ellos se incluyó la eliminación de los botones que permitían borrar registros de manera directa, con el fin de evitar modificaciones accidentales sobre la información. Asimismo, se incorporaron títulos dinámicos que se ajustan en función de la clasificación del predio, es decir, si este se encontraba en condición de negociado o por imposición.

Para prevenir la sobrecarga de la interfaz y optimizar la visualización de los datos tal como se ven en la figura 29, se empleó la tabla vista previamente diseñada en la base de datos. Esta medida permitió que las consultas fueran más eficientes y que los tiempos de carga no superaran los dos segundos, incluso al mostrar información detallada de todos los registros asociados a las líneas eléctricas.

Figura 29.

Pantalla dedicada a la información total de cada predio



Fuente: Autor

4.5 Pruebas de Rendimiento

4.5.1 Población y pruebas de consistencia de datos

En coherencia con el proceso descrito en el apartado **5.2 Diseño de la base de datos relacional**, correspondiente al diseño y normalización de la base de datos relacional, se llevaron a cabo las actividades necesarias para garantizar la correcta organización y almacenamiento de la información predial. Como parte de este proceso, para la población de las tablas, se implementaron procesos completamente automatizados mediante la herramienta Power Automate, los cuales se apoyaron en la recepción y reenvío de archivos por parte de los contratistas hacia la carpeta compartida de OneDrive.

- Power Automate detectaba los archivos cargados en la carpeta compartida y los procesaba de forma automática.

- Cuando se identificaba información incompleta o incoherente, se solicitaba a los contratistas el reenvío de los documentos faltantes para garantizar la integridad de los datos.
- La herramienta Power Automate, a través de sus conectores nativos, trasladaba los datos depurados hacia la base de datos SQL Server.

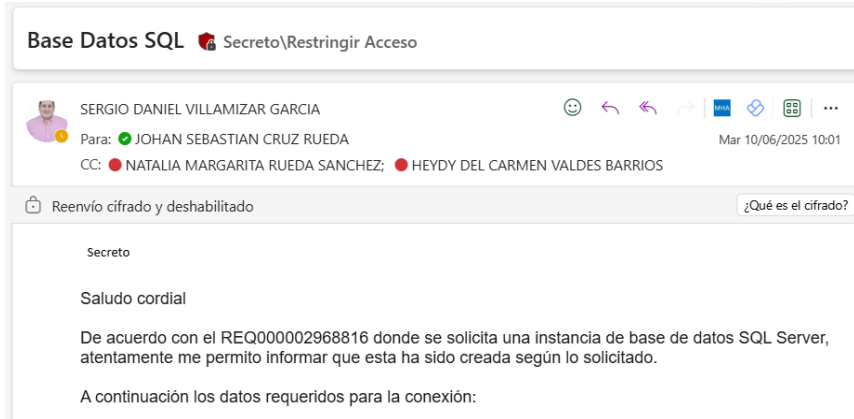
Este flujo permitió centralizar y estandarizar la información proveniente de los distintos predios, evitando la dispersión que se presentaba en los registros manuales previos. De forma general, la población de las tablas estuvo directamente ligada a la automatización del proceso, sin necesidad de intervención manual ni de scripts externos. Este enfoque permitió reducir tiempos de carga, minimizar errores humanos y garantizar la coherencia de la información registrada, lo que facilitó su posterior explotación en la interfaz de Power Apps y en los paneles estadísticos de Power BI.

Una vez configurados los triggers y los procedimientos de inserción automática, los registros prediales comenzaron a consolidarse en la base de datos de manera estructurada. Esta organización permitió integrar campos clave como el código predial, dirección, área, municipio y demás atributos asociados, garantizando trazabilidad y facilidad de consulta. La Figura 30 muestra una vista de los datos almacenados en la base de datos, donde se observa la estructura final de una de las tablas implementada para gestionar la información predial.

Figura 30.

Vista parcial a los datos almacenados en la Base de Datos Predial.

Captura de pantalla de evidencia de la creación de la base de datos.



