



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**Automatización del proceso de generación de carátulas para expedientes ante la
Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios en Interaseo S.A.S.**

Duverney Ardila Cano

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Industrial

Semestre de Industria

Asesor

Miguel Angel Arroyave Guerrero

Docente, Departamento de Ingeniería Industrial

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Medellín

2026



Cita

(Ardila Cano, 2026)

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Ardila Cano, D (2025). “Automatización del proceso de generación de carátulas para expedientes ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios en Interaseo S.A.S”, Trabajo de grado profesional, Ingeniería Industrial Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

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

Tabla de contenido

Tabla de contenido	3
Índice de figuras	5
Índice de tablas.....	6
Siglas, acrónimos y abreviaturas.....	7
Resumen	8
Abstract.....	9
1. Introducción	10
2. Objetivos.....	12
2.1 Objetivo general.....	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
3. Marco teórico	13
3.1 Gestión por procesos, variabilidad y estandarización en tareas administrativas.....	13
3.2 Automatización documental: evolución, variantes y métodos	13
3.3 RPA: concepto, evolución y criterios de aplicabilidad.....	14
3.4 Trazabilidad, control y evidencia en procesos documentales regulados	15
3.5 Medición del desempeño: tiempos, productividad y calidad	15
3.6 CRISP-DM como marco metodológico adaptado.....	16
3.7 Síntesis: sustento teórico de la solución implementada.....	16
4. Metodología	18
4.1 Técnicas e instrumentos	19
5. Análisis de resultados	20
5.1 Caracterización del proceso manual	20
5.1 Fuentes de información y campos requeridos.....	23

5.4 Implementación de la herramienta RPA	24
Estructura general del flujo automatizado	25
Extracción y validación de datos desde resoluciones PDF	25
Generación de la carátula y ajuste del formato.....	26
Trazabilidad, control y reporte por lote.....	27
Retos técnicos abordados.....	28
5.5 Evaluación de desempeño: tiempo, productividad y calidad	28
6. Conclusiones y recomendaciones	31
Recomendaciones.....	32
Referencias	33
Anexos	34
Anexo A. Instructivo de uso de CaratulasBOT.....	34
Anexo B. Evidencia de ejecuciones por lote.....	34
Anexo C. Archivo de trazabilidad log_procesamiento.csv	35

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama del proceso manual de generación de carátulas.....	21
Figura 2. Diagrama de Ishikawa del proceso manual de carátulas.	22
Figura 3. Flujo principal de procesamiento de resoluciones en el RPA.	25
Figura 4. Función de extracción de datos desde la resolución PDF.	26
<i>Figura 5. Escritura de campos sobre la plantilla oficial de carátula.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 6. Registro de trazabilidad por documento en archivo CSV.</i>	<i>27</i>
Figura 7. Instructivo de uso de CaratulasBOT	34
Figura 8. Resumen de ejecuciones de CaratulasBOT (lotes: 136, 200, 300, 400 y 475).	35
Figura 9. Ejemplo de registro del archivo log_procesamiento.csv (vista en Excel).	36
Figura 10 Poster	36

Índice de tablas

Tabla 1. Metadata de los campos clave requeridos para la generación de carátulas 24

Tabla 2. Comparación de desempeño del proceso: manual vs automatizado (lotes medidos). 29

Siglas, acrónimos y abreviaturas

APA: American Psychological Association

CRISP-DM: Cross-Industry Standard Process for Data Mining

PDF: Portable Document Format

RPA: Robotic Process Automation

SSPD: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

UdeA: Universidad de Antioquia

Resumen

En el equipo de Experiencia del Cliente de Interaseo S.A.S., la elaboración de carátulas para expedientes exigidos por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios se realizaba de forma manual a partir de datos extraídos de resoluciones en PDF y otras fuentes internas. Este procedimiento era repetitivo, consumía en promedio entre 1 y 2 minutos por carátula y presentaba riesgo de errores de digitación, lo que generaba reprocesos y demoras.

En esta práctica empresarial se desarrolló una herramienta de automatización tipo RPA, basada en Python, que leyó resoluciones en PDF, extrajo campos clave (número y fecha de resolución, suscriptor y dirección) y generó carátulas en PDF de manera masiva y estandarizada. En una ejecución real se procesaron 475 resoluciones y se generaron 475 carátulas en 159.27 s (≈ 2.65 min), sin errores de datos ni duplicados reportados por la aplicación.

Comparado con el tiempo manual estimado para el mismo lote (712.5 min, con base en 1,5 min por carátula), el proceso automatizado redujo el tiempo total en 99.63% e incrementó la productividad en aproximadamente 268 $\times$. En otros lotes medidos (136, 200, 300 y 400 carátulas) la reducción de tiempo se mantuvo por encima de 99,6%.

Los tiempos pudieron variar entre corridas por condiciones del equipo y por factores del entorno (por ejemplo, sincronización de carpetas o carga del sistema), por lo que se recomendó mantener registro de métricas por lote y un muestreo de validación.

Palabras clave: automatización, RPA, carátulas, Superservicios, Python, gestión documental, CRISP-DM.

Abstract

Within the Customer Experience team at Interaseo S.A.S., the preparation of cover sheets for case files required by the Superintendence of Residential Public Services was previously performed manually using data extracted from PDF resolutions and internal sources. This repetitive task typically took 1–2 minutes per cover sheet and was prone to typing errors, leading to rework and delays.

During this internship, a Python-based Robotic Process Automation (RPA) tool was developed to read PDF resolutions, extract key fields (resolution number and date, subscriber ID, and address), and generate standardized cover sheets in PDF format at scale. In a real execution, the tool processed 475 resolutions and generated 475 cover sheets in 159.27 s (≈ 2.65 min), with no data errors or duplicates reported by the application.

Compared to the estimated manual time for the same workload (712.5 min, assuming 1.5 minutes per cover sheet), automation reduced total processing time by 99.63% and increased productivity by approximately 268 $\times$.

The results showed substantial efficiency gains and reduced error risk, while also highlighting runtime variability across runs due to workstation conditions and operational environment factors.

Keywords: automation, RPA, cover sheets, document management, CRISP-DM.

1. Introducción

Interaseo S.A.S. es una empresa prestadora de servicios públicos, cuyo portafolio se enfoca principalmente en la gestión integral de residuos sólidos, incluyendo actividades como la recolección, transporte, barrido y limpieza de áreas públicas, aprovechamiento, disposición final y servicios complementarios asociados a la gestión ambiental urbana. La empresa opera principalmente en Colombia, con cobertura en más de 70 municipios a nivel nacional, y cuenta además con presencia en otros países de América Latina como Chile, Perú, Panamá, El Salvador y Honduras, lo que evidencia una operación de gran escala y con altos volúmenes de información y procesos administrativos asociados.

En el marco de esta operación, Interaseo S.A.S. gestiona de manera permanente trámites administrativos y regulatorios relacionados con la atención a usuarios y con el cumplimiento de requerimientos ante entidades de control, en particular ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). Estas actividades son atendidas principalmente por el equipo de Experiencia del Cliente, el cual es responsable de recibir, analizar y dar respuesta a los requerimientos interpuestos por los usuarios, garantizando el cumplimiento de los procedimientos internos y de la normativa aplicable.

Dentro de los trámites gestionados por este equipo se encuentran, entre otros, los recursos interpuestos por usuarios para la terminación de contrato, los cuales deben ser atendidos bajo procedimientos formales y documentados, siguiendo formatos y lineamientos establecidos. Para la gestión de estos trámites, el equipo de Experiencia del Cliente consolida expedientes digitales que agrupan toda la información asociada a cada caso.

Dichos expedientes se estructuran como archivos en formato PDF y están conformados por varios documentos, tales como la resolución administrativa, comunicaciones con el usuario, soportes adicionales y una carátula oficial. Esta carátula cumple un rol fundamental, ya que resume y organiza la información clave del expediente, incluyendo datos del suscriptor, número y fecha de la resolución, dirección del predio y demás campos requeridos por la normativa vigente. La correcta elaboración de la carátula resulta crítica, pues permite identificar el expediente de forma clara, facilita su trazabilidad y asegura la consistencia de la información presentada ante los entes de control.

Previo al desarrollo del presente proyecto, la elaboración de estas carátulas se realizaba de forma manual por parte del analista asignado dentro del equipo de Experiencia del Cliente. El procedimiento consistía en abrir cada resolución en formato PDF, la cual correspondía a un documento administrativo generado para cada caso particular asociado a un usuario o a un inmueble específico. A partir de este documento, el analista debía ubicar visualmente los campos relevantes dentro de la resolución, transcribir la información en una plantilla establecida y finalmente exportar la carátula resultante en formato PDF para incorporarla al expediente digital. Este procedimiento, aunque funcional, presentaba varias limitaciones: era repetitivo, demandaba un tiempo considerable por cada expediente y dependía en gran medida de la atención y experiencia del analista, lo que incrementaba el riesgo de errores de digitación, omisiones o inconsistencias en los datos. Estas situaciones podían derivar en reprocesos internos, observaciones por parte de entes de control o retrasos en la atención de los trámites.

La problemática se acentuaba en escenarios de alta demanda, donde el equipo de Experiencia del Cliente debía procesar lotes numerosos de expedientes en tiempos reducidos. En estos casos, el proceso manual mostraba una variabilidad significativa en los tiempos de ejecución, pudiendo tomar entre uno y tres minutos por carátula, dependiendo de la complejidad del documento y de las condiciones operativas. Esta variabilidad limitaba la capacidad del equipo para responder oportunamente, afectaba la productividad del área y dificultaba la estandarización del proceso.

