



Análisis estratégico de un modelo de inteligencia de negocios basado en inteligencia artificial para el fortalecimiento de la gestión de cobro en empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado en la costa Caribe colombiana.

Angélica María Caro Cabarcas

**Universidad Santo Tomás, Medellín
Maestría en Inteligencia de Negocios
2026**

Análisis estratégico de un modelo de inteligencia de negocios basado en inteligencia artificial para el fortalecimiento de la gestión de cobro en empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado en la costa Caribe colombiana.

Angélica María Caro Cabarcas

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Magíster en Inteligencia de Negocios

Eduardo Nicolás Cueto Fuentes

Asesor

Magíster en economía

Universidad Santo Tomás, Medellín

Maestría en Inteligencia de Negocios

2026

Dedicatoria

Dedico este trabajo, en primer lugar, a mis hijos, Samuel y Juan Martín, quienes son la mayor motivación de mi vida y la fuerza que me impulsa cada día a seguir adelante, a superar los desafíos y a ser una mejor persona y profesional. Todo este esfuerzo también es para ustedes.

A mis abuelos, a mi familia, a mi hermana por su amor incondicional y el inmenso cariño con el que siempre me han acompañado, en especial a mi abuela Doris, por enseñarme con su ejemplo el valor del trabajo, la dedicación y la responsabilidad, principios que han guiado mi vida personal y profesional.

A mi mamá, por su amor, su apoyo incondicional y su presencia permanente en cada etapa de mi vida, gracias a ella aprendí el valor de la constancia, la disciplina y la perseverancia, cualidades que me han permitido entender que, con esfuerzo y determinación, es posible alcanzar aquello que parece imposible.

A mi pareja, por acompañarme durante este proceso, por su comprensión y por sus palabras de aliento en los momentos más difíciles, por impulsarme a seguir adelante y por inspirarme con el ejemplo de la persona que eres. Te admiro mucho, Carlos.

Por último, a todas aquellas personas que creen en el conocimiento, la innovación y la creatividad como herramientas que permiten transformar a las empresas y contribuir al desarrollo de la comunidad, espero que esta investigación sea un aporte al fortalecimiento de la gestión de cobro en las empresas prestadoras de servicios públicos.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por concederme la salud, la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta importante etapa de mi formación académica y profesional.

Expreso mi más sincero agradecimiento a Aguas de Cartagena S.A. E.S.P., por brindarme la oportunidad de formar parte de esta gran organización y por contribuir a mi crecimiento profesional y personal, agradezco especialmente el apoyo económico otorgado para la realización de mi maestría, una muestra del compromiso de la empresa con el desarrollo y la formación de sus colaboradores, este valioso respaldo fortalece mi compromiso de retribuir la confianza depositada en mí mediante el ejercicio de mis actividades con profesionalismo, ética, compromiso y un alto sentido de responsabilidad.

Agradezco igualmente a las empresas prestadoras de servicios públicos y a los profesionales que participaron como informantes clave en esta investigación; su experiencia, disposición y valiosas contribuciones enriquecieron el desarrollo del estudio y permitieron comprender con mayor profundidad la realidad de la gestión de cartera en el sector.

A mi familia y amigas, por su amor, ánimos, felicitaciones y apoyo incondicional durante este proceso, gracias por motivarme a seguir adelante en los momentos de mayor dificultad y por celebrar conmigo cada logro alcanzado.

A mi asesor, el profesor Eduardo, por su conocimiento y apoyo a lo largo de este proceso.

Contenido

Dedicatoria.....	3
Agradecimientos.....	4
Resumen	7
Abstract.....	9
Introducción.....	11
1. Planteamiento del problema	14
2. Objetivos.....	20
2.1 Objetivo general	20
2.2 Objetivos específicos	20
3. Justificación	21
4. Marco Teórico	24
4.1 Marco conceptual.....	24
4.2 Marco contextual.....	27
5. Diseño metodológico.....	35
5.1 Tipo y nivel de investigación:	35
5.2 Definición y operacionalización de categorías	36
5.3 Población y muestra	37
5.4 Tipo de diseño	37
5.5 Anexo: estructura entrevista realizada	38
6. Presentación y análisis de resultados.....	44

7.	Análisis y discusión.....	59
8.	Conclusiones del Análisis.....	65
9.	Recomendaciones	66
10.	Referencias	69
11.	Mensaje final	71

Resumen

La presente investigación se aborda las deficiencias en la gestión del recaudo y la recuperación de cartera que enfrentan las empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado de la región Caribe colombiana, estas dificultades obedecen tanto a factores internos como externos, entre los internos se identifican la dependencia de procesos manuales soportados en hojas de cálculo de Excel, la fragmentación de la información comercial entre distintas áreas de la organización y la alta dependencia del área de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para la consulta y extracción de información histórica, en el entorno externo, influyen la desactualización de los datos de contacto de los usuarios, la renuencia al pago, la duplicidad de predios y el elevado nivel de informalidad socioeconómica y laboral, factor que explica el 55 % de la variación en el incumplimiento de pago, estas condiciones reducen la efectividad de las estrategias tradicionales de cobro persuasivo masivo e incrementan sus costos operativos.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto con predominancia cualitativa, de alcance exploratorio-descriptivo y con un diseño no experimental de corte transversal, el estudio se fundamentó en la metodología CRISP-DM, aplicando la fase de *Data Understanding* para comprender el contexto organizacional y las características de la información disponible, la recolección de datos se realizó mediante una revisión documental, la aplicación de la Matriz de Evaluación de Factores Internos (EFI) y entrevistas semiestructuradas a diez directivos y expertos con amplia experiencia técnica y administrativa en empresas de servicios públicos domiciliarios de la región Caribe. Los resultados evidencian que, aunque las organizaciones cuentan con una estructura formal de cobro secuencial, presente en el 80 % de los casos analizados, la transición entre las diferentes

etapas del proceso genera latencia operativa y pérdida de información relevante para la toma de decisiones. Asimismo, se identificó que el nivel de madurez analítica es predominantemente descriptivo, ya que el 60 % de las organizaciones continúa dependiendo de sistemas tradicionales y de herramientas como Excel para el análisis de la información. No obstante, también se encontró un consenso institucional favorable hacia la transformación analítica, dado que el 60 % de los entrevistados prioriza la implementación de una estrategia híbrida basada en Inteligencia de Negocios (BI) e Inteligencia Artificial (IA). Los participantes consideran que la analítica predictiva permitirá segmentar de manera más precisa a los usuarios, diferenciando perfiles como el pagador en crisis, el pagador olvidadizo y el usuario con traslado de pagos, además de automatizar los procesos de contactabilidad en cumplimiento de la Ley 2300 de 2023 y del régimen de protección de datos personales (Habeas Data), igualmente, destacan que estas tecnologías contribuirán al saneamiento catastral autónomo, optimizando el recaudo, fortaleciendo la recuperación de cartera y mejorando la sostenibilidad financiera de las empresas de servicios públicos.

Palabras clave: *gestión de cobro, recaudo, morosidad, inteligencia artificial, inteligencia de negocios (BI).*

Abstract

Water supply and sewerage utility companies in the Colombian Caribbean region face significant challenges in revenue collection and accounts receivable recovery, affecting their financial sustainability and the efficiency of their commercial operations. These challenges arise from both internal and external factors. Internally, organizations rely heavily on manual processes supported by Excel spreadsheets, fragmented commercial databases across different organizational units, and a strong dependence on the Information and Communications Technology (ICT) department to retrieve historical data. Externally, outdated customer contact information, payment resistance, duplicate property records, and high levels of socioeconomic and labor informality which account for 55% of the variance in payment default reduce the effectiveness of traditional mass debt collection strategies while increasing their operational costs.

This research adopted a mixed-methods approach with a qualitative emphasis, using an exploratory-descriptive scope and a cross-sectional, non-experimental research design. The study was guided by the CRISP-DM methodology, specifically the *Data Understanding* phase, to analyze the organizational context and assess the information available for debt collection management. Data were collected through an extensive literature review, the application of the Internal Factor Evaluation (IFE) Matrix, and semi-structured interviews with ten senior managers and subject-matter experts from public utility companies in the Colombian Caribbean region.

The findings reveal that, although 80% of the organizations have established a formal sequential debt collection process, the transition between its different stages generates operational delays and information loss. In addition, the analytical maturity of these organizations remains predominantly descriptive, as 60% still depend on traditional

information systems and Excel-based analyses to support decision-making. Nevertheless, the results also indicate a strong institutional willingness to embrace digital transformation. Specifically, 60% of the participants identified a hybrid strategy based on Business Intelligence (BI) and Artificial Intelligence (AI) as a strategic priority, according to the experts interviewed, predictive analytics would enable more accurate customer segmentation by distinguishing between users experiencing financial hardship, occasional late payers, and customers who postpone payments, furthermore, these technologies would facilitate automated customer contact processes in compliance with Colombian Law 2300 of 2023 and personal data protection regulations (Habeas Data), while supporting autonomous cadastral data cleansing. Ultimately, their implementation would contribute to improving revenue collection, strengthening accounts receivable recovery, and enhancing the financial sustainability of public utility companies.