Fuente: Autor

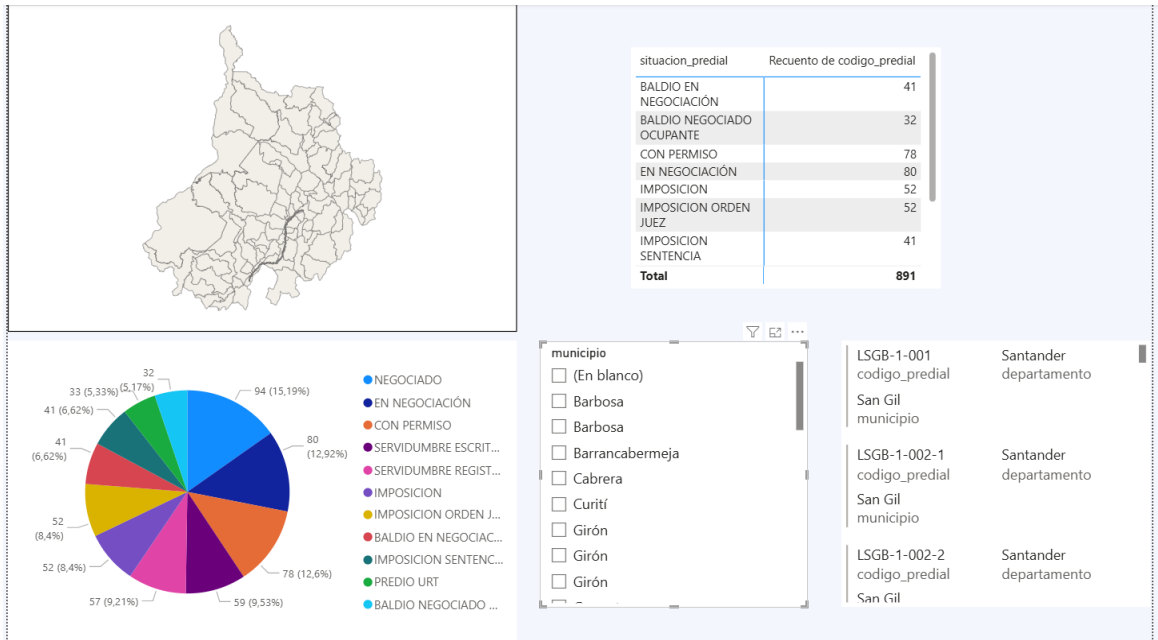
4.5.2 Pruebas de visualización e interacción en la interfaz

En el desarrollo de la fase correspondiente a la implementación del mapa coroplético dinámico descrito en el apartado **5.4.1 Implementación del Mapa Coroplético Dinámico**, se llevaron a cabo diversos ajustes enfocados en mejorar la presentación visual y la interacción del usuario con la interfaz geográfica, el mapa coroplético fue desplazado y minimizado a solicitud del usuario, con el fin de optimizar la visualización de la información en el panel, tal como se puede apreciar en la figura 32.

De manera complementaria, se incorporó una métrica de tipo circular, la cual muestra tanto la cantidad como el porcentaje de predios según sus respectivos estados prediales, facilitando una lectura más clara del avance del proceso.

Figura 32.

Primer diseño del panel estadístico en Power BI, junto con segunda versión del mapa coroplético.



Fuente: Autor

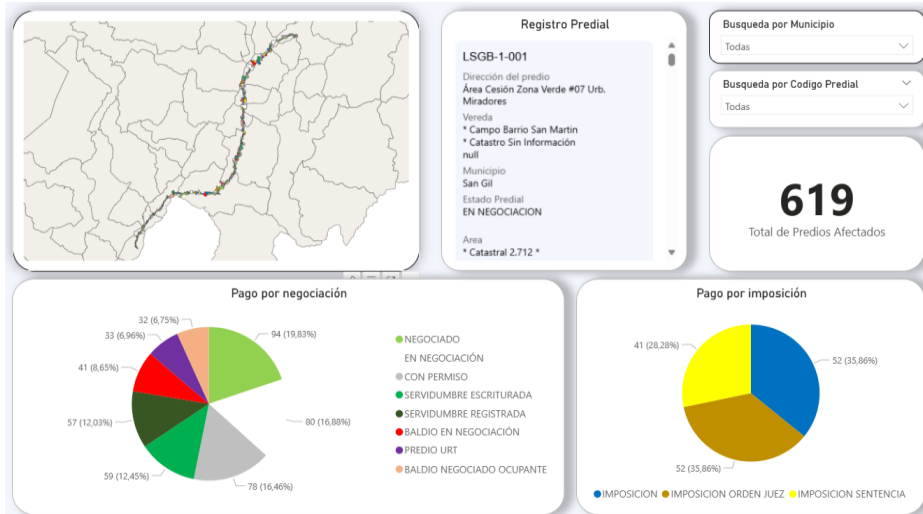
Adicionalmente, se implementó un filtro específico para la selección del municipio, lo que permite al usuario focalizar la consulta en un área determinada del territorio. Finalmente, se integró una DataCard que presenta la información general de cada predio, brindando un acceso rápido y organizado a los datos más relevantes para la gestión predial.