Ante este contexto, el proyecto se enfocó en la automatización del proceso de generación de carátulas mediante el desarrollo e implementación de una herramienta de automatización orientada al usuario final, bajo un enfoque de automatización robótica de procesos (RPA). La solución se diseñó para operar sobre resoluciones en formato PDF estandarizado, extraer automáticamente los campos requeridos mediante reglas definidas, diligenciar la carátula oficial y generar los archivos finales de forma masiva, incorporando además mecanismos de validación y trazabilidad del proceso.

El resultado más relevante del proyecto se evidenció en las pruebas de ejecución realizadas con lotes reales de resoluciones. En una de las ejecuciones representativas, correspondiente a un lote de 475 resoluciones, la herramienta automatizada completó la generación de todas las carátulas en 159.27 segundos (aproximadamente 2.65 minutos), sin reportar errores en los datos ni registros duplicados. En contraste, el procesamiento manual de un lote equivalente, considerando un tiempo promedio variable entre 90 y 180 segundos por carátula, habría requerido entre 42,750 y 85,500 segundos, es decir, entre 11.9 y 23.8 horas de trabajo. Esto representó una reducción estimada del tiempo total del proceso superior al 99%, evidenciando una mejora sustancial en términos de eficiencia operativa y capacidad de respuesta del equipo.

Además de la reducción de tiempos, la solución automatizada aportó beneficios cualitativos relevantes, como la estandarización del diligenciamiento, la disminución del riesgo de error humano, la generación de registros de ejecución para auditoría y la posibilidad de que el equipo de Experiencia del Cliente pueda atender picos de demanda sin incrementar proporcionalmente la carga operativa. Estos resultados posicionan la automatización como una alternativa viable y escalable para la gestión documental asociada a trámites regulatorios en una empresa de la magnitud de Interaseo S.A.S.

En este sentido, el presente informe documenta el desarrollo y los resultados del proyecto, abordando inicialmente el marco teórico que sustenta la automatización de procesos y la gestión documental, seguido de la metodología empleada para el diseño e implementación de la solución, el análisis de los resultados obtenidos y, finalmente, las conclusiones y recomendaciones derivadas de la experiencia. De esta manera, el documento se presenta como un trabajo autocontenido que permite comprender el contexto, la problemática abordada, la solución implementada y su impacto en el proceso analizado.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Implementar una herramienta de automatización tipo RPA en Python que generara carátulas en formato PDF para expedientes ante la SSPD, con el fin de reducir tiempos de elaboración y disminuir el riesgo de errores del proceso manual.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el proceso manual de generación de carátulas del equipo de Experiencia del Cliente, identificando actores, etapas, tiempos y puntos críticos, con el fin de establecer los requerimientos funcionales de automatización.
- Analizar la información contenida en las resoluciones administrativas y el formato oficial de carátulas, identificando los campos variables y las reglas necesarias para su extracción, validación y estandarización.
- Implementar una herramienta de automatización robótica de procesos (RPA) en Python para la generación masiva de carátulas en formato PDF a partir de resoluciones administrativas.
- Evaluar el desempeño del proceso automatizado frente al proceso manual mediante indicadores de tiempo, productividad y calidad de la información, con el fin de cuantificar los beneficios obtenidos.
- Documentar la solución desarrollada mediante la elaboración de un instructivo de uso y material de apoyo, con el propósito de facilitar su utilización por parte del equipo de Experiencia del Cliente.

3. Marco teórico

La automatización del proceso de generación de carátulas se enmarca en la intersección entre la gestión por procesos, la mejora continua, la automatización documental y la automatización robótica de procesos (RPA). En organizaciones con operación a gran escala y con obligaciones regulatorias, la gestión documental no es un elemento accesorio: se convierte en un componente esencial para la trazabilidad, la consistencia de la información y la oportunidad en las respuestas, especialmente cuando los casos se consolidan en expedientes que deben cumplir requisitos formales. Desde este enfoque, el marco teórico no solo describe definiciones, sino que contextualiza el problema y explica por qué ciertas alternativas (p. ej., RPA basada en reglas) resultan apropiadas para un proceso estandarizado que transforma documentos fuente (resoluciones en PDF) en salidas oficiales (carátulas) con criterios de calidad y control.

3.1 Gestión por procesos, variabilidad y estandarización en tareas administrativas

La gestión por procesos se centra en comprender una organización como un conjunto de procesos interrelacionados que transforman entradas en salidas, con el propósito de controlar desempeño, calidad y mejora. En procesos administrativos repetitivos, las variaciones en tiempos y resultados suelen originarse en diferencias de criterio, fatiga, carga operativa, interrupciones, múltiples ventanas/sistemas y transcripción manual de información. Estas fuentes de variabilidad tienden a aumentar cuando el volumen crece, generando efectos acumulados: mayor tiempo total de ciclo, mayor probabilidad de errores y mayor reproceso.

La estandarización es un mecanismo clásico para reducir esa variabilidad, ya que define de manera explícita qué debe hacerse, cómo y con qué criterios de aceptación. En enfoques de calidad, el “proceso” se gestiona y mejora mediante ciclos sistemáticos como PDCA (Plan–Do–Check–Act). En este sentido, ISO describe el enfoque por procesos y el ciclo de mejora continua como una forma de mejorar el desempeño, integrando procesos y reduciendo riesgos en la ejecución. En tareas administrativas con alta repetitividad, la estandarización es, además, un habilitador directo de automatización: al fijar reglas y pasos estables, se reduce la ambigüedad y se facilita la transferencia de la ejecución desde el humano hacia un sistema.

Aplicado al contexto del proyecto, la elaboración manual de carátulas es un ejemplo de actividad administrativa repetitiva basada en reglas: la resolución contiene campos definidos y la carátula exige esos mismos campos en un formato oficial. Por tanto, la discusión teórica de estandarización y control de variabilidad permite interpretar la automatización no solo como “hacerlo más rápido”, sino como una estrategia de control del proceso, disminuyendo dispersión, reduciendo reproceso y fortaleciendo consistencia en expedientes.

3.2 Automatización documental: evolución, variantes y métodos

La automatización documental estudia cómo convertir documentos en información procesable y cómo producir documentos de salida consistentes. Su evolución se relaciona con la transición desde repositorios físicos hacia expedientes digitales, y desde la digitación manual hacia métodos de extracción automática.

En términos de variantes, la automatización documental depende en gran medida del tipo de documento fuente y de su estabilidad:

- Documentos digitales estandarizados (PDF con texto seleccionable y estructura estable): permiten extracción por reglas con alta precisión.
- Documentos escaneados o con baja calidad (imagen): suelen requerir OCR, y la extracción se vuelve más incierta, sensible a ruido y formato.
- Documentos no estandarizados (alta variabilidad de formato o redacción): pueden requerir métodos más complejos, como modelos de lenguaje, clasificación o extracción con aprendizaje automático, aumentando el esfuerzo de implementación y validación.

En el proceso analizado, el documento fuente corresponde a una resolución en PDF estandarizada asociada al trámite de recurso para terminación de contrato. Esta condición es relevante teóricamente porque define el “espacio de solución”: cuando la estructura se conserva, la extracción basada en reglas (por ejemplo, patrones de texto, ubicación lógica de campos en cabecera/cuerpo) se convierte en un método robusto y con menores requerimientos de entrenamiento que alternativas como OCR o modelos de aprendizaje.

En cuanto a métodos, la automatización documental suele combinar tres componentes:

1. Extracción: localizar y obtener los datos relevantes (campos).
2. Transformación/normalización: convertir los datos a formatos consistentes (por ejemplo, normalizar fecha en español a formato numérico).
3. Generación y control: producir la salida (documento oficial) y registrar evidencias (log, auditoría, consistencia).

En esta perspectiva, el proyecto implementó un pipeline documental: resolución (entrada) → extracción/validación → carátula PDF (salida) → registro (trazabilidad). El marco teórico sustenta por qué un pipeline así reduce errores: porque reemplaza transcripción manual por reglas verificables, introduce validaciones mínimas antes de generar salida, y conserva evidencia de ejecución.

3.3 RPA: concepto, evolución y criterios de aplicabilidad

La Automatización Robótica de Procesos (RPA) se define como el uso de “robots” de software capaces de ejecutar tareas repetitivas basadas en reglas, imitando acciones humanas sobre sistemas digitales (por ejemplo, mover datos, llenar formularios, generar documentos). En divulgación industrial, RPA se describe como una tecnología orientada a automatizar tareas repetitivas y basadas en reglas, replicando acciones humanas en sistemas digitales para trabajar con rapidez y consistencia.

Desde el punto de vista teórico, RPA se ubica como una alternativa intermedia entre:

- automatización “ligera” (macros o scripts personales), y
- automatización “pesada” (integraciones profundas entre sistemas empresariales, cambios estructurales de arquitectura o BPM completo).

Su adopción es especialmente adecuada cuando se cumplen criterios como:

- alto volumen,
- alta repetitividad,
- reglas claras,
- entradas relativamente estructuradas,
- necesidad de rapidez sin modificar sistemas núcleo.