Keywords: *debt collection management, revenue collection, payment delinquency, artificial intelligence, business intelligence (BI).*

Introducción

La gestión del recaudo y la recuperación de cartera constituye uno de los principales desafíos para las empresas prestadoras de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado en Colombia, especialmente en la región Caribe, donde las condiciones socioeconómicas, la informalidad laboral y las deficiencias en la calidad de la información comercial afectan la sostenibilidad financiera de las organizaciones, a esta problemática se suman factores internos, como la dependencia de procesos manuales soportados en hojas de cálculo de Excel, la fragmentación de la información entre diferentes áreas y la limitada utilización de herramientas analíticas para apoyar la toma de decisiones, las estrategias tradicionales de gestión de cobro presentan dificultades para identificar oportunamente el riesgo de morosidad y optimizar los recursos destinados al recaudo (Sharda, 2023).

En este contexto, el Business Intelligence (BI) y la Inteligencia Artificial (IA) representan una oportunidad para fortalecer la gestión comercial mediante la integración de fuentes de información, la automatización de procesos y el desarrollo de modelos de analítica predictiva que permitan segmentar a los usuarios de acuerdo con su comportamiento de pago y anticipar el riesgo de incumplimiento, estas tecnologías facilitan la toma de decisiones basada en datos, mejoran la eficiencia operativa y contribuyen al fortalecimiento de la sostenibilidad financiera de las empresas de servicios públicos domiciliarios. (Sharda D. y., 2023)

La presente investigación tiene como objetivo proponer una estrategia basada en Business Intelligence e Inteligencia Artificial para optimizar la gestión del recaudo y la recuperación de cartera en las empresas prestadoras de servicios públicos de

acueducto y alcantarillado de la región Caribe colombiana. Para ello, se adoptó un enfoque mixto con predominancia cualitativa, de alcance exploratorio-descriptivo y diseño no experimental de corte transversal; la investigación se apoyó en la metodología CRISP-DM, particularmente en la fase Data Understanding, y empleó como técnicas de recolección de información la revisión documental, la aplicación de la Matriz de Evaluación de Factores Internos (EFI) y entrevistas semiestructuradas a directivos y expertos del sector.

Los resultados evidenciaron que, aunque el 80 % de las empresas analizadas cuenta con una estructura formal de gestión de cobro, persisten debilidades asociadas a la fragmentación de la información, la dependencia de herramientas tradicionales como Excel y un nivel de madurez analítica predominantemente descriptivo, asimismo, el 60 % de los expertos consultados manifestó que la implementación de una estrategia híbrida que integre Business Intelligence e Inteligencia Artificial constituye la alternativa más adecuada para fortalecer la gestión de cartera, mediante la incorporación de modelos de analítica predictiva, automatización de procesos, alertas tempranas y saneamiento de las bases de datos comerciales, estos hallazgos evidencian el potencial de estas tecnologías para mejorar la eficiencia operativa, optimizar el recaudo, fortalecer la recuperación de cartera y contribuir a la sostenibilidad financiera de las empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios.

Por último, esta investigación aporta una propuesta metodológica orientada a la implementación de herramientas de Business Intelligence e Inteligencia Artificial adaptadas al contexto de la región Caribe, proporcionando una base para que las

organizaciones evolucionen desde modelos tradicionales de gestión hacia esquemas de toma de decisiones fundamentados en el análisis inteligente de los datos.

En cuanto a su estructura y extensión, el presente documento se encuentra desarrollado a lo largo de 11 capítulos, en ellos se abordan el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación, seguidos por los marcos teórico y metodológico, posterior a ello, se detallan la presentación, análisis y discusión de los resultados, culminando con las conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas que sustentan la investigación.

1. Planteamiento del problema

En la actualidad, las empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado en Colombia enfrentan retos críticos en la gestión de cobro y recaudo de cartera, la excelencia en estos procesos es fundamental para garantizar la sostenibilidad financiera y operativa; sin embargo, los métodos tradicionales de cobranza, como el contacto puerta a puerta, el envío masivo de SMS, llamadas telefónicas o las brigadas comerciales en campo, resultan costosos y poco eficientes, de acuerdo con la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2023), estos métodos tradicionales pueden representar hasta el 3% del gasto operativo (OPEX) de las organizaciones, mostrando tasas de recuperación de cartera vencida inferiores al 25% (Domiciliarios, 2023).

En este contexto, la incorporación de tecnologías de automatización con herramientas de Inteligencia Artificial (IA) se presenta como una alternativa estratégica, estas herramientas permiten analizar grandes volúmenes de datos de los usuarios e identificar patrones de historial de pago, días de atraso y niveles de morosidad, la implementación de modelos de analítica predictiva ha demostrado una capacidad para mejorar la eficiencia del recaudo en un 30%, permitiendo diseñar estrategias de cobranza diferenciadas por segmentos de cartera y reduciendo errores humanos producto de la operatividad manual. (Siegel, 2016)

A nivel regional, las empresas de la Costa Caribe enfrentan desafíos operativos adicionales que afectan directamente el recaudo. Uno de los indicadores más preocupantes es el Índice de Agua No Contabilizada (IANC), que en esta zona suele superar el 40%, derivado en gran medida de pérdidas comerciales por bases de datos desactualizadas,

duplicidad de registros y predios con cartera activa que ya han sido demolidos. Asimismo, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA, 2022) señala que en el país existen más de 33,000 acueductos comunitarios con capacidades administrativas limitadas y sistemas de información débiles, lo que dificulta la gestión técnica del servicio. ((CRA), Estudio del sector de agua potable y saneamiento básico en Colombia)

A estas inconsistencias técnicas se suman factores socioeconómicos y la informalidad en departamentos como Bolívar, la informalidad laboral supera el 55%, lo que incide en la capacidad de pago de los ciudadanos ((DANE), 2023), quienes priorizan gastos de subsistencia sobre el pago de servicios públicos, en sistemas urbanos, las pérdidas comerciales (incluyendo fraudes y errores de medición) se mantienen cercanas a los 6.4 m³ por usuario facturado, lo que deteriora la razón corriente (Current Ratio) y la liquidez de las operadoras.

Por lo tanto, resulta necesario analizar de manera integral los factores operativos, tecnológicos y normativos que influyen en la gestión de cobro, comprender estas variables permitirá identificar oportunidades de mejora orientadas a optimizar los procesos de recaudo, sanear la base de datos de deudores y fortalecer la sostenibilidad financiera del sector en la región.

Con el fin de identificar y analizar estas problemáticas desde una perspectiva interna, se aplicó una Matriz de Evaluación de Factores Internos (EFI), herramienta del modelo de planificación estratégica que permite identificar, ponderar y evaluar las principales fortalezas y debilidades de una organización, esta matriz se construye a partir de la identificación de factores internos clave, a los cuales se les asigna un peso relativo de acuerdo con su

importancia para el éxito organizacional, y una clasificación que refleja el desempeño actual de cada factor y el resultado de la matriz corresponde a una puntuación total que permite establecer la posición interna de la organización y orientar la formulación de decisiones estratégicas con base en sus capacidades y limitaciones reales. (David, 2017)

La matriz EFI utilizada en este estudio fue elaborada con base en una rúbrica que contempla dos dimensiones: (i) la importancia ponderada, que representa el peso relativo de cada factor en el éxito del recaudo y la sostenibilidad financiera, con valores entre 0 y 1 cuya suma total es igual a 1; y (ii) la clasificación, que evalúa el desempeño actual de cada factor en una escala de 1 a 4, donde 1 corresponde a una debilidad mayor y 4 a una fortaleza mayor.

La evaluación incorporó la visión técnica de profesionales con experiencia en el sector de servicios públicos domiciliarios en la costa Caribe colombiana, considerando la realidad operativa de organizaciones de la región. Los factores internos identificados reflejan la gestión de la información comercial, los procedimientos de cobranza, las capacidades tecnológicas y el impacto de las variables socioeconómicas en la liquidez organizacional.

1.1 Tabla 1: Matriz de Evaluación de Factores Internos (EFI): Gestión de cobro y recaudo en empresas de servicios públicos.

Factores internos clave	Peso (Imp. Ponderada)	Clasificación (Evaluación)	Valor Ponderado
Fortalezas			
1. Marco normativo definido y regulado por la CRA y Superservicios.	10%	3	0,3
2. Avances iniciales en procesos de transformación digital y automatización.	10%	3	0,3
3. Disponibilidad de grandes volúmenes de datos históricos de facturación.	8%	3	0,24

4. Personal con conocimiento técnico en la operación comercial del sector.	7%	3	0,21
Debilidades			
5. Bases de datos desactualizadas (duplicidad y predios inexistentes).	15%	1	0,15
6. Alta morosidad de usuarios y cultura de no pago en la región.	15%	1	0,15
7. Fraudes, conexiones ilegales y elevadas pérdidas comerciales.	15%	1	0,15
8. Falta de integración tecnológica y analítica predictiva (IA).	13%	1	0,13
9. Procesos manuales de cobro con bajo retorno de inversión (ROI).	12%	2	0,24
10. Errores recurrentes en los procesos de medición y facturación.	10%	2	0,2
TOTAL	100%		2,07

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación de Resultados:

Los resultados obtenidos a partir de la Matriz EFI arrojaron un puntaje global de 2,07, valor que se ubica significativamente por debajo del promedio de referencia de 2,5. Este resultado indica una posición interna débil, donde las capacidades institucionales actuales no logran mitigar las deficiencias estructurales que afectan el flujo de caja y la recuperación de cartera (David, Concepts of strategic management: A competitive advantage approach, 2017)

Entre las fortalezas, se destaca la existencia de un marco normativo claro y los avances en transformación digital (ambos con un valor de 0,30). Estos factores evidencian que el sector opera bajo reglas de juego definidas que permiten la exigibilidad del pago; sin embargo, su efectividad se ve neutralizada por la inoperancia de los métodos de cobro tradicionales frente a las dinámicas del usuario actual.