Se continuó con el diseño y la implementación de los cambios solicitados por el usuario a través de las reuniones de retroalimentación. La última versión de este panel se reporta en la figura 33 y como resultado, la métrica circular incorporada en el panel pasó a tomar directamente

los nuevos estados diseñados específicamente para este fin, lo que permitió diferenciar con mayor claridad entre los predios en negociación y aquellos gestionados por imposición judicial.

Figura 33.

Diseño final del panel estadístico Power BI.



Fuente: Autor

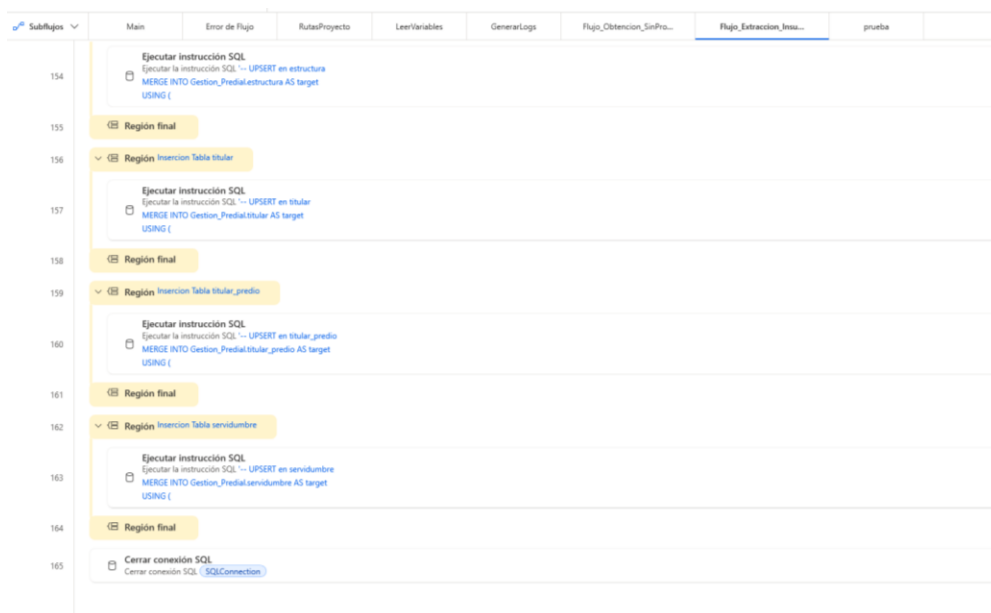
Asimismo, se agregaron y ajustaron dos filtros esenciales: el código identificador de la ESSA (código predial) y el municipio, los cuales facilitan una búsqueda más precisa dentro de la interfaz. A ello se sumó la incorporación de un contador de predios, el cual refleja el total de predios asociados a la línea eléctrica. Este elemento se consideró indispensable, dado que previamente se habían detectado errores derivados de registros duplicados en las hojas de cálculo, situación que podía generar inconsistencias en los procesos de pago. El contador, al estar sincronizado tanto con los predios identificados en el mapa coroplético como con los registros en la base de datos, permite alertar de manera oportuna sobre posibles duplicidades en la información.

4.5.3 Validación de integraciones

En esta etapa, la integración con la base de datos predial se centró en la configuración y validación de los flujos automatizados desarrollados en Power Automate descritos en el apartado **4.3 Automatización de Flujos con Power Automate**, los cuales permitieron conectar de manera directa los procesos de carga, actualización y visualización de la información. Las integraciones con la base de datos iniciaron desde el momento en que se otorgaron las credenciales de acceso correspondientes, ya que los registros contenidos en la base de datos de pruebas eran los mismos que posteriormente serían utilizados en producción. De este modo, se aprovechó dicha configuración para poblar las tablas y validar la correcta integración mediante la herramienta Power Automate, asegurando tanto la inserción de datos que se observa en la figura 34 como su adecuada visualización en el panel estadístico.

Figura 34.

Acciones necesarias para la inserción de datos a SQL Server.



Fuente: Autor

Es importante señalar que, durante la fase de pruebas, la mayoría de las inserciones resultaron defectuosas debido a la naturaleza experimental del proceso. Por esta razón, fue necesario eliminar de manera periódica la información almacenada. Sin embargo, este procedimiento permitió optimizar los flujos y garantizar que, en la etapa final, cada registro requerido por el usuario quedara debidamente estandarizado y almacenado en la base de datos, sin inconsistencias que afectaran la visualización o los procesos posteriores.

4.6 Despliegue Operativo y Validación Continua

Una vez culminado el desarrollo de la solución, fue necesario llevar a cabo un proceso de despliegue operativo que asegurara su transición exitosa al entorno productivo. Esta etapa incluyó la validación formal de la aplicación, la capacitación de los usuarios involucrados y el diseño de una estrategia de soporte y mantenimiento. Con ello se buscó no solo garantizar la estabilidad técnica de la solución, sino también promover su correcta adopción por parte del equipo predial, los contratistas y el área de soporte.