En procesos administrativos regulados y documentales, además, RPA se valora por su capacidad de producir salidas consistentes y dejar trazabilidad (si se diseña con logs y validaciones). Este punto es clave: si bien automatizar reduce tiempos, en ambientes regulados también debe garantizar control, evidencia y posibilidad de auditoría. En otras palabras, la RPA no solo “hace rápido”, sino que puede estandarizar y controlar si se acompaña de mecanismos de registro y verificación.

En el caso de las carátulas, la tarea era esencialmente transformacional: trasladar información desde una resolución (documento fuente) hacia una carátula (formato oficial) siguiendo reglas de diligenciamiento. En términos teóricos, es un caso típico de automatización RPA basada en reglas, pues la lógica de extracción y diligenciamiento es determinística (o altamente controlable) si el documento fuente conserva estructura.

3.4 Trazabilidad, control y evidencia en procesos documentales regulados

Un componente frecuentemente subestimado en automatizaciones administrativas es la trazabilidad. En contextos donde el resultado se incorpora a un expediente asociado a un trámite ante un ente de control, es fundamental responder preguntas como: ¿qué documentos se procesaron?, ¿cuáles salieron bien?, ¿cuáles fallaron?, ¿cuándo ocurrió?, ¿qué campo estaba incompleto? y ¿qué archivo se generó?

ISO plantea beneficios del enfoque por procesos y la mejora continua en términos de mejor comprensión, definición e integración de procesos, así como gestión sistemática de planificación, implementación, verificación y mejora (PDCA). En automatización documental, esa “verificación” y “control” se materializa mediante instrumentos como registros de ejecución (logs), reportes por lote, y criterios mínimos de validación antes de emitir un documento final.

Así, el log no es un “extra” de implementación, sino un mecanismo teórico de control de calidad: convierte un proceso automatizado en un proceso auditable. En proyectos con impacto operacional, la trazabilidad facilita mejora continua (identificar fallas recurrentes), control operativo (seguimiento de lotes) y soporte (diagnóstico de casos puntuales).

3.5 Medición del desempeño: tiempos, productividad y calidad

Desde la teoría de mejora de procesos, el impacto de una automatización se evidencia mediante indicadores comparables. En este proyecto, la comparación entre el método manual y el automatizado se sustentó principalmente en:

- Tiempo total por lote: cuánto tarda un conjunto de casos en procesarse.
- Productividad: cuántas carátulas se generan por unidad de tiempo.
- Calidad: número de errores reportados y necesidad de reproceso.

Una precaución teórica importante es reconocer que el proceso manual no es una constante: su tiempo puede variar por complejidad del caso, interrupciones, carga operativa, desempeño individual o retrabajo. Por lo tanto, la comparación debe reportar supuestos y rangos (por ejemplo, 90–180 segundos por carátula) y explicar por qué esa variabilidad es esperable. Bajo esta lógica, el valor de la automatización se interpreta tanto por reducción del tiempo promedio como por reducción de la variabilidad y la exposición a error.

En procesos de alto volumen, pequeñas diferencias por unidad se amplifican a escala de lote. Así, la teoría de productividad apoya la idea de automatizar tareas repetitivas para liberar capacidad humana hacia actividades de mayor juicio: revisión de casos excepcionales, control de calidad, análisis de requerimientos, seguimiento a trámites o mejora del proceso.

3.6 CRISP-DM como marco metodológico adaptado

Aunque CRISP-DM surge como metodología para minería de datos, su valor conceptual se basa en organizar el trabajo en fases: comprender el negocio, comprender/entender los datos, construir un “modelo” (en sentido amplio), evaluar y desplegar. Shearer presenta CRISP-DM como un modelo de referencia para estructurar proyectos con lógica de etapas, reconociendo su adopción extendida como guía de trabajo.

En este proyecto, CRISP-DM se aplicó de forma adaptada, porque el resultado no fue un modelo predictivo sino una solución RPA para automatización documental. Sin embargo, su estructura fue útil para garantizar coherencia técnica:

- Comprensión del negocio: caracterizar el proceso y el problema (tiempos, variabilidad, errores, requerimientos).
- Comprensión/preparación del documento fuente: identificar campos, estructura del PDF estándar, reglas de extracción y normalización.
- Construcción (modelado como automatización): implementar el pipeline y su control.
- Evaluación: medir desempeño con evidencia real por lotes.
- Despliegue: empaquetar solución para usuario final y documentar su uso.

Este encuadre metodológico es consistente con una visión de ingeniería aplicada: parte del contexto del proceso, define reglas y mecanismos de control, construye una solución, la valida con métricas y luego la deja lista para adopción.

3.7 Síntesis: sustento teórico de la solución implementada

A partir de lo anterior, el marco teórico sustenta la lógica de la solución: en un proceso administrativo repetitivo, basado en reglas y con documento fuente estandarizado, la automatización mediante RPA y extracción por reglas es una respuesta técnicamente adecuada.

La gestión por procesos y la mejora continua justifican la necesidad de reducir variabilidad y controlar calidad; la automatización documental explica el pipeline extracción–transformación–generación; la RPA describe el enfoque orientado a usuario final; y la trazabilidad mediante logs se enmarca como un requisito de control y auditabilidad en trámites documentales. Finalmente, CRISP-DM aporta una estructura por fases que guía el trabajo desde el entendimiento del problema hasta la evaluación y el despliegue, facilitando un hilo conductor coherente para presentar resultados y conclusiones.

4. Metodología

El desarrollo del proyecto se estructuró a partir de una adaptación del modelo CRISP-DM, empleándolo como un marco de referencia para organizar el trabajo por etapas metodológicas. En este sentido, CRISP-DM permitió ordenar el proceso de desarrollo de la solución, seleccionando únicamente aquellas fases que resultaron pertinentes para un proyecto de automatización documental, en coherencia con los objetivos planteados.

La primera etapa correspondió a la comprensión del negocio, orientada a cumplir el objetivo de caracterizar el proceso manual de generación de carátulas. En esta fase se analizó el contexto operativo del área de Experiencia del Cliente, se identificaron los actores involucrados, las etapas del proceso, los tiempos aproximados de ejecución y los principales puntos de falla. Como resultado de esta etapa se obtuvo una descripción estructurada del proceso manual y la identificación de causas críticas que justificaron la necesidad de automatización, insumos que posteriormente se reflejaron en el análisis del proceso y en el diagrama de Ishikawa presentado en la sección de resultados.

La segunda etapa fue la comprensión y preparación de la información, asociada al objetivo de analizar las fuentes de información y los campos requeridos por el formato oficial de carátulas. En esta fase se examinó la estructura de las resoluciones administrativas en formato PDF utilizadas en el trámite de terminación de contrato, se identificaron los campos variables relevantes y se definieron las reglas básicas para su extracción, validación y estandarización. El principal producto de esta etapa fue la definición del conjunto de datos a extraer y su correspondencia con el formato oficial, lo cual sirvió de base para el diseño de las reglas implementadas posteriormente en la herramienta automatizada.

La tercera etapa correspondió a la construcción o modelado, entendida en este proyecto como la implementación de la automatización. En esta fase se desarrolló la herramienta RPA en Python para la generación masiva de carátulas en PDF, integrando los mecanismos de extracción de información desde las resoluciones, la aplicación de reglas de validación y la generación de los documentos finales conforme al formato oficial. Como resultado de esta etapa se obtuvo un aplicativo funcional capaz de procesar lotes de resoluciones y generar automáticamente las carátulas correspondientes, incorporando además controles básicos para evitar duplicados y errores en los datos.

Posteriormente, se desarrolló la etapa de evaluación, alineada con el objetivo de evaluar el desempeño del proceso automatizado frente al proceso manual. En esta fase se realizaron ejecuciones de prueba con diferentes tamaños de lote, se midieron los tiempos de procesamiento, se verificó la calidad de la información generada y se compararon los resultados con estimaciones del proceso manual. Los productos de esta etapa incluyeron los registros de ejecución por lote y los indicadores de desempeño que permitieron cuantificar los beneficios de la automatización en términos de tiempo, productividad y reducción de errores.

Finalmente, se abordó la etapa de despliegue, enfocada en facilitar la adopción operativa de la solución desarrollada. En esta fase se preparó la herramienta para su uso por parte del equipo de Experiencia del Cliente y se elaboró la documentación de apoyo necesaria, incluyendo un

instructivo de uso del aplicativo y un video demostrativo que muestra la ejecución del modelo y su funcionamiento general. Como resultado, se obtuvo una solución lista para ser utilizada en el entorno operativo, acompañada de material que facilita su comprensión y correcta utilización por parte de los usuarios finales.

En conjunto, esta organización metodológica permitió asegurar la coherencia entre los objetivos planteados, las actividades desarrolladas y los resultados obtenidos, y proporcionó un hilo conductor claro que facilita la presentación y análisis de los resultados del proyecto en las secciones posteriores.

4.1 Técnicas e instrumentos

Se utilizaron: entrevistas cortas y revisión documental para comprender el proceso; extracción de texto desde PDFs mediante librerías de Python; reglas basadas en patrones y expresiones regulares para identificar campos; generación de documentos y conversión a PDF; y registro de métricas por lote en un archivo de trazabilidad (log) para análisis de resultados.

5. Análisis de resultados

Los resultados se presentan siguiendo el hilo conductor de los objetivos específicos y de las fases metodológicas empleadas. Cada subsección cierra con un análisis breve que aporta interpretación y recomendaciones.