En contraste, las debilidades ejercen un peso determinante. La tríada compuesta por la desactualización de las bases de datos, la alta morosidad y los fraudes (cada una con un peso del 15% y calificación de 1,0) representa el núcleo del problema, la fragmentación de

la información y la falta de modelos de inteligencia de negocios impiden que las empresas identifiquen con precisión a los deudores reales, lo que eleva el costo operativo (OPEX) hasta el 3% sin lograr retornos significativos en el recaudo ((SSPD), Informe sectorial de los servicios públicos domiciliarios en Colombia, 2023)

Asimismo, la debilidad asociada a la falta de integración tecnológica e IA (0,13) subraya una brecha crítica: la dependencia de reportes manuales y estrategias reactivas, la incapacidad actual para analizar patrones de comportamiento y segmentar la cartera mediante analítica predictiva limita la toma de decisiones oportunas y perpetúa un ciclo de ineficiencia comercial (Siegel, Predictive analytics: The power to predict who will click, buy, lie, or die, 2016)

En conjunto, el resultado de la Matriz EFI evidencia que la problemática central en la gestión de recaudo no radica exclusivamente en la ausencia de marcos normativos ni en la falta de datos históricos, sino en la limitada capacidad institucional para integrar, analizar y transformar los datos disponibles en conocimiento predictivo que permita una gestión de cobro eficiente.

Este diagnóstico sustenta la necesidad de analizar estratégicamente un modelo de inteligencia de negocios bajo inteligencia artificial que contribuya a fortalecer la gestión de cartera en las empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado de la costa Caribe colombiana, la implementación de dicho modelo permitiría transitar de un esquema de cobranza reactivo y manual altamente vulnerable a las inconsistencias catastrales y a la informalidad socioeconómica regional hacia una gestión proactiva, segmentada y basada en analítica predictiva.

Esta transición es fundamental para reducir el impacto de las pérdidas comerciales y mejorar la razón corriente (Current Ratio), garantizando una operación financiera más

transparente, eficiente y alineada con las dinámicas actuales de los usuarios en el departamento de Bolívar y demás zonas del litoral (Davenport, 2017).

1.3 Pregunta del problema:

¿Cómo influyen los factores operativos, tecnológicos y normativos en la eficiencia de la gestión de cobro de las empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado en Colombia?

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Analizar los factores operativos, tecnológicos y normativos que afectan la eficiencia en la gestión de cobro de las empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado en Colombia, con el fin de **proponer oportunidades de mejora en los procesos de recaudo y en la sostenibilidad financiera del sector.**

2.2 Objetivos específicos

- Examinar el estado actual de las bases de datos de usuarios en las empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado y su impacto en los procesos de comunicación y gestión de cobro.
- Identificar las principales limitaciones derivadas de la falta de integración tecnológica y la presencia de procesos manuales en la operación de las áreas comerciales y de recaudo.
- Analizar el nivel de adopción de tecnologías de automatización inteligente en las empresas de servicios públicos y su relación con los indicadores de eficiencia operativa y recaudo.

3. Justificación

La gestión eficiente del recaudo en las empresas de servicios públicos constituye un componente fundamental para garantizar la continuidad, calidad y sostenibilidad de los servicios prestados a las comunidades, en el sector de acueducto y alcantarillado, los ingresos provenientes del pago de los usuarios representan la principal fuente de financiación para la operación, mantenimiento y expansión de la infraestructura, lo que convierte la gestión de cobro de cartera en un proceso estratégico dentro de las organizaciones. ((CRA), Marco tarifario para los servicios de acueducto y alcantarillado en Colombia, 2020)

No obstante, la eficiencia en los procesos de recaudo se ve afectada por diversos factores de carácter operativo, tecnológico y normativo, entre ellos se destacan la desactualización de bases de datos, los constantes cambios de domicilio de los usuarios, el fraude, la existencia de predios inexistentes o con información inconsistente, el acceso limitado a zonas de difícil intervención, la renuencia al pago, la informalidad, la alta dependencia de procesos manuales, la falta de integración entre sistemas de información y los cambios en la regulación aplicable al sector, estas condiciones generan importantes desafíos para las áreas comerciales, incrementando los costos operativos y reduciendo la efectividad de las estrategias de cobro. ((SSPD), Informe sectorial de los servicios públicos domiciliarios en Colombia, 2023)

En este contexto, resulta pertinente desarrollar un análisis integral que permita comprender de qué manera estos factores inciden en la eficiencia de la gestión de cobro, la identificación y evaluación de dichas variables facilita la estructuración de acciones estratégicas orientadas al fortalecimiento de los procesos de recaudo, mediante la

incorporación de herramientas tecnológicas, la detección de fraudes, la automatización inteligente de procesos y la implementación de mejores prácticas en la gestión de cartera.

De igual forma, la presente investigación se fundamenta en el análisis del impacto de la transformación digital en las empresas de servicios públicos, particularmente en los procesos operativos, administrativos y financieros asociados al recaudo y la disminución de la cartera vencida, en este sentido se busca reconocer los factores que contribuyen a la optimización de los procesos de gestión de cobranza, la reducción de errores operativos vinculados a la manualidad, el mejoramiento de la calidad de la información y el fortalecimiento de la contactabilidad con los usuarios, elementos clave para aumentar la eficiencia de las áreas comerciales.

Adicionalmente, los resultados obtenidos podrán servir como referente para otras organizaciones, tanto del sector de servicios públicos como de otros sectores económicos, en la identificación de oportunidades de modernización de sus procesos, la implementación de herramientas de automatización inteligente e inteligencia artificial permite avanzar hacia una gestión de cartera más segmentada, predictiva y personalizada, alineada con el comportamiento de pago de los usuarios, esto contribuye de manera directa a la sostenibilidad financiera de las empresas, al asegurar flujos de ingresos más estables que respalden la operación y el mantenimiento del servicio, evitando el incremento de créditos bancarios para garantizar las operaciones.

Finalmente, desde una perspectiva académica y profesional, esta investigación aporta al desarrollo de competencias en áreas como la gestión de cobro, la analítica de datos, la automatización de procesos y la transformación digital, estas competencias son altamente valoradas en el entorno organizacional actual, ya que permiten fortalecer la toma de decisiones estratégicas, optimizar el uso de los recursos y mejorar el desempeño institucional.

En consecuencia, el estudio no solo tiene relevancia teórica, sino también un alto impacto práctico, al contribuir al mejoramiento de los procesos organizacionales y al fortalecimiento del perfil profesional en roles administrativos, financieros y tecnológicos.

4. Marco Teórico

4.1 Marco conceptual

El presente marco conceptual se fundamenta en los postulados teóricos de la **gestión de cobro, financiera y comercial**, la **analítica predictiva** y la **inteligencia de negocios**, los cuales permiten comprender la relación entre la eficiencia en el recaudo de cartera y el uso estratégico de tecnologías de automatización. A partir de estos fundamentos, se definen los conceptos clave que orientan el análisis del modelo propuesto para las empresas de acueducto y alcantarillado en la costa Caribe colombiana.

Gestión de Cobro y Sostenibilidad Financiera:

El concepto de **gestión de cobro** constituye el pilar fundamental para garantizar la liquidez y la continuidad operativa de las empresas de servicios públicos. Se define como el conjunto de estrategias y acciones orientadas a la recuperación de los recursos económicos facturados por la prestación del servicio. En el sector de agua potable, la eficiencia en este proceso es determinante para la sostenibilidad financiera, entendida como la capacidad de la organización para generar ingresos suficientes que cubran los costos de operación, mantenimiento y expansión de la infraestructura (CRA, 2020).

Dentro de este contexto, la gestión de cartera permite clasificar las obligaciones pendientes de los usuarios según su antigüedad y riesgo de incobrabilidad. Los métodos tradicionales de cobranza (puerta a puerta, llamadas manuales) han demostrado limitaciones frente a la informalidad laboral, la cual supera el 55% en la región Caribe, afectando directamente la capacidad de pago y la efectividad de los planes de choque convencionales (DANE, 2023).

Inteligencia de Negocios (Business Intelligence) y Datos

La Inteligencia de Negocios (BI) se refiere al conjunto de metodologías y herramientas diseñadas para transformar datos operativos en información estratégica para la toma de decisiones (Sharda et al., 2018). En el ámbito comercial, un sistema de BI permite consolidar información proveniente de múltiples fuentes para evaluar el desempeño del recaudo mediante indicadores clave de desempeño (KPIs), tales como la efectividad de cobro y el índice de rotación de cartera.

Para que el BI genere valor, es indispensable una adecuada calidad de los datos, definida como el grado de precisión, completitud y actualización de la información de los usuarios. En la región Caribe, la desactualización catastral y la duplicidad de registros representan una barrera crítica que genera inconsistencias en la facturación y debilita la confianza del usuario en el servicio (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2024)

Inteligencia Artificial y Analítica Predictiva

La incorporación de la Inteligencia Artificial (IA) en la gestión de cobro marca el tránsito de modelos reactivos hacia modelos proactivos, la analítica predictiva utiliza algoritmos estadísticos y técnicas de aprendizaje automático (*machine learning*) para identificar patrones en el historial de pago y anticipar niveles de morosidad antes de que ocurran (John Wiley & Sons., 2016), esto facilita la segmentación inteligente, permitiendo que las empresas diseñen acciones de cobro personalizadas según el perfil de riesgo de cada usuario.