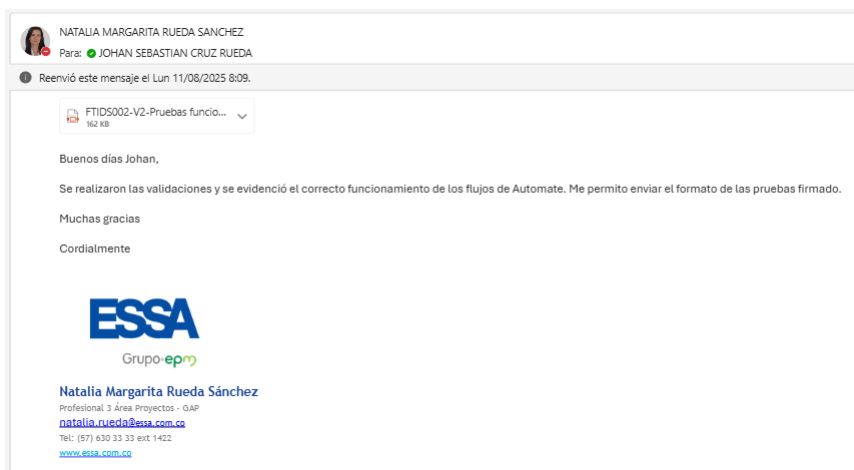
4.6.1 Publicación de la aplicación en el entorno productivo

Para la publicación definitiva de la solución en ambiente de producción, fue necesario superar un conjunto de pruebas realizadas directamente por el usuario. Dichas pruebas se ejecutaron en dos momentos: durante el desarrollo de la práctica, con revisiones continuas, y al

diligenciar el formato final de validación; la evidencia de las pruebas aprobadas se puede observar en la figura 35.

Figura 35.

Correo de aprobación para las pruebas de usuario



Fuente: Autor

Gracias al acompañamiento constante del usuario, este pudo verificar en todo momento el progreso de los flujos, la estructura de la base de datos y el funcionamiento de la interfaz gráfica. Posteriormente, en la etapa formal de pruebas, el usuario ejecutó paso a paso cada uno de los requisitos planteados, comprobando la correcta inserción y visualización de nuevos registros en la base de datos. Este proceso concluyó de manera exitosa, confirmando la estabilidad de la solución.

Una vez finalizada esta validación, y junto con el profesional de soporte Daniel Tequia, se procedió al envío de la documentación correspondiente al equipo de ciberseguridad, con el fin de autorizar la puesta en marcha de la base de datos en producción. Tras la aprobación de cada uno de los requisitos y siendo confirmado por medio de un correo tal como se visualiza en la figura 36, se llevó a cabo la migración y ajuste de los datos en una reunión técnica con el equipo de soporte.

Figura 36.

Correo de aprobación para subida a producción

RE: CRQ00000057308 - Solución registro de seguimiento Gestión Predial



GUILLERMO ANDRES CEPEDA RODRIGUEZ

Para DANIEL EDUARDO TEQUIA VARGAS

CC WILLIAM ORLANDO MANTILLA MORENO; VICTOR RANGEL ALVAREZ; YURIETH NAJHERY SOLER MALDONADO;
JOHAN SEBASTIAN CRUZ RUEDA

Buenas tardes.

Se aprueba para su paso a producción

Gracias por la atención.

Cordialmente,



Grupo **epm**

Guillermo Andrés Cepeda Rodríguez

Profesional | Área Servicios Corporativos - Tecnologías de Información

guillermo.cepeda@essa.com.co

Tel: (57) 630 33 33 ext 1908

www.essa.com.co

Fuente: Autor

Finalmente, se generó el nuevo enlace para la visualización de la interfaz gráfica, el cual fue compartido con los usuarios finales. Asimismo, los flujos de automatización quedaron

configurados en modo desatendido, asegurando su ejecución periódica sin necesidad de intervención manual.


4.6.2 Capacitación a los usuarios involucrados

La capacitación a los usuarios involucró a dos actores principales. En primer lugar, al equipo predial del área de Proyectos, quienes eran los destinatarios directos de la solución. El propósito de esta capacitación fue brindar una comprensión clara acerca del funcionamiento de cada uno de los flujos automatizados, así como de los aspectos que debían tener en cuenta para utilizarlos de manera correcta y evitar errores en el proceso.

Para garantizar el uso adecuado y la sostenibilidad de la solución, se diseñaron dos documentos clave: el manual de usuario, en el que se observa la portada en la figura 37, y el manual técnico.

Figura 37.