5.1 Caracterización del proceso manual

El proceso manual de generación de carátulas se desarrollaba en el área de Experiencia del Cliente como parte de la gestión de trámites asociados a recursos interpuestos por los usuarios, particularmente en los casos de terminación de contrato. Para cada trámite se genera una resolución administrativa en formato PDF, correspondiente a un usuario o inmueble específico, la cual debía ser incorporada a un expediente digital junto con otros documentos de soporte. Dentro de este expediente, la carátula cumplía la función de organizar y resumir la información clave del caso, siguiendo un formato oficial previamente establecido.

El flujo manual iniciaba cuando el analista del equipo de Experiencia del Cliente recibía o identificaba el conjunto de resoluciones a procesar. Cada resolución debía ser abierta de manera individual en formato PDF, lo que implicaba un primer paso de localización y carga del archivo. Una vez abierta la resolución, el analista procedía a identificar visualmente los campos requeridos para el diligenciamiento de la carátula, tales como el número y la fecha de la resolución, los datos del suscriptor y la dirección del inmueble, los cuales se encontraban distribuidos en secciones específicas del documento.

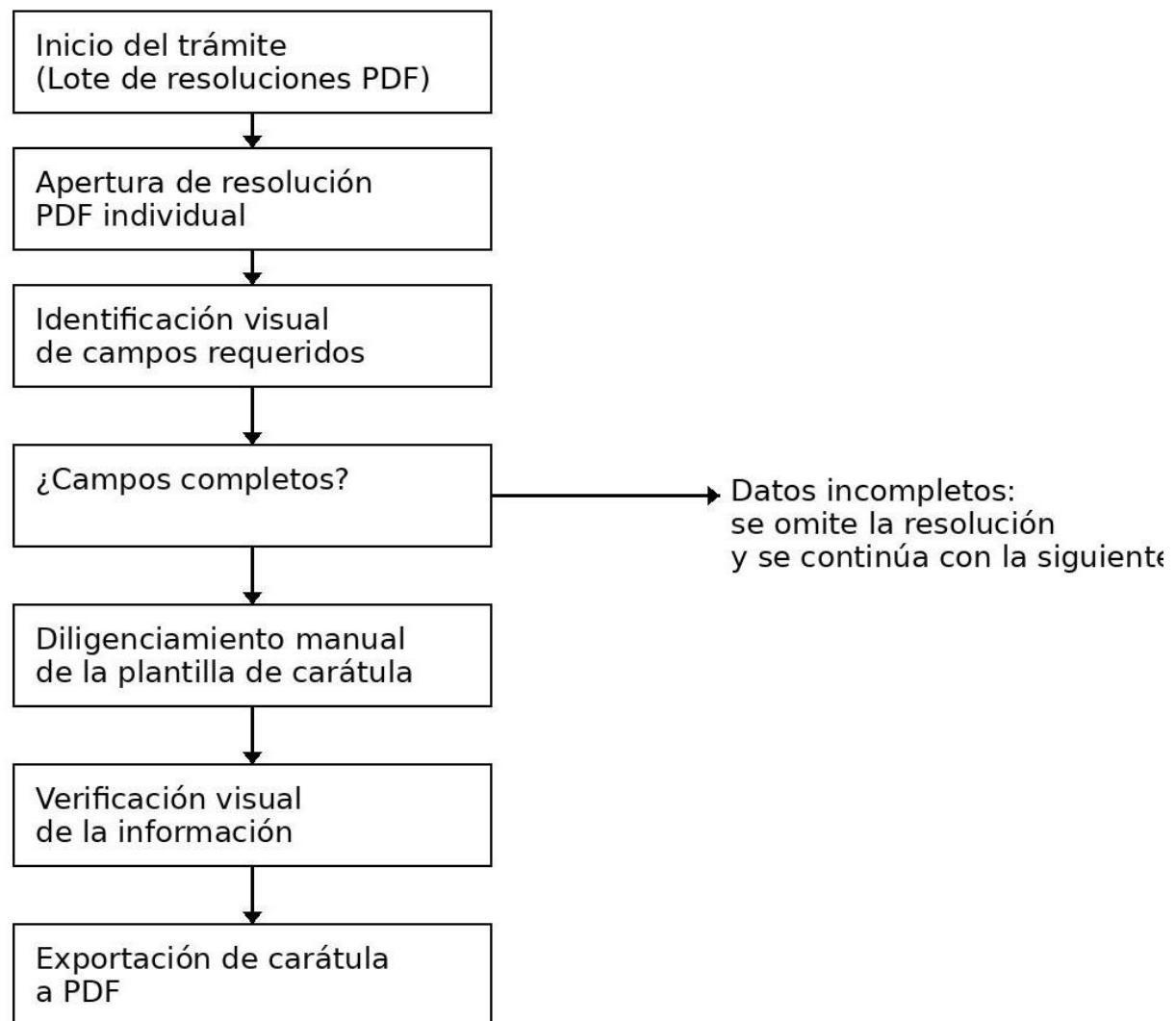
Posteriormente, la información identificada en la resolución era transcrita manualmente en la plantilla oficial de la carátula. Este diligenciamiento requería alternar de forma constante entre el archivo PDF de la resolución y el documento de la plantilla, incrementando la carga operativa del analista y la posibilidad de errores de digitación u omisiones. Una vez completado el diligenciamiento, se realizaba una verificación visual de la información consignada, comparando nuevamente la plantilla con la resolución original para asegurar la correspondencia de los datos.

Finalmente, la carátula diligenciada se exportaba a formato PDF y se incorporaba al expediente digital correspondiente. Este procedimiento debía repetirse de manera secuencial para cada resolución del lote, sin apoyo de herramientas automáticas que asistieran la extracción, validación o control de la información.

En términos de desempeño, el tiempo de ejecución del proceso manual se ubicaba típicamente entre dos y tres minutos por carátula. Dado que las resoluciones utilizadas en este trámite presentan una estructura estandarizada y homogénea, esta variabilidad no dependía de la complejidad del documento, sino principalmente de la habilidad, experiencia y ritmo de trabajo del analista encargado de realizar el diligenciamiento. En escenarios de alto volumen, esta característica limitaba la capacidad operativa del área y generaba una acumulación significativa de tiempo total requerido para procesar los expedientes.

Con el fin de representar de manera estructurada este flujo, se elaboró un diagrama básico del proceso manual, en el cual se sintetizan las principales etapas: recepción del lote de resoluciones, apertura del archivo PDF individual, identificación visual de campos, diligenciamiento manual de la plantilla de carátula, verificación visual de la información, exportación de la carátula a formato PDF. Este diagrama permite visualizar de forma clara la secuencia de actividades y evidenciar la dependencia del proceso respecto a la intervención manual en cada una de sus etapas.

Figura 1. Diagrama del proceso manual de generación de carátulas.

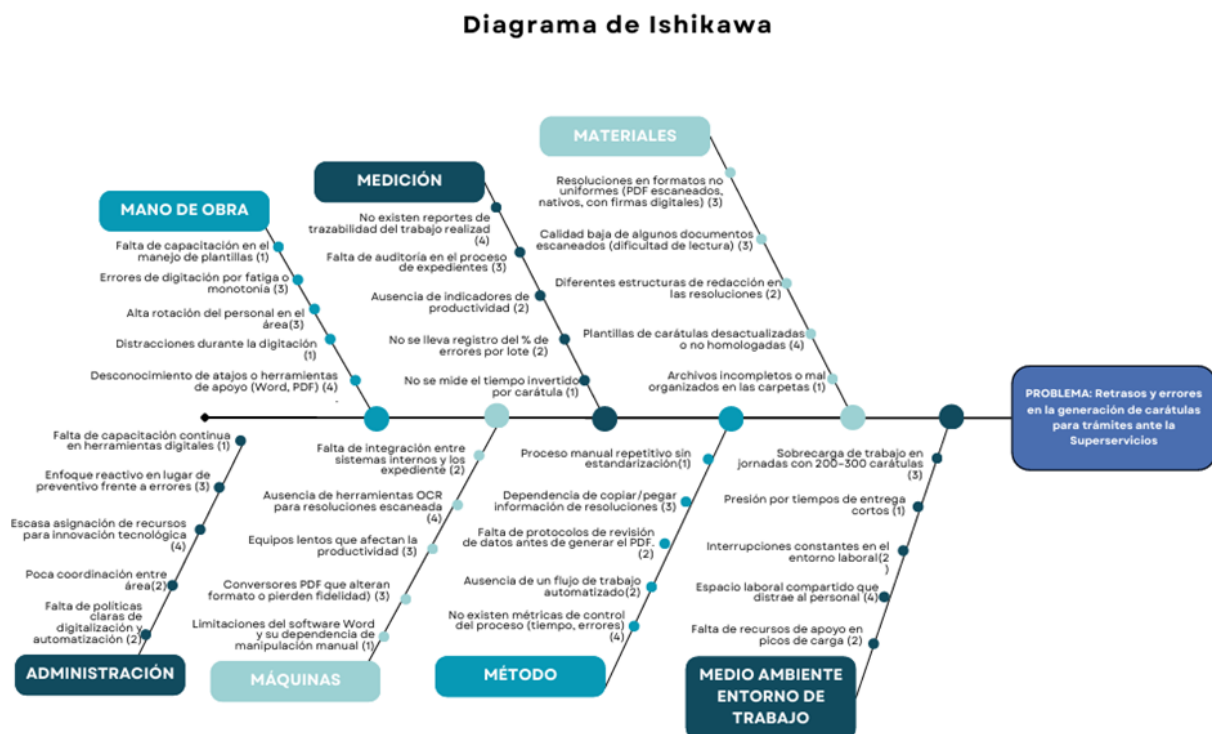


El análisis del proceso manual evidenció la presencia de varios puntos críticos. En primer lugar, la identificación visual de los campos dentro del PDF constituía una actividad repetitiva y

susceptible a errores, especialmente cuando se procesaban grandes volúmenes de documentos. En segundo lugar, la transcripción manual de la información introducía variabilidad en los tiempos de ejecución y aumentaba el riesgo de inconsistencias en los datos. Finalmente, la ausencia de mecanismos automáticos de validación y trazabilidad dificultaba el seguimiento del desempeño del proceso y la detección sistemática de errores.