Este enfoque se apoya en la automatización de procesos, que consiste en el uso de tecnologías para ejecutar tareas recurrentes (como el envío de notificaciones o la actualización de saldos) sin intervención manual, la automatización reduce los errores operativos vinculados a la manualidad y optimiza el Gasto Operativo (OPEX), que en

métodos tradicionales puede absorber hasta el 3% de los ingresos de la organización (Deloitte, 2023)

Eficiencia Operativa y Pérdidas Comerciales:

Un concepto crítico en este marco es el Índice de Agua No Contabilizada (ANC), específicamente en su componente de pérdidas comerciales, estas pérdidas no corresponden a fugas físicas, sino a deficiencias en la gestión: fraudes, conexiones ilegales y errores de medición. En sistemas urbanos de la región, estas pérdidas deterioran la razón corriente (Current Ratio), limitando la capacidad de la empresa para cumplir con sus obligaciones de corto plazo y realizar inversiones de capital.

Transformación Digital y Gobernanza:

Finalmente, la implementación de un modelo de IA se inscribe en un proceso de transformación digital, que implica la adopción estratégica de tecnologías para modificar el modelo de gestión institucional. Para que esta transformación sea exitosa, se requiere una sólida gobernanza de datos, que establezca las políticas y normas para asegurar que la información comercial sea tratada como un activo estratégico, garantizando la transparencia institucional y la rendición de cuentas ante los organismos de control y la sociedad.

En conjunto, estos conceptos permiten comprender cómo la integración tecnológica y el análisis avanzado de datos se convierten en herramientas indispensables para modernizar la gestión administrativa, mitigar el impacto de la morosidad y asegurar la viabilidad económica de las empresas de acueducto y alcantarillado en el complejo entorno socioeconómico de la costa Caribe.

4.2 Marco contextual

En el ámbito internacional, diversas investigaciones han abordado la relación entre la analítica de datos, la Inteligencia Artificial (IA) y la eficiencia en el recaudo, evidenciando que la transición hacia modelos predictivos es la clave para la sostenibilidad de los servicios básicos.

Antecedentes internacionales:

En Chile se desarrolló la investigación *Improving Debt Collection via Contact Center Information: A Predictive Analytics Framework*, publicada en la revista *Decision Support Systems*. El estudio utilizó técnicas de analítica predictiva y algoritmos de aprendizaje automático sobre una base de datos de 1.023.418 registros de llamadas, 26.466 promesas de pago y 54.349 pagos efectivos de una institución financiera. Los resultados demostraron que la integración de información del contact center con variables financieras mejora significativamente la capacidad de predecir el contacto exitoso, la probabilidad de promesa de pago y el pago efectivo de las obligaciones. Así, el modelo facilita la segmentación de clientes, la asignación eficiente de gestores de cobro y la priorización de estrategias de recuperación según el perfil de cada deudor, para la presente investigación, este estudio constituye un referente metodológico para la construcción de modelos predictivos aplicados a la gestión de cartera; sin embargo, su aplicación se limita al sector financiero, por lo que no aborda las particularidades de las empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios ni las condiciones socioeconómicas propias del Caribe colombiano. (Sánchez, Maldonado, & Vairetti, 2022).

Desde Brasil, el estudio *"Artificial Intelligence in Public Services: Improving Revenue Collection through Data Mining"* analizó la evolución de la eficiencia comercial mediante una metodología de minería de datos. Los resultados destacan que la IA permite

una transición necesaria desde el cobro persuasivo genérico hacia el cobro personalizado por comportamiento (Oliveira et al., 2023). Esta investigación aporta un marco sólido sobre los beneficios de la cultura de datos; no obstante, adolece de un enfoque en la problemática de "predios inexistentes" y bases de datos desactualizadas, aspecto central en nuestra propuesta para la región Caribe.

En el contexto de la OCDE, el informe *"Digital Transformation in the Water Sector"* (2024) subrayó que la automatización de procesos comerciales aumenta la confianza del usuario y reduce el Gasto Operativo (OPEX). Este documento aporta principios de gobernanza digital; no obstante, adolece de una herramienta técnica de Business Intelligence (BI) aplicada específicamente al recaudo en zonas de difícil gestión, necesidad que este trabajo pretende resolver.

En India, Gupta, Sharma y colaboradores (2023) desarrollaron una investigación sobre la aplicación de algoritmos de Machine Learning para la predicción del incumplimiento de pago y la segmentación de clientes en organizaciones de servicios, mediante modelos como Random Forest, Gradient Boosting y XGBoost, evaluaron miles de registros históricos para identificar los factores asociados al riesgo de morosidad, los resultados demostraron que los modelos basados en aprendizaje automático alcanzaron niveles superiores de precisión frente a los métodos estadísticos tradicionales, permitiendo optimizar la asignación de recursos, reducir costos operativos y fortalecer la toma de decisiones mediante analítica predictiva (Gupta et al., 2023).

En Sudáfrica, Schoonbee, Moore y Van Vuuren (2022) desarrollaron la investigación "A Machine-Learning Approach Towards Solving the Invoice Payment Prediction Problem", publicada en el *South African Journal of Industrial Engineering*, el estudio propuso un sistema de apoyo a la decisión basado en algoritmos de aprendizaje automático para predecir

el comportamiento de pago de facturas antes de su vencimiento, los investigadores clasificaron las facturas según el tiempo esperado de mora (1–30 días, 31–60 días y más de 60 días), permitiendo priorizar las acciones de cobro sobre aquellos clientes con mayor riesgo de incumplimiento, los resultados demostraron que el modelo predictivo mejora la asignación de recursos, facilita la toma de decisiones y permite pasar de una gestión reactiva a una gestión preventiva de la cartera, para la presente investigación, este estudio constituye un referente metodológico para el desarrollo de modelos predictivos orientados a optimizar la recuperación de cartera; sin embargo, su aplicación se centra en cuentas por cobrar empresariales y no incorpora variables propias del sector de los servicios públicos domiciliarios en Colombia (Schoonbee et al., 2022).

Antecedentes Nacionales

En Colombia, diversos estudios y documentos técnicos han puesto de manifiesto la necesidad de fortalecer la calidad de la información comercial y avanzar hacia la transformación digital de los procesos de recaudo en las empresas de servicios públicos domiciliarios.

La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), en el Informe Sectorial de Acueducto y Alcantarillado 2025, realizó un estudio de carácter descriptivo basado en el análisis de la información reportada por las empresas prestadoras al Sistema Único de Información (SUI), a partir de indicadores técnicos, comerciales y financieros, los resultados evidenciaron inconsistencias en la calidad y confiabilidad de los datos reportados, así como debilidades en la gestión de la información que dificultan el seguimiento oportuno de la cartera y la toma de decisiones. Este informe constituye un referente para comprender las brechas existentes en la administración de la información del sector; sin embargo, no plantea un modelo de Business Intelligence que permita integrar, depurar y analizar los datos

mediante analítica predictiva para fortalecer la gestión de cobro y anticipar el riesgo de morosidad.

Por otra parte, el Departamento Nacional de Planeación (DNP), mediante el Documento CONPES 3975 de 2019, estableció la política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial en Colombia. Su formulación se sustentó en un diagnóstico del nivel de madurez digital del país, complementado con la revisión de experiencias internacionales y el análisis de las capacidades institucionales. Como resultado, el documento definió lineamientos orientados a fortalecer la gobernanza de los datos, promover el uso de tecnologías emergentes e impulsar la toma de decisiones basada en evidencia. No obstante, su alcance se concentra en la formulación de políticas públicas y no desarrolla una metodología específica para la implementación de herramientas de Business Intelligence e inteligencia artificial en los procesos de gestión de cobro de las empresas de servicios públicos domiciliarios, especialmente en territorios con características socioeconómicas como el departamento de Bolívar.

Antecedentes Regionales (Costa Caribe)

En la región Caribe colombiana, los estudios institucionales evidencian problemáticas recurrentes de cartera y pérdidas comerciales.

La Universidad de Cartagena, en la investigación *"Impacto de la informalidad laboral en el pago de servicios públicos en la región Caribe"*, empleó una metodología econométrica para evaluar la correlación entre ingresos volátiles y morosidad. Los hallazgos revelaron que, en ciudades como Cartagena y Montería, el 55% de la informalidad es el principal predictor del impago (Rodríguez & Tovío, 2024). Este estudio aporta métricas socioeconómicas; sin

embargo, adolece de una solución tecnológica basada en IA para mitigar este impacto, punto donde este trabajo generará valor.

Por su parte, la Contraloría General de la República (CGR) presentó el *"Informe de Auditoría de Cumplimiento: Recursos y Recaudo en el Caribe (2024)"*. Los resultados señalaron deficiencias críticas en la trazabilidad de los usuarios y la persistencia de conexiones ilegales que representan hasta el 20% de las pérdidas comerciales (CGR, 2025). Esta investigación aporta un diagnóstico de riesgos; no obstante, adolece de una propuesta técnica que permita prever fraudes mediante el análisis de anomalías en el consumo con modelos de inteligencia de negocios.

Finalmente, el informe de Aguas de Cartagena sobre su *"Plan de Choque Comercial"* muestra que, a pesar de las brigadas en campo, el índice de recuperación de cartera difícil permanece estancado por debajo del 30% (Acuacar, 2025). Este documento aporta la realidad operativa de la región; sin embargo, adolece de una estructura de análisis de datos que automatice la contactabilidad segmentada, aspecto que nuestra propuesta de BI fortalecería.

4.3 Marco legal y normativo: El desarrollo de un modelo de inteligencia de negocios aplicado a la gestión de cobro en el sector de servicios públicos domiciliarios se encuentra sujeto a un marco robusto de leyes y regulaciones en Colombia, estas normas garantizan el equilibrio entre la sostenibilidad financiera de las empresas y la protección de los derechos de los usuarios.