Primera página del manual de usuario de la solución predial

 Grupo epro	CENTRO DE EXCELENCIA SOLUCIONES DIGITALES
	MANUAL FUNCIONAL SOLUCIÓN GESTIÓN PREDIAL

MANUAL DE USUARIO

SOLUCIÓN PROYECTOS

TABLA DE CONTENIDO

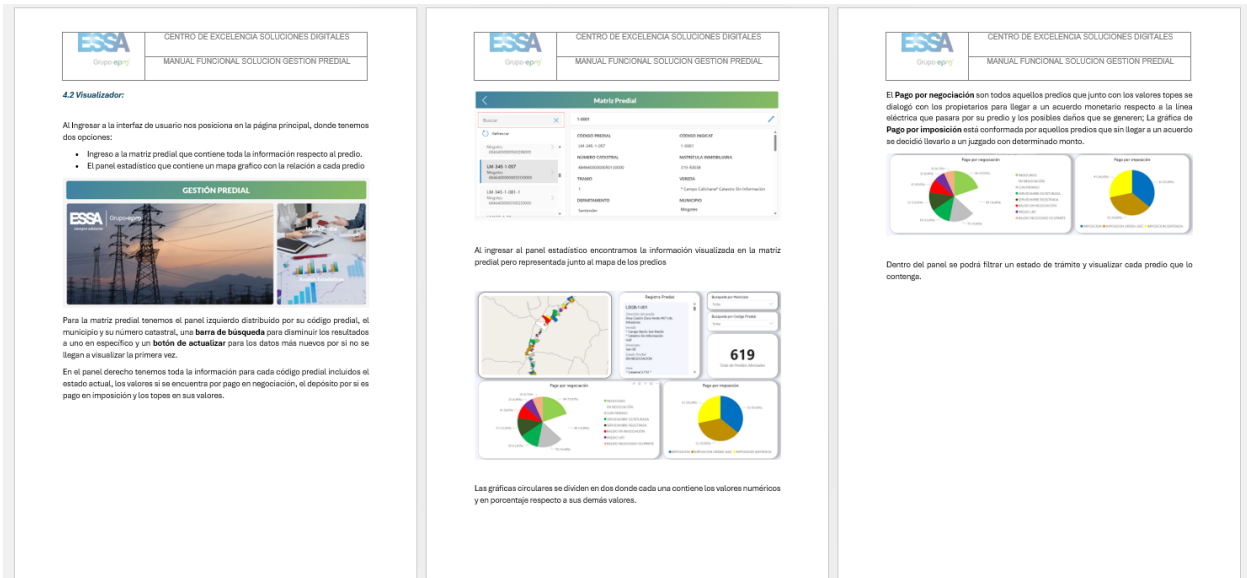
MANUAL DE USUARIO	1
SOLUCIÓN PROYECTOS	1
TABLA DE CONTENIDO	1
1. Objetivo del Manual	2
1.1 Descripción de la Solución	2
1.2 Requisitos del Sistema	2
2. Acceso a la Aplicación.....	2
2.1 Inicio de Sesión.....	2
3. Roles	3
3.1 Características:	3

Fuente: Autor

El manual de usuario está orientado al equipo predial y a los contratistas, e incluye información detallada sobre el funcionamiento general de la solución, los pasos para interactuar con la interfaz gráfica, esto observable en la figura 38, así como la descripción de los flujos automatizados. Además, especifica los tipos de archivos que deben utilizarse, los formatos permitidos y los nombres exactos que deben asignarse a cada documento para que pueda ser procesado correctamente por el sistema.

Figura 38.