A partir de esta caracterización detallada del proceso manual, se procedió a realizar un análisis de causas mediante un diagrama causa–efecto (Ishikawa), con el propósito de identificar y agrupar los factores que contribuían al alto tiempo de ciclo y a la ocurrencia de errores, proporcionando una base estructurada para el diseño de la solución automatizada.

Figura 2. Diagrama de Ishikawa del proceso manual de carátulas.



Análisis resumido del Ishikawa (hallazgos más relevantes):

- Mano de obra: Se identificaron errores de digitación asociados a carga operativa, fatiga y variabilidad en la forma de diligenciar. También se evidenció dependencia de experiencia del analista para encontrar campos en resoluciones heterogéneas.

- **Método:** El proceso presentó pasos repetitivos sin estandarización completa (copiar/pegar, verificación visual), lo que aumentó tiempos y probabilidad de reproceso cuando algún dato quedaba incompleto o inconsistente.
- **Máquinas/Herramientas:** Limitaciones de herramientas ofimáticas y ausencia de automatización/plantillas inteligentes obligaron a manipulación manual de documentos, elevando el tiempo de ciclo.
- **Materiales (documentos):** Se observaron resoluciones con formatos no uniformes, calidad variable (escaneos) y estructuras de redacción diferentes, lo que complicó la extracción consistente de datos.
- **Medición:** No existía una trazabilidad sistemática del tiempo por lote ni de indicadores de productividad/errores, dificultando priorizar mejoras con base en evidencia.
- **Medio ambiente / entorno:** La operación en picos de trabajo y el entorno compartido generaron interrupciones; además, presiones por tiempos de entrega favorecieron errores y reprocesos.

5.1 Fuentes de información y campos requeridos

Para la generación de las carátulas se identificaron las fuentes de información utilizadas y los campos exigidos por el formato oficial correspondiente al trámite de terminación de contrato. La fuente principal de información fueron las resoluciones administrativas en formato PDF generadas para cada usuario o inmueble, las cuales constituyen el insumo base del proceso. De manera complementaria, en casos puntuales se consultaron listados internos únicamente con fines de validación, sin que estos hicieran parte del diligenciamiento directo de la carátula.

En el contexto de este proyecto, las resoluciones utilizadas presentan un formato estandarizado, definido institucionalmente para este tipo de trámite. Dicho formato mantiene una estructura consistente, en la cual los campos clave requeridos para la carátula se encuentran siempre presentes y ubicados en secciones equivalentes del documento. Esta característica permitió que la automatización se basara en reglas de extracción bien definidas, al no existir ambigüedad en la presencia ni en la localización de los datos necesarios.

Es importante señalar que esta estandarización aplica específicamente al proceso de terminación de contrato abordado en este trabajo. Para otros tipos de trámites gestionados por la empresa, las carátulas y las resoluciones asociadas pueden presentar estructuras diferentes, lo cual implicaría

un conjunto distinto de campos y reglas de extracción. No obstante, dentro del alcance definido para este proyecto, el formato analizado se mantuvo homogéneo en todos los casos evaluados.

A partir del análisis del formato de las resoluciones y de los requerimientos del formato oficial de carátula, se identificaron los campos considerados críticos para la correcta generación del documento. Estos campos fueron definidos teniendo en cuenta su obligatoriedad dentro del formato y su relevancia para la identificación del trámite y del suscriptor. La Tabla X presenta la metadata asociada a dichos campos, incluyendo su descripción y tipo de dato.

Tabla 1. Metadata de los campos clave requeridos para la generación de carátulas

Campo	Descripción	Tipo de dato
Número de resolución	Identificador único asignado a la resolución administrativa del trámite.	Numérico
Fecha de resolución	Fecha oficial en la que se emite la resolución administrativa.	Fecha
Suscriptor	Número o identificador del suscriptor asociado al inmueble o usuario.	Numérico
Dirección	Dirección del inmueble asociada al trámite de terminación de contrato.	Texto

Durante el levantamiento de la información se verificó que, aunque los campos se encontraban siempre presentes en las resoluciones, podían existir variaciones menores en la forma de presentación, particularmente en el formato de las fechas y en el uso de abreviaturas. Estas variaciones no afectaban la estructura general del documento, pero sí requerían la aplicación de reglas básicas de normalización para asegurar consistencia en la información generada en la carátula.

Como resultado de este análisis, se estableció que la correcta identificación y validación de los campos mínimos constituía un factor clave para la robustez de la automatización. Al asegurar que únicamente se procesaran resoluciones que contaran con la información completa requerida, se redujo el riesgo de errores en la generación de las carátulas y se garantizó la coherencia del documento final.

5.4 Implementación de la herramienta RPA

Se implementó una herramienta de Automatización Robótica de Procesos (RPA) en Python para la generación masiva de carátulas a partir de resoluciones administrativas en formato PDF. La solución desarrollada automatiza de forma integral un proceso que anteriormente se ejecutaba de manera completamente manual, incorporando lectura de insumos, extracción estructurada de datos, validaciones mínimas, generación del documento final conforme a un formato oficial, trazabilidad por documento y reporte consolidado por lote.

La herramienta fue diseñada con un enfoque de uso operativo para el equipo de Experiencia del Cliente, evitando dependencias de entornos de desarrollo y facilitando su ejecución por usuario final. Para ello, el modelo se empaquetó como un ejecutable para Windows (CaratulasBOT.exe), permitiendo su despliegue en equipos corporativos sin requerir instalación de librerías ni ejecución de scripts.

Estructura general del flujo automatizado

El RPA implementado sigue un flujo secuencial organizado por bloques funcionales claramente diferenciados. En primer lugar, el sistema prepara el entorno de ejecución, valida la existencia de la plantilla oficial y configura las carpetas de entrada y salida. Posteriormente, procesa un lote de resoluciones, ejecutando sobre cada archivo un conjunto de pasos estandarizados: extracción de datos, validación de campos mínimos, generación de la carátula y registro del resultado.

La Figura X presenta un fragmento del flujo principal de ejecución, donde se observa cómo el modelo controla la lectura de resoluciones, la generación de salidas y el registro de métricas del lote.

Figura 3. Flujo principal de procesamiento de resoluciones en el RPA.

```
for ruta_pdf in rutas_pdf:  
    datos = extraer_datos_resolucion(ruta_pdf)  
  
    if datos["errores"]:  
        estado = "ERROR"  
    else:  
        ruta_salida = obtener_nombre_salida_unico(suscriptor, carpeta_salida)  
        crear_pdf_con_datos(datos, plantilla_pdf, ruta_salida, PAGE_WIDTH, PAGE_HEIGHT)  
        estado = "OK"
```

Este fragmento ilustra la lógica central del RPA: cada resolución se procesa de forma independiente, lo que permite que errores puntuales no detengan la ejecución del lote completo, garantizando continuidad operativa y trazabilidad por documento.

Extracción y validación de datos desde resoluciones PDF

Uno de los componentes críticos del RPA corresponde a la extracción de información desde las resoluciones en PDF. Para este propósito, se implementó una función específica que lee el contenido textual de la primera página del documento y aplica reglas basadas en expresiones regulares para identificar los campos clave requeridos. La extracción se diseñó de forma conservadora, priorizando confiabilidad sobre flexibilidad, dado que las resoluciones utilizadas presentan un formato estandarizado para este trámite.

La Figura X muestra un fragmento representativo de la función de extracción, donde se evidencia la búsqueda controlada de campos como el número de suscriptor y la validación de la cabecera de la resolución.

Figura 4. Función de extracción de datos desde la resolución PDF.

```
m_susc = re.search(
    r"Servicio\s+Suscrito\s+No\.\s*([0-9]+)",
    texto,
    re.IGNORECASE
)

patron_res_fec = re.compile(
    r"^\s*RESOLUCIÓN\s+NO\.\s+(\d+)\s+DE\s+"
    r"(\d{1,2}\s+DE\s+[A-ZÁÉÍÓÚÑ]+\s+DE\s+\d{4})\s*$",
    re.IGNORECASE | re.MULTILINE
)
```

Además de la extracción, se implementaron validaciones mínimas que determinan si una resolución cuenta con todos los campos obligatorios. En caso de ausencia de alguno de ellos, la resolución se marca como error y no se genera la carátula correspondiente, evitando la producción de documentos incompletos.

Generación de la carátula y ajuste del formato

Una vez validados los datos extraídos, el RPA genera la carátula diligenciando una plantilla oficial en PDF. Para ello se utilizó un mecanismo de superposición (overlay), en el cual los valores extraídos se posicionan sobre coordenadas específicas previamente definidas. Este ajuste de coordenadas fue uno de los aspectos técnicos más sensibles del desarrollo, ya que una variación mínima podía afectar la correcta alineación del contenido en el documento final.