Constitución Política de Colombia (1991)

La Carta Magna establece en sus artículos 365 y 367 que los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado, y que es deber de este asegurar su prestación eficiente. Asimismo, define que la ley determinará las entidades competentes para fijar

tarifas, considerando criterios de eficiencia y solidaridad, lo que sustenta la necesidad de procesos de recaudo eficaces para garantizar la continuidad del servicio.

Ley 142 de 1994: Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios

Esta es la norma matriz del sector. Establece las facultades de las empresas para la gestión comercial y el recaudo:

- **Gestión de Cartera:** Faculta a las empresas para suspender el servicio por falta de pago y realizar el cobro de los saldos pendientes.
- **Solidaridad:** Define la responsabilidad solidaria entre el propietario del inmueble, el suscriptor y los usuarios del servicio en el cumplimiento de las obligaciones pecuniarias.
- **Facturación:** Establece los requisitos legales para la expedición de facturas como títulos valores que prestan mérito ejecutivo, base de cualquier modelo de inteligencia de negocios para el cobro.

Ley 1266 de 2008: Ley de Habeas Data

Como el modelo propuesto utiliza grandes volúmenes de datos e inteligencia artificial, esta ley es fundamental:

Administración de Datos Financieros: Regula el manejo de la información comercial y crediticia de los usuarios.

Reportes a Centrales de Riesgo: Define los términos y condiciones bajo los cuales las empresas de servicios públicos pueden reportar el comportamiento de pago (positivo y negativo) de sus usuarios ante entidades como Datacrédito o Cifin.

Veracidad y Actualización: Obliga a las empresas a que la información reportada sea veraz y esté actualizada, lo que justifica la necesidad de herramientas de BI para saneamiento de bases de datos.

Ley 1581 de 2012: Protección de Datos Personales

Regula el tratamiento de datos personales en cualquier soporte. En un modelo de IA, esta ley exige:

Autorización del Titular: El consentimiento expreso del usuario para que sus datos sean tratados con fines de análisis predictivo y segmentación comercial.

Finalidad: Los datos recolectados deben ser utilizados exclusivamente para los fines informados (gestión de cobro y mejora del servicio).

Ley 2300 de 2023: Ley de "Dejen de Fregar"

Esta norma es de especial relevancia para la automatización de la cobranza inteligente:

Canales y Horarios de Contacto: Restringe los horarios y la frecuencia con la que las empresas pueden contactar a los usuarios para gestiones de cobro (lunes a viernes de 7:00 am a 7:00 pm y sábados de 8:00 am a 3:00 pm).

Canal Preferente: Los usuarios pueden elegir a través de qué canal desean ser contactados, lo que requiere que el modelo de IA tenga la capacidad de discriminar canales de comunicación según la preferencia del titular.

Resolución CRA 943 de 2021 (Compilación Normativa)

La **Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA)** regula aspectos técnicos y tarifarios. Esta resolución compila las disposiciones sobre:

- **Medición y Facturación:** Reglas sobre consumos promedio, lecturas reales y facturación de predios desocupados, puntos críticos identificados como debilidades en la matriz EFI de esta investigación.
- **Acuerdos de Pago:** Define las condiciones bajo las cuales se pueden pactar alivios financieros, los cuales pueden ser optimizados mediante la segmentación predictiva del modelo propuesto, junto a un seguimiento de pago, para evitar reincidencias de mora.

Aplicabilidad:

Norma	Ámbito de Aplicación	Relevancia para el Modelo de IA
Ley 142/94	Servicios Públicos	Sustento legal para la exigibilidad del pago y suspensión.
Ley 1266/08	Habeas Data	Regulación de reportes y permanencia de datos negativos.
Ley 1581/12	Datos Personales	Seguridad y privacidad en el entrenamiento de algoritmos.
Ley 2300/23	Consumidor	Límites éticos y técnicos para la automatización de avisos de cobro.
Res. CRA 943/21	Tarifario/Técnico	Parámetros para evitar errores de medición y facturación.

5. Diseño metodológico

El presente capítulo describe el enfoque, diseño, métodos y técnicas utilizados para la recolección, análisis e interpretación de la información, garantizando su coherencia con el problema de investigación y los objetivos planteados. La estructura metodológica adoptada responde a la naturaleza del estudio, el cual busca comprender las dinámicas asociadas a la gestión de cobro y recaudo de cartera, así como analizar el aporte estratégico de la Inteligencia de Negocios y la Inteligencia Artificial en este contexto.

5.1 Tipo y nivel de investigación:

La investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto con predominancia cualitativa, es cualitativa en la medida en que busca comprender cómo se gestionan los procesos comerciales y la relación con el usuario en un entorno de alta informalidad. Sin embargo, incorpora elementos cuantitativos al analizar indicadores financieros como el Índice de Agua No Contabilizada (IANC), el Gasto Operativo (OPEX) y la Razón Corriente. (Hernández Sampieri, 2018).

En cuanto a su nivel, el estudio se clasifica como exploratorio–descriptivo.

- Exploratorio: Aborda la aplicación de modelos de IA y analítica predictiva en empresas de servicios públicos de la Costa Caribe, un campo con evidencia aplicada limitada en la región.
- Descriptivo: Busca caracterizar las prácticas actuales, las debilidades en las bases de datos (predios inexistentes, duplicidad) y las limitaciones operativas que afectan el recaudo.

El enfoque metodológico planteado se sustenta en lo expuesto por Roberto Hernández Sampieri, quien establece que los estudios con enfoque mixto integran técnicas cualitativas y cuantitativas para lograr una comprensión más amplia del fenómeno estudio, combinando la interpretación contextual con el análisis de datos medibles (Hernández Sampieri et al., 2014).

Asimismo, el nivel exploratorio – descriptivo se fundamenta en Naresh Malhotra, quien señala que los estudios exploratorios se emplean cuando el problema ha sido poco investigado, mientras que los descriptivos permiten detallar características, comportamientos y variables de una población específica (Malhotra, 2008).

De igual forma, John W. Creswell respalda el uso del enfoque mixto al indicar que la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos es especialmente útil en investigaciones aplicadas, donde se requiere tanto la comprensión del contexto como la medición de indicadores para la toma de decisiones (Creswell, 2014).

5.2 Definición y operacionalización de categorías

La investigación se estructura a partir de categorías analíticas derivadas del marco conceptual y la Matriz EFI:

- **Gestión de Recaudo y Cartera:** Incluye la trazabilidad de la información comercial, métodos de cobranza tradicionales (puerta a puerta, SMS, llamadas, correos electrónicos) y sostenibilidad financiera.

- Calidad del Dato y Saneamiento Catastral: Enfocada en la identificación de predios inexistentes, actualización de bases de datos y veracidad de reportes ante el SUI.
- Inteligencia de Negocios e IA: Categoría central que aborda la integración de datos, analítica predictiva, segmentación estratégica de la cartera, algoritmos de segmentación y automatización de procesos.
- Contexto Socioeconómico Regional: Examina el impacto de la informalidad laboral y la cultura de no pago en la efectividad del cobro.
- Marco Normativo: Analiza el cumplimiento de las Leyes de Habeas Data (1266/08, 2157/21) y la Ley "Dejen de Fregar" (2300/23) en los modelos de contacto automatizado.

5.3 Población y muestra

La población está conformada por profesionales y directivos con experiencia en las áreas comerciales, financieras y tecnológicas de empresas de servicios públicos domiciliarios en la Costa Caribe.

Se emplea un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando informantes clave (gerentes comerciales, analistas de datos, expertos en regulación) que posean conocimiento directo sobre las ineficiencias del recaudo.

La población será de 10 personas entrevistadas.

5.4 Tipo de diseño

La investigación adopta un diseño no experimental de tipo transversal.

- No experimental: Se analizan los fenómenos de morosidad y gestión de datos en su contexto natural sin manipular variables.

- Transversal: La recolección de información y el diagnóstico mediante la Matriz EFI se realizan en un único momento para describir la situación actual de las operadoras en el departamento de Bolívar y la región.

El diseño metodológico propuesto se fundamenta en lo expuesto por Roberto Hernández Sampieri, quien define la investigación no experimental como aquella en la que las variables no son manipuladas deliberadamente, sino que se observan en su contexto natural para su posterior análisis (Hernández Sampieri et al., 2014).

Asimismo, el carácter transversal del estudio es respaldado por John W. Creswell, quien señala que este tipo de diseño implica la recolección de datos en un solo momento en el tiempo, con el propósito de describir variables y analizar su incidencia en un contexto específico (Creswell, 2014).

De igual forma, Fred N. Kerlinger sostiene que los diseños no experimentales son apropiados cuando se busca analizar fenómenos sociales y organizacionales tal como ocurren en la realidad, especialmente en estudios aplicados donde no es viable la manipulación de variables (Kerlinger & Lee, 2002).

5.5 Anexo: estructura entrevista realizada

Presentación

La presente entrevista tiene como propósito recolectar información técnica y estratégica sobre los procesos actuales de gestión de cobro, recaudo de cartera y calidad de la información comercial en empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado en la Costa Caribe, asimismo busca explorar la viabilidad y percepción sobre la implementación

de modelos de Inteligencia de Negocios (BI) e Inteligencia Artificial (IA) para optimizar la sostenibilidad financiera de estas entidades.