Páginas del manual funcional dedicadas al usuario solicitante de la solución

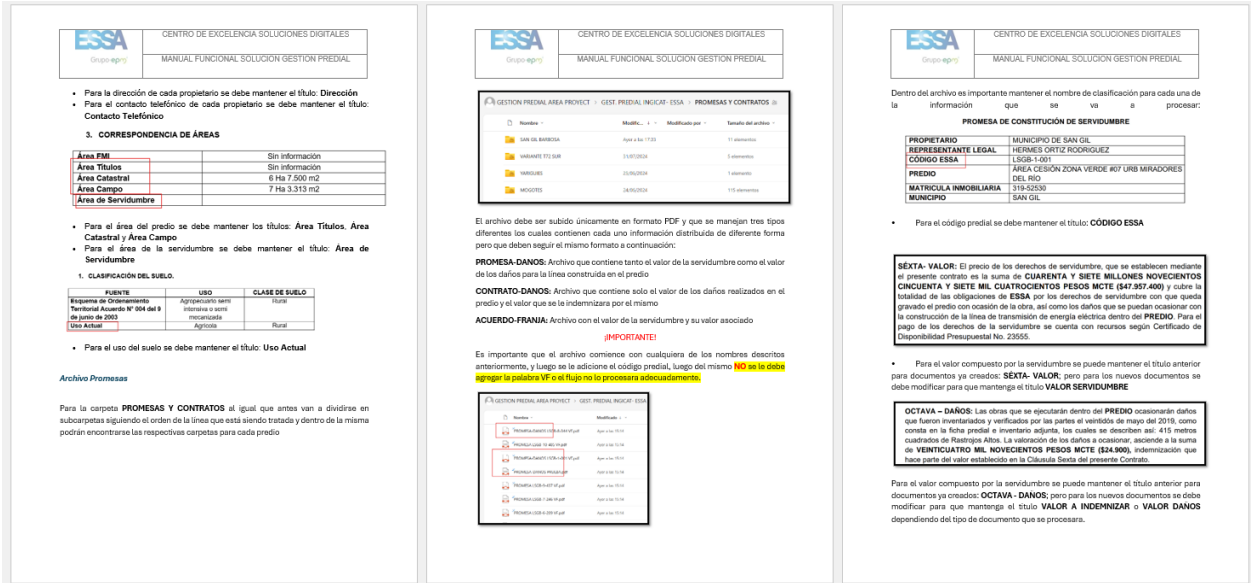


Fuente: Autor

Es importante señalar que la mayor parte del manual funcional se orienta hacia la última sección mencionada, dado que el procesamiento correspondiente es efectuado por los contratistas. Dichos procedimientos pueden apreciarse de manera detallada en la figura 39.

Figura 39.

Páginas del manual de usuario dedicada a los encargados de subir la información predial a las carpetas compartidas