La Figura X muestra un fragmento del código responsable de la escritura de datos sobre la plantilla, evidenciando el uso de coordenadas fijas para cada campo.

Figura 5. Escritura de campos sobre la plantilla oficial de carátula.

```
x_suscriptor, y_suscriptor = 90, 635
x_direccion, y_direccion = 120, 620
x_resolucion, y_resolucion = 320, 540
x_fecha, y_fecha = 350, 540

can.drawString(x_suscriptor, y_suscriptor, datos["suscriptor"])
can.drawString(x_direccion, y_direccion, datos["direccion"])
can.drawString(x_resolucion, y_resolucion, datos["resolucion"])
can.drawString(x_fecha, y_fecha, datos["fecha_formateada"])
```

El ajuste de estas coordenadas requirió pruebas iterativas y verificación visual, hasta lograr que la carátula generada replicara de manera consistente el formato oficial utilizado por la empresa.

Trazabilidad, control y reporte por lote

Como parte integral del RPA, se implementó un mecanismo de trazabilidad que registra el resultado de cada resolución procesada. Para ello, el sistema genera un archivo `log_procesamiento.csv` en el que se almacena, por cada documento, la fecha y hora de ejecución, el archivo origen, los campos extraídos, el estado del procesamiento, el nombre del archivo generado y el detalle de errores cuando aplica.

La Figura X presenta un fragmento del código encargado de construir y alimentar el archivo de trazabilidad.

Figura 6. Registro de trazabilidad por documento en archivo CSV.

```
writer.writerow([
    datetime.now().isoformat(timespec="seconds"),
    ruta_pdf,
    suscriptor,
    direccion,
    resolucioin,
    fecha_original,
    fecha_formateada,
    estado,
    archivo_salida,
    errores,
    es_repetido
])
```

Este registro permite auditar ejecuciones, analizar el desempeño por lote y explicar los resultados presentados en la sección de evaluación, además de facilitar la identificación de resoluciones que requieran revisión manual.

Retos técnicos abordados

Durante la implementación del RPA se enfrentaron diversos retos técnicos. Entre los principales se destacan la definición de reglas de extracción robustas, el ajuste preciso de coordenadas para la generación de la carátula y la necesidad de asegurar que el proceso no se interrumpiera ante errores individuales. Para abordar estos retos se optó por un diseño modular, manejo de errores por documento y registro exhaustivo de resultados, lo que permitió construir una herramienta estable y adecuada para su uso operativo.

En conjunto, la solución desarrollada constituye una implementación completa de RPA aplicada a automatización documental. El modelo automatiza una tarea repetitiva, estandariza la salida conforme a un formato oficial, genera trazabilidad verificable y se entrega en una forma ejecutable orientada al usuario final, evidenciando un desarrollo técnico propio y alineado con las necesidades reales del proceso.

5.5 Evaluación de desempeño: tiempo, productividad y calidad

La evaluación comparó el proceso manual con el proceso automatizado mediante tres indicadores:

(i) tiempo total por lote; (ii) productividad (carátulas por minuto); y (iii) errores reportados por lote.

El tiempo manual se estimó con una línea base de 1,5 minutos por carátula; los tiempos automatizados correspondieron a mediciones reales del ejecutable.

Tabla 2. Comparación de desempeño del proceso: manual vs automatizado (lotes medidos).

Lote (carátulas)	Tiempo total manual (s)	Tiempo total automático (s)	Productividad manual (car/min)	Productividad automática (car/min)
136	16 320 – 24 480	40.41	0.33 – 0.50	201.93
200	24 000 – 36 000	43.69	0.33 – 0.50	274.66
300	36 000 – 54 000	93.61	0.33 – 0.50	192.29
400	48 000 – 72 000	119.22	0.33 – 0.50	201.31
475	57 000 – 85 500	159.27	0.33 – 0.50	178.94

Nota. El tiempo manual total se estimó a partir de un tiempo promedio observado entre 2 y 3 minutos por carátula (120–180 s), lo que genera un rango de tiempo total por lote. En consecuencia, la productividad manual se expresa como un intervalo de referencia entre 0.33 y 0.50 carátulas por minuto, el cual se mantiene prácticamente constante independientemente del tamaño del lote, dado que cada carátula requiere el mismo esfuerzo humano.

El tiempo automático corresponde a mediciones reales obtenidas durante la ejecución del sistema RPA para cada lote. La productividad automática se calculó a partir del tiempo total de procesamiento del sistema y evidencia un incremento significativo al aumentar el volumen procesado, reflejando la ventaja de la automatización frente al método manual.

En los lotes medidos, los resúmenes de ejecución reportaron ausencia de errores en los datos procesados y no se identificaron duplicados en las carátulas generadas. Este resultado evidencia que, bajo las condiciones evaluadas, el sistema automatizado fue capaz de extraer y diligenciar la información de forma consistente y confiable. Sin embargo, más allá de los resultados cuantitativos, la implementación de la herramienta generó una serie de impactos positivos de carácter cualitativo que fortalecen el proceso y aportan valor a la operación.

Uno de los principales beneficios cualitativos es la estandarización del proceso. Al ejecutar siempre las mismas reglas de extracción y diligenciamiento, la herramienta elimina la variabilidad asociada a la interpretación individual de los analistas, asegurando que todas las carátulas generadas sigan exactamente el mismo criterio. Esto mejora la uniformidad de los expedientes y facilita su revisión posterior.

Otro impacto relevante corresponde a la trazabilidad y control del proceso. El registro detallado por documento y por lote permite conocer con precisión qué resoluciones fueron procesadas, cuáles presentaron errores y en qué etapa ocurrió la incidencia. Esta capacidad de seguimiento no solo facilita el diagnóstico de casos límite, sino que también mejora la capacidad de respuesta ante requerimientos internos o externos, al contar con evidencia verificable del procesamiento realizado.

La automatización también contribuye a la reducción del reproceso y del riesgo operativo. En el proceso manual, los errores de digitación u omisiones pueden pasar inadvertidos y detectarse

únicamente en etapas posteriores, generando retrabajo y retrasos. En contraste, el sistema automatizado incorpora validaciones mínimas que evitan la generación de carátulas incompletas, permitiendo identificar de manera temprana los casos que requieren revisión manual.

Adicionalmente, la herramienta mejora la capacidad del área para atender picos de demanda. Al no depender directamente de la disponibilidad y carga de trabajo del analista, el sistema permite procesar grandes volúmenes de resoluciones en tiempos reducidos, lo cual resulta especialmente valioso en escenarios de acumulación de trámites o fechas con alta demanda.

Finalmente, la existencia de un mecanismo de registro de incidencias sienta las bases para un proceso de mejora continua. A partir del análisis de los errores o casos límite registrados, es posible ajustar las reglas de extracción y fortalecer el modelo de forma progresiva, incrementando su robustez frente a variaciones reales de los documentos. De esta manera, la herramienta no solo resuelve el problema inmediato, sino que habilita un enfoque sistemático de aprendizaje y refinamiento del proceso.

Si bien los tiempos obtenidos mediante el sistema automatizado fueron significativamente inferiores a los del proceso manual, se observó que el tiempo total de ejecución puede presentar ligeras variaciones entre corridas. Estas variaciones están asociadas a condiciones propias del entorno de ejecución, tales como la carga del equipo, la gestión de recursos del sistema operativo y las operaciones de lectura de archivos PDF. En este contexto, la trazabilidad por lote desempeña un papel fundamental, ya que permite monitorear el desempeño real del sistema en operación y detectar desviaciones puntuales sin afectar la continuidad del proceso.

En conjunto, la automatización aportó un beneficio tangible en términos de productividad, estandarización y reducción del riesgo de error. No obstante, para sostener este desempeño en el tiempo, resulta necesario complementar la herramienta con prácticas operativas de control de calidad, como el muestreo periódico de carátulas generadas y el seguimiento de métricas por lote. Estas acciones permiten asegurar la estabilidad del proceso automatizado y facilitan su mejora progresiva en escenarios reales de operación.

Como parte del cierre del proceso de evaluación, la solución desarrollada fue acompañada de documentación operativa y evidencias de ejecución. La entrega del sistema en formato ejecutable permitió su uso por parte de usuarios no técnicos, sin requerir configuraciones adicionales de entorno. Asimismo, la generación de registros de ejecución y su inclusión como anexos constituyen un soporte fundamental para la trazabilidad del proceso y para la validación del desempeño observado, fortaleciendo la adopción y sostenibilidad de la automatización en operación.

6. Conclusiones y recomendaciones

Las conclusiones se presentan integrando los resultados obtenidos y el análisis desarrollado a lo largo del proyecto, de manera coherente con los objetivos planteados y con énfasis en los aportes técnicos y operativos de la automatización implementada.

El análisis del proceso manual de generación de carátulas permitió evidenciar que el mayor consumo de tiempo y la variabilidad del proceso se concentraban en la captura repetitiva de información y en las verificaciones visuales realizadas por los analistas. A partir de esta caracterización, el uso del diagrama causa–efecto permitió identificar causas estructurales asociadas al método de trabajo y a la ausencia de estandarización, así como causas operativas relacionadas con la intervención humana. Este diagnóstico sustentó la decisión de abordar el problema mediante una automatización integral del proceso, en lugar de implementar mejoras parciales sobre el flujo manual existente.