La información será utilizada exclusivamente con fines académicos en el marco de la investigación de grado titulada: “Análisis estratégico de un modelo de inteligencia de negocios bajo inteligencia artificial para el fortalecimiento de la gestión de cobro en empresas de servicios públicos de la costa Caribe colombiana”.

Se garantiza el anonimato y la confidencialidad de los datos suministrados conforme a la Ley 1581 de 2012.

Datos del entrevistado

- Nombre
- Profesion
- Años de experiencia
- Dependencia
- Tipo de entidad

Estructura de la entrevista

La entrevista se organiza por categorías de análisis que responden a los objetivos específicos del estudio.

CATEGORÍA 1: Gestión de Recaudo y Cartera

Objetivo: Analizar los procesos comerciales vigentes y su efectividad.

- ¿Cómo se estructura actualmente el proceso de cobro en su organización?

- ¿Qué actividades administrativas son consideradas críticas para el recaudo de cartera corriente y vencida?
- ¿Cómo se coordinan las áreas comercial, financiera y técnica para la gestión de usuarios en mora?
- ¿Qué canales de comunicación (SMS, llamadas, brigadas) se utilizan y cómo se registra la trazabilidad de estas interacciones?
- Profundización: ¿Podría describir paso a paso el protocolo de gestión de un usuario desde que entra en mora hasta el posible reporte en centrales de riesgo?

CATEGORÍA 2: Limitaciones del Proceso de Cobro

Objetivo: Identificar barreras estructurales y operativas en la región.

- ¿Cuáles son las principales dificultades para lograr el recaudo en zonas de difícil gestión o con alta informalidad?
- ¿Qué problemas se presentan con la veracidad de la base de datos de usuarios? (Predios inexistentes, duplicidad, usuarios fallecidos).
- ¿Con qué frecuencia se presentan reclamaciones o tutelas por indebida notificación de cobro?
- ¿Existen cuellos de botella en la comunicación entre el sistema de facturación y el equipo de campo?
- Profundización: ¿Qué impacto financiero generan los reprocesos administrativos en la recuperación de la cartera difícil?

CATEGORÍA 3: Calidad y Gestión de la Información

Objetivo: Evaluar la integración y confiabilidad de los datos comerciales.

- ¿En qué sistemas o plataformas reside la información de los usuarios y su historial de pagos?
- ¿La información comercial está centralizada o distribuida en diferentes bases de datos (silos)?
- ¿Cómo se asegura que los datos reportados al SUI coincidan con la realidad operativa de la empresa?
- ¿Qué tan accesible es la información para los gestores de cobro en tiempo real?
- Profundización: ¿Qué ocurre cuando se requiere información histórica para sustentar un cobro jurídico o una auditoría?

CATEGORÍA 4: Madurez Analítica e Inteligencia de Negocios (BI)

Objetivo: Evaluar el uso actual de herramientas de análisis de datos.

- ¿Se utilizan herramientas de BI (Power BI, Tableau, etc.) para monitorear el recaudo?
- ¿Los reportes de cartera se generan de forma automática o requieren procesamiento manual en hojas de cálculo?
- ¿Se utilizan tableros de control (dashboards) para visualizar indicadores como el IANC (Agua No Contabilizada) o la antigüedad de la mora?
- ¿Considera que la información actual permite tomar decisiones estratégicas o es meramente descriptiva?
- Profundización: ¿Qué indicadores de gestión le gustaría visualizar en tiempo real que hoy no tiene disponibles?

CATEGORÍA 5: Inteligencia Artificial (IA) y Predicción

Objetivo: Evaluar el potencial y la percepción sobre modelos predictivos.

- ¿Realiza la empresa algún tipo de segmentación de usuarios basada en el comportamiento histórico de pago (Clustering)?
- ¿Considera viable el uso de algoritmos para predecir qué usuarios tienen mayor probabilidad de entrar en mora?
- ¿Estaría la organización dispuesta a automatizar la contactabilidad basada en perfiles de riesgo?
- Profundización: ¿Cuáles cree que son las principales barreras para implementar IA (costo, falta de personal capacitado, resistencia al cambio)?

CATEGORÍA 6: Cultura Organizacional y Resistencia al Cambio

Objetivo: Identificar factores que facilitan o dificultan la adopción tecnológica.

- ¿Cómo describiría la cultura de la organización frente a la toma de decisiones basada en datos (Data-Driven)?
- ¿El personal del área comercial cuenta con capacitación en herramientas de análisis de datos?
- ¿Las estrategias de recaudo se basan más en la experiencia de los gestores o en análisis estadísticos?
- Profundización: ¿Qué factores facilitan la adopción de nuevas tecnologías en los equipos de cobranza?

CATEGORÍA 7: Requisitos del Modelo Conceptual de BI/IA (Categoría de Salida)

Objetivo: Alimentar el diseño de la propuesta técnica del estudio.

- ¿Qué características debería tener un sistema ideal para la gestión de cobro en el Caribe colombiano?
- ¿Cómo cree que un modelo de inteligencia de negocios podría mejorar la sostenibilidad financiera de la entidad?
- ¿Qué funcionalidades considera indispensables (alertas tempranas, segmentación automática, integración con sistemas de campo)?
- ¿Qué condiciones técnicas y normativas (Habeas Data) son necesarias para que el modelo sea exitoso?

Preguntas de cierre

- Desde su experiencia, ¿cuál considera que es el principal problema que impide la modernización del recaudo en la región?
- ¿Qué solución considera más viable: mejorar el cobro presencial o invertir en analítica de datos?
- ¿Desea agregar algún comentario adicional sobre la gestión de cartera en servicios públicos?

Matriz de trazabilidad

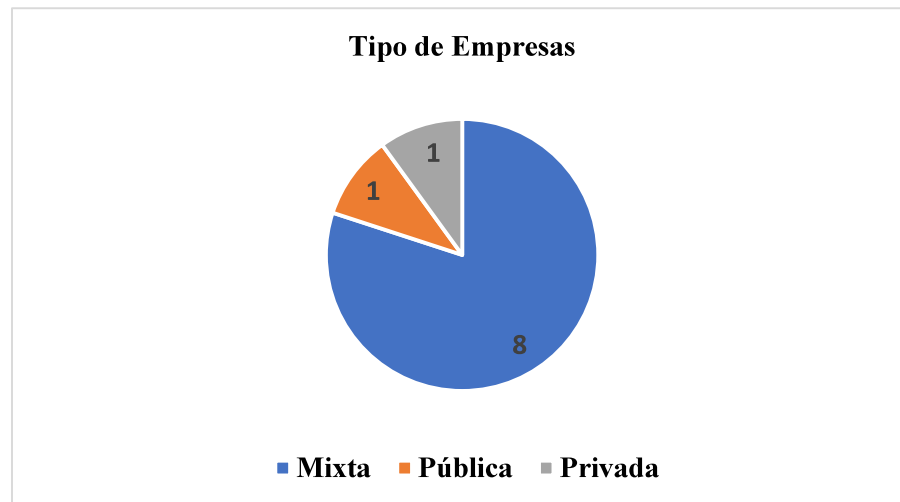
Categoría	Preguntas asociadas
Gestión de Recaudo y Cartera	1 – 5
Limitaciones del Proceso de Cobro	6 – 10
Calidad y Gestión de la Información	11 – 15
Madurez Analítica (BI)	16 – 20
Inteligencia Artificial y Predicción	21 – 24
Cultura Organizacional y Resistencia	25 – 28
Modelo Conceptual de BI/IA	29 – 33
Preguntas de Cierre	34 – 36

6. Presentación de resultados

Caracterización de los Participantes y Metodología de Análisis

El presente capítulo expone los hallazgos derivados de la fase empírica de la investigación, fundamentada en el análisis cualitativo de diez (10) informantes clave con amplia trayectoria en el sector de servicios públicos domiciliarios. Los participantes

seleccionados son: Doralba Marín, Nelsy Quintana, Judith Lemus, Vanessa López, Belkis Melo, Mauricio Torrijos, Juan Carlos Salas, Ashley Herrera, David Carvajal y Luis Buendía.

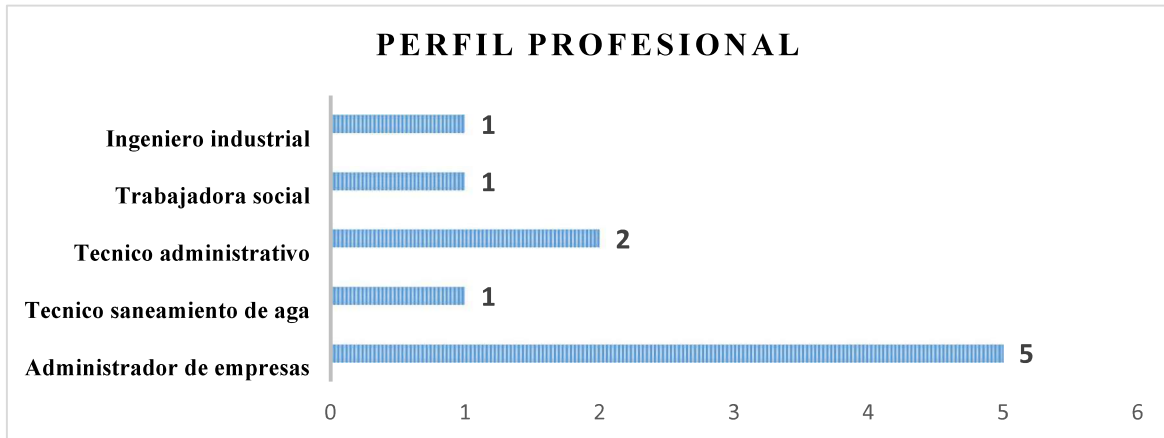


(Gráfica 1: tipo de empresas de servicios públicos de acueducto y alcantarillado en la costa Caribe)

El perfil consolidado de los entrevistados refleja una alta especialización técnica y directiva, con vinculación directa en las áreas comerciales, financieras y tecnológicas de empresas operadoras de acueducto y alcantarillado en la región Caribe, la muestra incluye gerentes comerciales, analistas de datos y expertos regulatorios con experiencias que oscilan entre los 8 y más de 20 años en el sector, el 50% de los entrevistados son administradores de empresas, seguido del 20% técnicos administrativos.