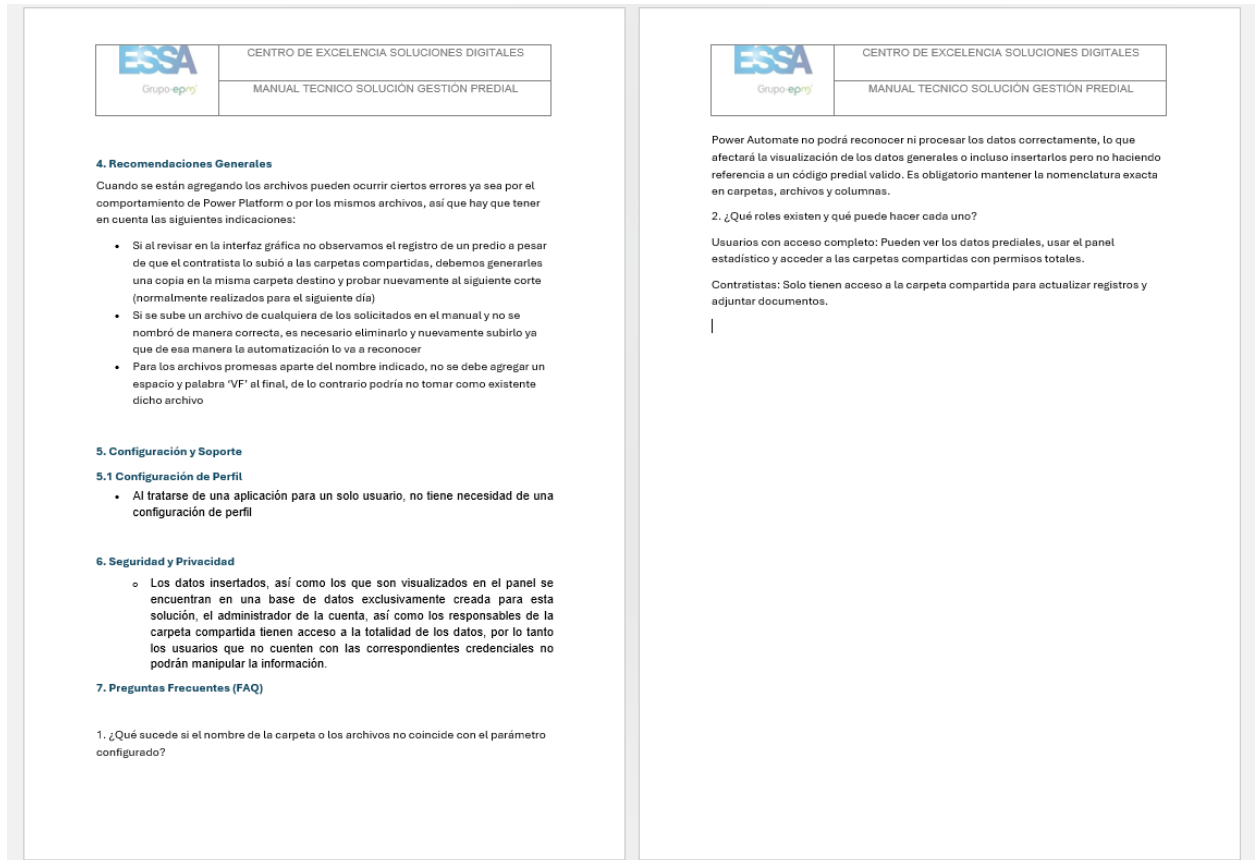


Fuente: Autor

Por su parte, el manual técnico está dirigido al equipo de soporte y contiene la explicación detallada de la arquitectura de la solución, la estructura de la base de datos, la configuración de los flujos de Power Automate y las pautas necesarias para realizar ajustes o mantenimientos futuros, como se ve en la figura 40. Con este documento, se busca asegurar que cualquier profesional autorizado pueda dar continuidad, escalar o modificar la solución sin afectar su funcionamiento.

Figura 40.

Páginas del manual técnico dado caso la solución falle.



Fuente: Autor

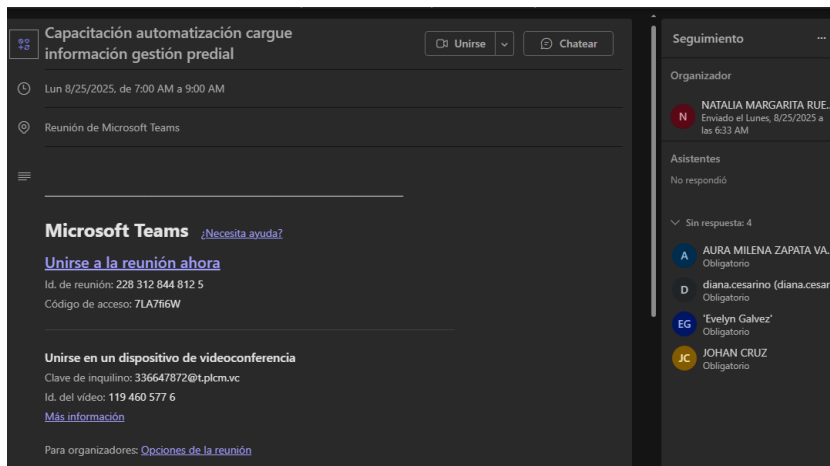
Por último, se llevó a cabo una reunión con los contratistas con el registro en la figura 41, quienes, al ser personal externo a la organización, son los responsables directos de enviar la información a las carpetas compartidas. Esta capacitación resultaba esencial, ya que debían conocer con claridad qué tipos de archivos debían manejar y la importancia de enviarlos de manera correcta, respetando los formatos y nomenclaturas establecidas.

Se destacó además que, en caso de que se presenten errores o inconsistencias en los archivos suministrados, el sistema cuenta con acciones específicas para detectar dichos fallos. En

tales situaciones, se notificará oportunamente al equipo predial y al área de soporte, garantizando así que los incidentes puedan resolverse sin afectar la continuidad del proceso de automatización.

Figura 41.

Captura de pantalla de la capacitación a los contratistas



Fuente: Autor

4.6.3 Estrategia de soporte y mantenimiento

Para la estrategia de soporte se contó con la participación del profesional previamente mencionado, Daniel Tequia, quien asumiría la responsabilidad de garantizar el correcto funcionamiento integral de la solución. Su labor comprendía la atención a la base de datos, la interfaz gráfica y los flujos automatizados en escritorio.

Este rol resultaba fundamental, dado que podían presentarse escenarios como la necesidad de implementar actualizaciones, fallos en el procesamiento de un nuevo tipo de documento o el incumplimiento de las pautas establecidas en el manual de usuario. Asimismo, se

consideró que el equipo predial podría requerir en el futuro actualizaciones de información no contempladas inicialmente, pero que con el tiempo resultarían esenciales para mantener la pertinencia y vigencia de la solución diseñada.

5. Conclusiones

Desarrollar una solución integral como la presentada significó un avance considerable en la gestión predial del área de Proyectos de ESSA, al permitir cumplir con los objetivos planteados y alcanzar resultados significativos tanto en el plano operativo como en el estratégico.

El mayor reconocimiento dentro del proyecto ha sido la automatización de procesos manuales, los cuales anteriormente demandaban una gran cantidad de tiempo y eran propensos a errores humanos. Con la implementación de flujos desatendidos en Power Automate, se redujo la carga mecánica sobre el equipo, permitiendo que los contratistas y el personal del área puedan enfocarse en actividades de mayor valor, como la verificación y el análisis de la información predial.