La identificación de las fuentes de información y de los campos requeridos por el formato oficial permitió formalizar un conjunto de reglas de extracción y validación necesarias para garantizar consistencia documental. El hecho de trabajar con resoluciones en un formato estándar para este tipo de trámite facilitó la definición de dichas reglas, mientras que la estructuración de la metadata de los campos críticos permitió reducir el riesgo de errores y asegurar que la automatización produjera carátulas conformes con los requisitos establecidos.

La implementación de la herramienta RPA en Python permitió automatizar el procesamiento de lotes de resoluciones y la generación masiva de carátulas en formato PDF, manteniendo el diseño oficial y asegurando trazabilidad por documento y por lote. El principal aporte de la solución no se limitó a la reducción del tiempo de ejecución, sino a la combinación de velocidad, estandarización y control, aspectos fundamentales en un proceso regulado y susceptible de auditoría. La arquitectura desarrollada y las decisiones técnicas adoptadas evidencian un trabajo de ingeniería orientado a la robustez y a la operación real del sistema.

La evaluación del desempeño del proceso automatizado frente al método manual mostró mejoras sustanciales en eficiencia y productividad. Para el mayor lote evaluado, el tiempo total estimado del proceso manual se redujo de varias horas a pocos minutos mediante la automatización, lo que se tradujo en una reducción de tiempo superior al 99 %. Estos resultados, sumados a la ausencia de errores y duplicados en las ejecuciones medidas, confirman el impacto positivo de la automatización no solo en términos cuantitativos, sino también en la reducción del riesgo operativo y del reproceso.

Desde una perspectiva cualitativa, la solución desarrollada aportó beneficios adicionales como la estandarización del proceso, la eliminación de la variabilidad asociada a la intervención humana y la disponibilidad de registros de ejecución que fortalecen la trazabilidad y el control. Estos elementos amplían el valor de la herramienta más allá del ahorro de tiempo, al mejorar la calidad del proceso y facilitar su seguimiento y mejora continua en escenarios reales de operación.

En conjunto, el proyecto cumplió con el objetivo general de implementar una herramienta de automatización para la generación de carátulas en el área de Experiencia del Cliente de Interaseo

S.A.S., logrando una mejora significativa en la eficiencia del proceso, una reducción del riesgo de error y una mayor capacidad para atender volúmenes altos de trabajo. La solución desarrollada demostró ser técnica y operativamente viable, alineada con las necesidades del área y con potencial de sostenibilidad en el tiempo.

Recomendaciones

Se recomienda mantener un esquema de control de calidad basado en muestreo, mediante la revisión aleatoria de un porcentaje de las carátulas generadas por lote, con el fin de validar la correcta aplicación de las reglas de extracción y detectar oportunamente posibles casos límite.

Asimismo, se sugiere realizar un seguimiento periódico de las métricas registradas en el log de ejecución, tales como tiempos de procesamiento, errores y documentos omitidos, para identificar cambios en las condiciones operativas o en los documentos de entrada que puedan afectar el desempeño del sistema.

Finalmente, se recomienda conservar y actualizar la documentación de la herramienta, incluyendo el instructivo de uso y el material audiovisual elaborado durante el proyecto, como soporte para la operación y referencia para futuros usuarios o ajustes funcionales de la solución.

Referencias

Aguirre, S., & Rodríguez, A. (2017). Automation of a business process using robotic process automation (RPA): A case study. En J. C. Figueroa-García, E. R. López-Santana, R. Ferro-Escobar, & J. L. Villa-Ramírez (Eds.), *Applied Computer Sciences in Engineering (WEA 2017)* (pp. 65–71). Springer. *Communications in Computer and Information Science*, 742.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-66963-2_7

Davenport, T. H., & Short, J. E. (1990). The new industrial engineering: Information technology and business process redesign. *Sloan Management Review*, 31(4), 11–27.

docx2pdf. (2019). *docx2pdf* (versión 0.1.7) [Software]. Python Package Index (PyPI).
<https://pypi.org/project/docx2pdf/>

Harmon, P. (2019). *Business process change: A business process management guide for managers and process professionals* (4th ed.). Morgan Kaufmann.

pdfplumber. (s. f.). *pdfplumber* [Software]. GitHub.
<https://github.com/jsvine/pdfplumber>

python-docx. (s. f.). *python-docx* [Software]. Documentación oficial.
<https://python-docx.readthedocs.io/>

Shearer, C. (2000). The CRISP-DM model: The new blueprint for data mining. *Journal of Data Warehousing*, 5(4), 13–22.

van der Aalst, W. M. P., Bichler, M., & Heinzl, A. (2018). Robotic process automation. *Business & Information Systems Engineering*, 60(4), 269–272.
<https://doi.org/10.1007/s12599-018-0542-4>

Anexos

Anexo A. Instructivo de uso de CaratulasBOT

Este anexo incluye evidencia del instructivo de uso de la herramienta para usuario final. El documento completo se entregó como PDF junto con el ejecutable.

Figura 7. Instructivo de uso de CaratulasBOT



Figura 1. Interfaz de la aplicación CaratulasBOT para generación automática de carátulas.

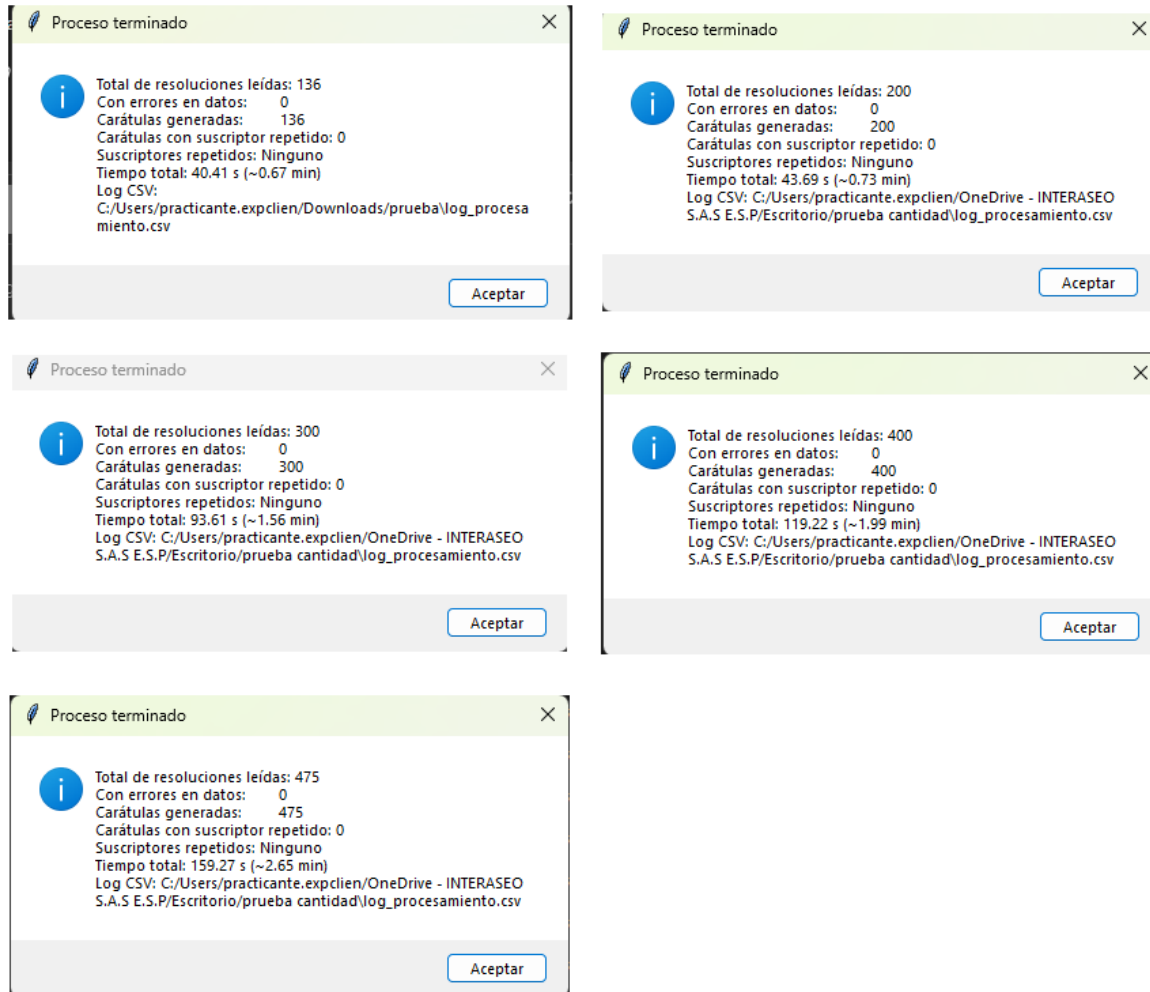
A continuación se presenta el procedimiento de uso de la aplicación, organizado en pasos. Se recomienda seguir el orden indicado para garantizar el correcto funcionamiento del modelo y la adecuada trazabilidad de la información.