Metodológicamente, el análisis se estructuró bajo el marco de CRISP-DM (*Cross-Industry Standard Process for Data Mining*), aplicando específicamente la fase de "Data Understanding" (Comprensión de los Datos) para mapear las percepciones cualitativas hacia patrones de ineficiencia operativa. Se alcanzó la saturación teórica al constatar una recurrencia sistemática en las brechas de trazabilidad, la fragmentación documental y las barreras socioeconómicas que impiden un recaudo eficiente.

la fragmentación documental y las barreras socioeconómicas que impiden un recaudo eficiente.



(Grafica 2: perfiles profesionales de los entrevistados)

Diagnóstico de la Gestión Administrativa y de Recaudo

El análisis de las entrevistas realizadas a diez (10) expertos permitió identificar patrones recurrentes relacionados con la estructura del ciclo de cobro, la coordinación interdepartamental, la gestión de la trazabilidad y los niveles de latencia operativa. Los resultados evidencian que la gestión de cobranza se encuentra formalmente estructurada; sin embargo, presenta demoras significativas en la ejecución de las actividades de seguimiento y recuperación de cartera, en relación con la estructura del proceso de cobro, los hallazgos muestran una alta homogeneidad en las prácticas organizacionales. De los diez expertos consultados, ocho (80%) señalaron que sus organizaciones implementan un proceso de cobro secuencial por etapas, en el que las acciones de recaudo avanzan progresivamente desde actividades preventivas hasta mecanismos de recuperación más intensivos. Por su parte, dos expertos (20%) indicaron que el proceso se organiza mediante un esquema de cobro interno y externo según la antigüedad de la cartera, donde la gestión es asumida inicialmente por la organización y posteriormente transferida a terceros especializados conforme aumenta el nivel de mora. Las entrevistas revelan que el ciclo de cobranza inicia con una fase preventiva

interna, caracterizada por la emisión de facturas, recordatorios de pago, llamadas de seguimiento y acuerdos de normalización, según los participantes, esta etapa puede extenderse entre 90 días y 12 meses, dependiendo de las políticas y capacidades de cada entidad, una vez superado este período sin obtener resultados satisfactorios, la cartera es trasladada a instancias pre jurídicas y jurídicas, generalmente tercerizadas.

Aunque la predominancia del modelo secuencial (80%) evidencia la existencia de procedimientos estandarizados y claramente definidos, los expertos coinciden en que la transición entre etapas suele generar tiempos muertos, reprocesos y pérdida de información, incrementando la latencia operativa del proceso. Esta situación afecta la oportunidad del recaudo y limita la capacidad de respuesta ante el deterioro de la cartera, especialmente en los casos de mora prolongada.



(Gráfica 3: cómo es la estructura de los procesos internos de las organizaciones de los entrevistados)

Estructura operativa del ciclo de cobro (Preventivo vs. Jurídico) Los resultados obtenidos a partir de las entrevistas realizadas a diez (10) expertos evidencian que la gestión

de cartera se desarrolla principalmente bajo una estructura secuencial y escalonada. Como se observa en la Figura X, el 80% de los participantes (8 de 10) manifestó que el proceso de cobro se organiza por etapas progresivas, mientras que el 20% (2 de 10) indicó que la gestión se estructura mediante un esquema de cobro interno y externo en función de la antigüedad de la cartera.

De acuerdo con los testimonios de Doralba Marín y Nelsy Quintana, el ciclo de cobranza inicia con una fase de cobro preventivo interno, en la cual se desarrollan actividades de facturación, envío de notificaciones, recordatorios de pago, llamadas de seguimiento y negociaciones orientadas a la normalización de las obligaciones pendientes, esta etapa suele mantenerse entre 60 y 90 días, aunque puede extenderse dependiendo de las políticas institucionales y de la capacidad operativa de cada organización para gestionar la recuperación temprana de los recursos.

Una vez agotadas las acciones preventivas sin obtener resultados satisfactorios, la cartera es trasladada a una fase de cobro pre jurídico y jurídico, caracterizada por procedimientos más formales y coercitivos. Según los entrevistados, estas actividades suelen ser ejecutadas por firmas especializadas o asesores externos, con el propósito de fortalecer la capacidad de recuperación de la cartera vencida y reducir la carga administrativa de la organización.

Estos hallazgos coinciden con lo planteado por Lawrence J. Gitman, quien sostiene que las políticas de cobranza deben desarrollarse mediante procedimientos escalonados que permitan incrementar gradualmente la intensidad de las acciones de recaudo conforme aumenta el riesgo de incumplimiento, de acuerdo con este autor, una gestión eficiente de

cuentas por cobrar inicia con estrategias preventivas de seguimiento y control antes de recurrir a mecanismos legales de recuperación. Asimismo, Stephen A. Ross y Randolph W. Westerfield afirman que la efectividad de la administración de cartera depende de la existencia de políticas de cobro estructuradas que permitan equilibrar la recuperación de recursos con los costos operativos asociados al proceso.

Los resultados permiten concluir que las organizaciones analizadas cuentan con una estructura formal de cobranza, predominando el modelo secuencial por etapas (80%). Sin embargo, las entrevistas también evidencian que la prolongación de la fase preventiva y la transición hacia las instancias pre jurídicas y jurídicas pueden generar retrasos en la recuperación de la cartera, incrementando los niveles de morosidad y afectando la eficiencia del recaudo. Este hallazgo sugiere la necesidad de fortalecer los mecanismos de seguimiento, trazabilidad y coordinación entre las diferentes etapas del proceso de cobranza para mejorar los resultados financieros de las organizaciones. Chartered Institute of Credit Management. (2021). *Credit Management*. CICM.

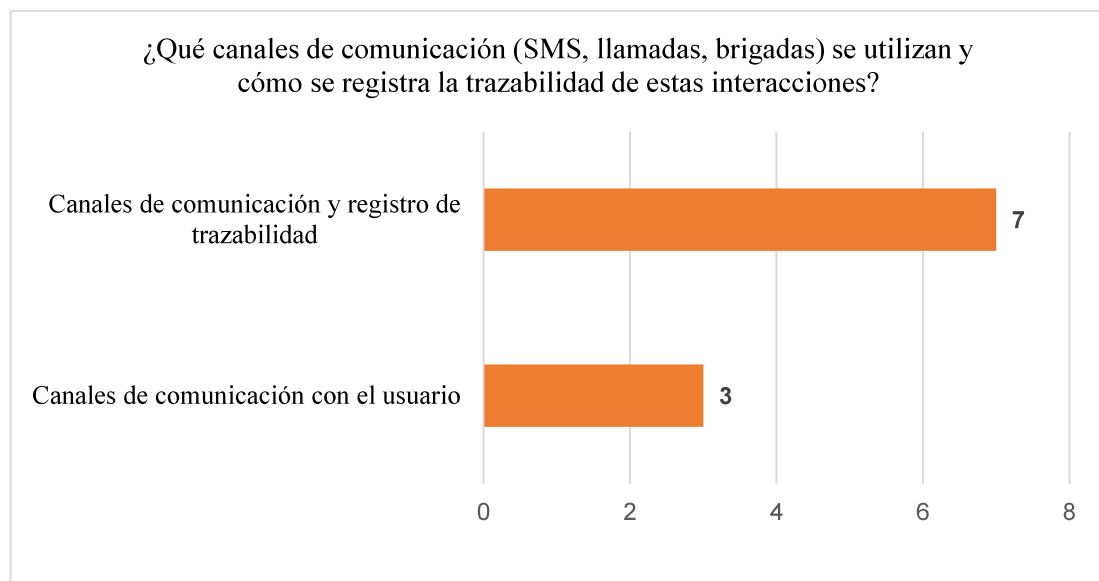
Coordinación interdepartamental y actividades críticas de recaudo

Respecto a las tareas determinantes para la recuperación de cartera, los entrevistados identificaron la validación de pagos, la actualización constante de datos y el seguimiento diario como actividades críticas. Sin embargo, la articulación de estas tareas presenta limitaciones. Como lo destaca Nelsy Quintana, la coordinación se realiza a través de "mesas de trabajo" semanales en las que se revisan los casos más críticos y se definen acciones operativas como la suspensión del servicio, este hallazgo evidencia una dependencia total de

la coordinación manual interdepartamental, lo que genera cuellos de botella y ralentiza los tiempos de respuesta del equipo comercial.

Trazabilidad y gobernanza de la información comercial Un hallazgo transversal corresponde a las debilidades en la gestión de la trazabilidad.

Las entrevistas revelan una desarticulación estructural en el registro de las interacciones con el usuario a través de los múltiples canales utilizados (mensajes SMS, llamadas telefónicas, WhatsApp y brigadas de campo), en la práctica operativa, coexisten datos centralizados en el sistema comercial (como Acuacis CF) con anotaciones locales y bases de datos aisladas, esta fragmentación de la información diluye la historia clínica del usuario, obligando a realizar validaciones manuales y limitando la capacidad de la organización para tener una visión única, actualizada y confiable de la deuda.