De igual manera, la estandarización de formatos y registros mejoró la calidad de los datos y redujo inconsistencias entre los distintos documentos procesados. La integración directa con la base de datos en SQL Server, sumada a la incorporación de validaciones mediante triggers, permitió consolidar información coherente y confiable, lo que se refleja en los resultados mostrados en la interfaz gráfica y en el panel estadístico.

Desde una perspectiva estratégica, este desarrollo ha fortalecido la toma de decisiones del área predial, al contar con un mapa coroplético interactivo y métricas actualizadas que reflejan en tiempo real el estado de negociación o imposición de cada predio, así como el avance en los pagos. Esta visualización centralizada otorga claridad sobre el progreso del proyecto y facilita la priorización de acciones críticas.

Adicionalmente, la solución respetó las políticas de seguridad de la organización, garantizando que el acceso a la información sea controlado y evitando riesgos de manipulación indebida. La capacitación a usuarios y contratistas, junto con la elaboración de manuales técnicos y de usuario, asegura la continuidad y sostenibilidad de la solución en el tiempo.

Finalmente, la centralización de la información predial en un formato estandarizado no solo facilita la visualización en Power BI, sino que sienta las bases para futuros proyectos del área, al permitir que los datos puedan ser reutilizados y escalados en nuevas iniciativas. Con este proyecto, ESSA cuenta con una herramienta confiable, eficiente y adaptable a las necesidades actuales y futuras de la gestión predial.

6. Recomendaciones

De acuerdo con lo desarrollado en este proyecto, se evidencian varias mejoras en los procesos prediales gestionados por la organización prestadora de servicios de electricidad. La principal ha sido la estandarización de la información, la cual reduce la pérdida de datos y, sobre todo, evita la duplicidad de esfuerzos al tener que buscar coincidencias en registros que ya habían sido capturados previamente.

Si bien gran parte de la información se integró exitosamente gracias a la automatización del procesamiento de documentos, se identifica como una oportunidad de mejora futura la implementación de una interfaz conectada directamente con los servidores de ESSA, que permita a los contratistas registrar la información de manera inmediata y sin pasar por documentos intermedios en Word o carpetas compartidas. Esto no solo optimizaría tiempos, sino que también aumentaría la trazabilidad y confiabilidad de los datos suministrados.

En cuanto a las métricas y visualizaciones, el uso de las herramientas de Power Platform resultó clave para materializar la solución en el corto plazo; sin embargo, también representó una limitación en términos de flexibilidad y personalización. En este sentido, se recomienda considerar en el futuro plataformas más abiertas que permitan un diseño aún más alineado con las necesidades de la organización.

Referencias Bibliográficas

- [1] Código Civil Colombiano. 1887. Consultado el 25 de abril de 2025.
- [2] Secretaría del Hábitat. (s.f.). Guía con recomendaciones para la gestión y adquisición predial. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.
- [3] Bermúdez Irreño, C. A. “RPA - Automatización Robótica de Procesos: Una Revisión de la Literatura.” Revista de Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información, vol. 8, no. 15, Jan. 2021, pp. 111–122. Revista URepublicana, <https://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/710>. Accedido el 25 de abril de 2025.
- [4] Pucha-Cofrep, F., et al. Fundamentos de SIG: Aplicaciones con ArcGIS. Ediloja Cia. Ltda., 2017.
- [5] Ministerio de Minas y Energía (Colombia). Resolución 90708 de 2013 – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Diario Oficial No. 48.963, 30 agosto 2013, <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-reetie/>.
- [6] ESSA S.A. E.S.P. Norma de Electrificación Rural - NTG-01. Grupo EPM, 2021, <https://www.essa.com.co/site/proveedores/normastecnicasvigentes>.
- [7] Microsoft Corporation. SQL Server 2022 Documentation. 2023, <https://learn.microsoft.com/es-es/sql/sql-server/what-is-sql-server?view=sql-server-ver16>.
- [8] Microsoft Corporation. Documentación Oficial de Power Apps. 2023, <https://learn.microsoft.com/es-es/power-apps/>.
- [9] Microsoft Corporation. Documentación Oficial de Power Automate. 2023, <https://learn.microsoft.com/es-es/power-automate/>.

- [10] Microsoft Corporation. Documentación Oficial de Power BI. 2023, <https://learn.microsoft.com/es-es/power-bi/> .
- [11] Electrificadora de Santander S.A. E.S.P. Quiénes somos. (s. f.). <https://www.essa.com.co/site/informacion-corporativa/quienes-somos#Estructura-organizacional-383> .
- [12] El modelo en cascada en el desarrollo de software. (2019, 11 marzo). IONOS Digital Guide. <https://www.ionos.com/es-us/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/el-modelo-en-cascada/>