Paso	Acción en la interfaz	Descripción / Detalle
1	Abrir la aplicación	Localice el archivo CaratulasBOT.exe en su equipo (por ejemplo, en el Escritorio o en una carpeta compartida) y haga doble clic sobre él. Se abrirá una ventana con tres campos principales y un botón llamado "Generar carátulas" .
2	Seleccionar origen de resoluciones (opción 1: carpeta)	En la fila "Carpeta con PDFs (opción 1)" , pulse el botón "Buscar carpeta..." . En el cuadro de diálogo, seleccione la carpeta donde se encuentran las resoluciones en PDF y confirme. Esta opción es útil cuando las resoluciones ya están organizadas en una carpeta local o de red.
3	Seleccionar origen de resoluciones (opción 2: ZIP)	En la fila "Archivo ZIP con resoluciones (opción 2)" , pulse el botón "Buscar ZIP..." . Seleccione el archivo .zip que contenga las resoluciones y confirme. Esta opción es útil cuando las resoluciones se reciben comprimidas en un solo archivo.
4	Definir la carpeta de salida	En la fila "Carpeta de salida" , revise la ruta que aparece por defecto. Si desea cambiarla, pulse el botón "Buscar carpeta..." y seleccione la carpeta donde se guardarán: (a) las carátulas generadas en PDF y (b) el archivo log_procesamiento.csv con el detalle del lote de carátulas procesado. Es importante elegir una carpeta donde tenga permiso de escritura.
5	Generar las carátulas	Una vez definido el origen (carpeta o ZIP) y la carpeta de salida, pulse el botón "Generar carátulas" . La aplicación iniciará el procesamiento del lote y generará automáticamente las carátulas en la carpeta de salida seleccionada.
6	Revisar el mensaje de resumen	Al finalizar el proceso, aparecerá una ventana con un resumen que incluye: número total de resoluciones leídas, carátulas generadas, cantidad de registros con error en los datos (si los hay), cantidad de registros duplicados y el tiempo total de ejecución. Revise este mensaje para identificar si hubo problemas en el lote procesado.
7	Verificar la carpeta de salida	Abra la carpeta de salida seleccionada en el paso 4. Allí encontrará: (1) los archivos PDF de las carátulas generadas, nombrados con el número de suscriptor (y, en caso de duplicados, con sufijos como _2 , _3 , etc.), y (2) el archivo log_procesamiento.csv , que registra cada resolución procesada, su estado (OK/ERROR), posibles errores de datos y la presencia de registros duplicados. Este archivo puede abrirse en Excel para análisis o trazabilidad.
8	Buenas prácticas de uso	• Mantener en la carpeta/ZIP únicamente resoluciones en PDF con el formato esperado por el modelo. • En caso de errores frecuentes, revisar el archivo de log para identificar qué campos faltan o están en un formato diferente. • Utilizar siempre una carpeta de salida clara por lote (por ejemplo, una carpeta por mes o por jornada) para facilitar el control y la trazabilidad de la información.

Anexo B. Evidencia de ejecuciones por lote

Este anexo presenta capturas de pantalla del resumen de ejecución para diferentes tamaños de lote. En los lotes medidos se reportaron 0 errores y ausencia de duplicados.

Figura 8. Resumen de ejecuciones de CaratulasBOT (lotes: 136, 200, 300, 400 y 475).



Anexo C. Archivo de trazabilidad log_procesamiento.csv

La aplicación generó un archivo log_procesamiento.csv en la carpeta de salida definida por el usuario. El archivo registró por cada resolución procesada: fecha y hora, ruta del PDF de origen, campos extraídos, estado, archivo de salida, observaciones y el indicador es_repetido.

Figura 9. Ejemplo de registro del archivo log_procesamiento.csv (vista en Excel).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	fecha_hora	pdf_origen	suscriptor	direccion	resolucion	fecha_origen	fecha_forma	estado	archivo_salida	errores	es_repetido
2	2026-01-09T1C:/Users/pra		14780	CLL 18 7-65 B	3423	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	14780.pdf		NO
3	2026-01-09T1C:/Users/pra		20601	CLL 27A NÂº 4	3389	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	20601.pdf		NO
4	2026-01-09T1C:/Users/pra		221030	MNZ 4 CS#2 U	3385	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	221030.pdf		NO
5	2026-01-09T1C:/Users/pra		230754	MNZ 84 CS 12	3381	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	230754.pdf		NO
6	2026-01-09T1C:/Users/pra		234150	MNZ 22 CAS 1	3427	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	234150.pdf		NO
7	2026-01-09T1C:/Users/pra		239959	MNZ 20 CAS 1	3439	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	239959.pdf		NO
8	2026-01-09T1C:/Users/pra		241210	MNZ 14 CAS 8	3428	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	241210.pdf		NO
9	2026-01-09T1C:/Users/pra		244034	MNZ 22 CAS 2	3436	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	244034.pdf		NO
10	2026-01-09T1C:/Users/pra		244498	MNZ 100 CAS	3399	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	244498.pdf		NO
11	2026-01-09T1C:/Users/pra		244508	BRR MODELI	3422	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	244508.pdf		NO
12	2026-01-09T1C:/Users/pra		244579	URB MODELI	3441	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	244579.pdf		NO
13	2026-01-09T1C:/Users/pra		244599	MNZ 96 CAS 5	3468	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	244599.pdf		NO
14	2026-01-09T1C:/Users/pra		244887	MNZ 48 CAS 1	3448	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	244887.pdf		NO
15	2026-01-09T1C:/Users/pra		246223	MNZ 89 CS 7	3461	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	246223.pdf		NO
16	2026-01-09T1C:/Users/pra		246245	MNZ 21 CAS	3440	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	246245.pdf		NO
17	2026-01-09T1C:/Users/pra		249314	MNZ 21 CAS 1	3431	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	249314.pdf		NO
18	2026-01-09T1C:/Users/pra		252507	MNZ 99 CAS 4	3470	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	252507.pdf		NO
19	2026-01-09T1C:/Users/pra		252711	MNZ 63 CS 5	3452	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	252711.pdf		NO
20	2026-01-09T1C:/Users/pra		255437	MNZ 114 CAS	3391	15 DE JULIO E	15/07/2025	OK	255437.pdf		NO

Figura 10 Poster

Departamento de Ingeniería Industrial

Optimización del Proceso de Administración Contractual mediante Automatización Documental de Inteia S.A.S:
Propuesta para mejorar la eficiencia y el control en la gestión de contratos mediante herramientas digitales

PRACTICANTE: Juan David Zabala Chaparro
ASESORES: Julián Andres Castillo Grisales



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Ingeniería

PROGRAMA: Ingeniería Industrial
MODALIDAD DE PRÁCTICA: Semestre de Industria

 **Introducción**

INTEIA S.A.S., filial del Grupo ISA, desarrolla soluciones basadas en innovación y tecnología para promover territorios inteligentes y el bienestar colectivo. En este contexto, la administración de contratos es un proceso clave; sin embargo, se identificaron limitaciones relacionadas con la falta de automatización, estandarización y material de apoyo, lo que afecta la eficiencia, la trazabilidad y la comunicación interna.

Este trabajo tuvo como objetivo fortalecer el proceso contractual mediante el diseño e implementación de herramientas digitales, documentos automatizados y materiales de apoyo, orientados a mejorar la gestión documental, la trazabilidad del ciclo contractual y la experiencia de los usuarios internos.

 **Metodología**



 **Resultados**

Automatización de documentos clave



Más información sobre el proyecto

Análisis de resultados

Indicador	Valor actual	Valor objetivo
Porcentaje de documentos automatizados	10%	80%
Reducción de errores en la gestión documental	15%	5%
Mejora en la trazabilidad del ciclo contractual	Medio	Alto

 **Objetivos**

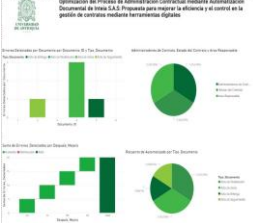
General:
Desarrollar una solución digital para automatizar la gestión de documentos contractuales clave y estandarizar los flujos de trabajo en INTEIA S.A.S., con el fin de mejorar la trazabilidad del proceso, reducir los tiempos operativos y facilitar la coordinación entre las áreas responsables.

Específicos:
Identificar oportunidades de mejora en la gestión contractual mediante entrevistas y análisis documental, para detectar fallas del proceso y sentar las bases de un rediseño eficiente y estandarizado.
Representar el ciclo contractual mediante flujogramas y diagramas, para clarificar actividades, responsables y puntos críticos, y mejorar la trazabilidad y coordinación interna.
Desarrollar materiales de capacitación y guías de apoyo para promover buenas prácticas en la gestión contractual, fortalecer las capacidades de los usuarios y garantizar la consistencia del proceso.

Conclusiones

- Permitió fortalecer el proceso de administración contractual mediante la estandarización, automatización y organización de la información, mejorando la eficiencia y la trazabilidad del proceso.
- El diagnóstico identificó problemas de dispersión documental, falta de claridad del proceso y dependencia del conocimiento tácito.
- Las herramientas digitales implementadas redujeron tiempos operativos y errores en la gestión contractual.
- Las estructuras de seguimiento basadas en tablas dinámicas y el control de pólizas facilitaron la toma de decisiones informadas y fortalecieron el rol de los administradores de contratos.
- La creación de un repositorio documental centralizado y una guía interactiva promovió la estandarización, la trazabilidad histórica y la apropiación del proceso por parte de los usuarios.

Tableros



DATOS DE CONTACTO DEL AUTOR:

📞 3105377197 📠 +57 3105377197 📧 Juan.zabala2@udea.edu.co 🌐 Juan_da_zabala 🌐 www.linkedin.com/in/juan-david-zabala-chaparro-28547a280