(Grafica 4: canales de comunicación con los usuarios)

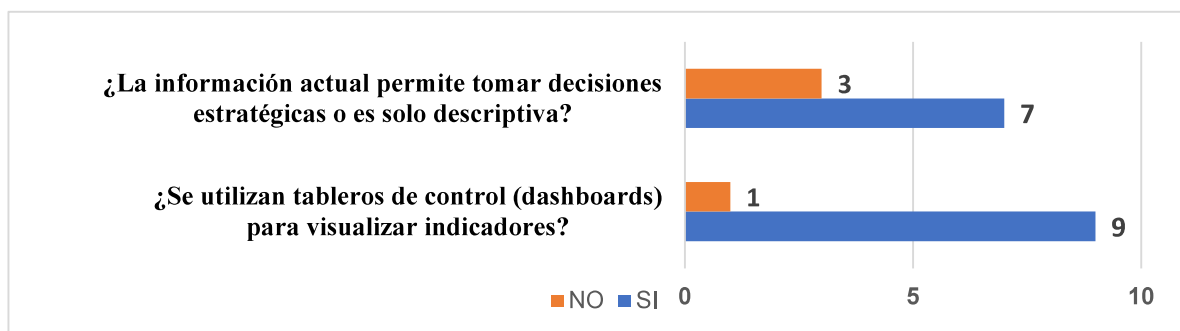
Análisis de la Gestión y Calidad de la Información (Fragmentación de Datos)

Un hallazgo crítico derivado de las entrevistas es la persistencia de una "Fragmentación Estructurada" en el manejo de los datos de los usuarios, os resultados

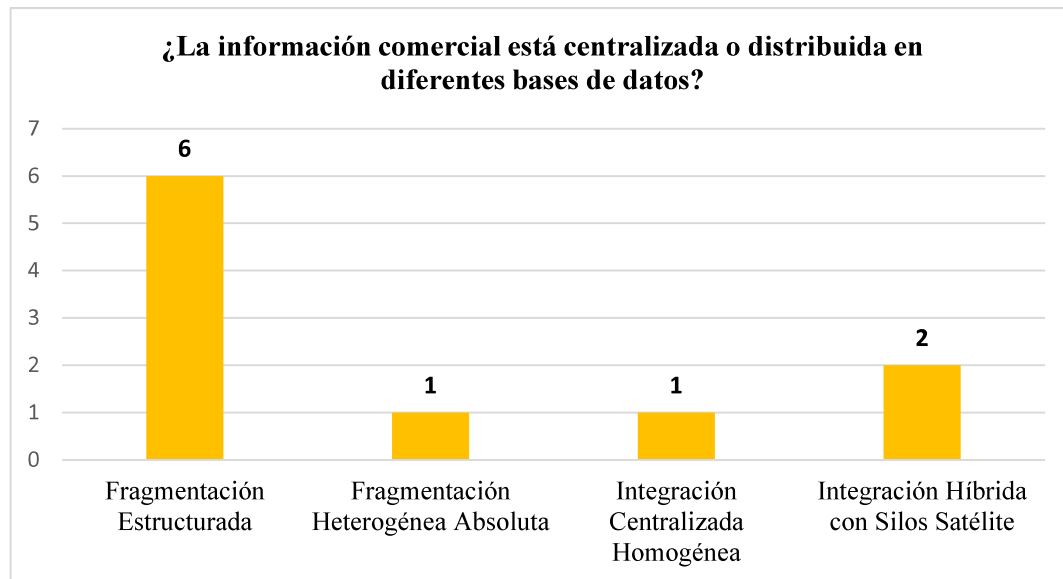
evidencian que, si bien las organizaciones cuentan con sistemas comerciales de procesamiento transaccional o *Core* (como Acuacis CF o plataformas internas), la gestión operativa y el seguimiento cotidiano de la cartera recaen frecuentemente en archivos de Excel y bases de datos locales no integradas, esta información, distribuida en "silos" organizacionales, impide la consolidación de una única versión de la verdad sobre el estado de la deuda del usuario y aumenta el riesgo de inconsistencias comerciales.

En relación con la accesibilidad oportuna de la información, los participantes identificaron graves limitaciones estructurales que afectan la eficiencia comercial, como lo señala la experta Vanesa López, existe un "cuello de botella" institucional evidente cuando el área de cartera requiere consultar información histórica para sustentar cobros jurídicos o atender auditorías. En estos escenarios, el equipo de cobranza no cuenta con autonomía directa sobre el historial de pagos, viéndose en la obligación de solicitar reportes centralizados al departamento de Tecnología o Sistemas (TIC), esta dinámica genera una profunda "Dependencia de Gestión Externa" que ralentiza la trazabilidad documental, ocasionando tiempos de espera que pueden prolongarse por varios días y anulando la capacidad de la entidad para emitir una respuesta ágil ante el deudor moroso.

(Gráfica 5: cómo se maneja la información para análisis y toma de decisiones)



A pesar de que el 90% de los entrevistados cuenta con tableros de control para la visualización de indicadores de gestión, el 70% reconoce que la toma de decisiones sigue siendo predominantemente descriptiva en lugar de estratégica, esto evidencia una brecha entre la disponibilidad de herramientas tecnológicas y su aprovechamiento para el análisis predictivo o la planeación a largo plazo.



(Gráfica 6: cómo se encuentra distribuida la información de la cartera y recaudo de los usuarios)

Herramientas Tecnológicas y Madurez Analítica Actual

Los resultados de las entrevistas evidencian que el nivel de madurez analítica en las organizaciones prestadoras de la región es predominantemente un *Alcance Analítico Descriptivo Pasivo*, aunque perfiles como Nelsy Quintana y Juan Carlos Salas reportan el uso incipiente de herramientas de Inteligencia de Negocios (BI) como Qlik Sense y Power BI, o Vanesa López quien destaca el uso de tableros en Looker Studio, la funcionalidad de estos sistemas se limita casi exclusivamente a la visualización retrospectiva de indicadores básicos, en la práctica, la información se utiliza para constatar la mora histórica, desaprovechando el potencial de estas tecnologías para anticipar escenarios futuros.

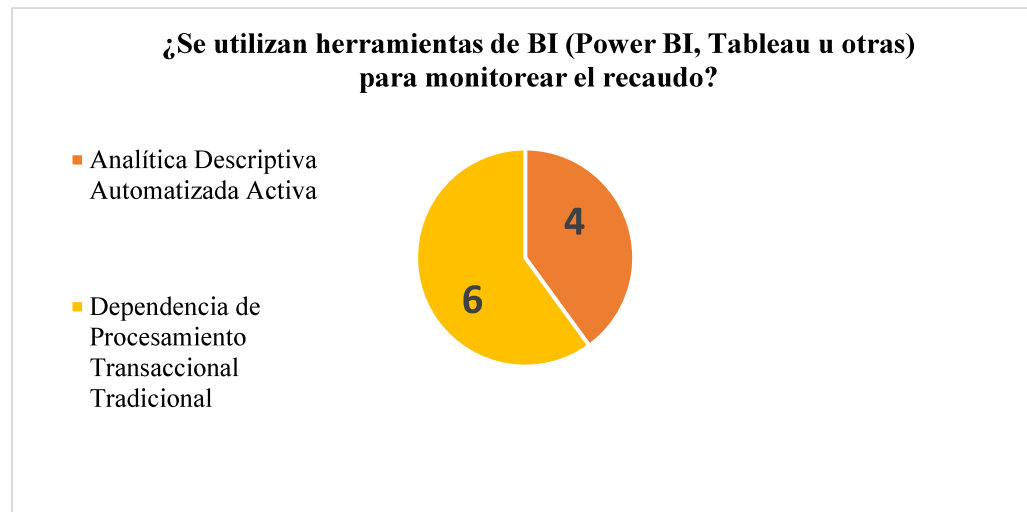
A pesar de la disponibilidad de estos tableros de control, la plataforma predominante para el cruce de datos y la toma de decisiones operativas sigue siendo Excel, esto perpetúa un ecosistema de *Procesamiento Manual Tradicional* o, en el mejor de los casos, un esquema híbrido dependiente de validaciones humanas constantes, esta alta "manualidad" fomenta la creación de silos de información y, de acuerdo con la Matriz de Evaluación de Factores Internos (EFI), constituye una debilidad crítica que impacta directamente en la proliferación de errores de medición y facturación.

El impacto financiero de esta ineficiencia estructural es profundo, la dependencia de procesos manuales de cobro posee un bajo retorno de inversión (ROI) y eleva sustancialmente el Gasto Operativo (OPEX) comercial, el cual, según la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), puede absorber hasta el 3% de los ingresos organizacionales sin lograr tasas de recuperación superiores al 25% en cartera vencida.

Finalmente, esta dependencia manual y la constante necesidad de solicitar reportes al área de tecnología (*Dependencia de Gestión Externa*) generan una severa asincronía temporal en la información, esta latencia operativa se traduce en un *Costo de Oportunidad por Latencia en el Recaudo*, ya que la lentitud de los datos impide capturar al usuario moroso en su momento exacto de propensión al pago. Como fundamenta la teoría de la analítica predictiva (Siegel, 2016), la ausencia de modelos de segmentación proactiva y automatizada resta efectividad a las acciones de cobro, haciendo indispensable la transición hacia un

modelo impulsado por Inteligencia Artificial que priorice inteligentemente el recurso humano en campo.

(Gráfica 7: qué herramientas utilizan para la visualización de datos)

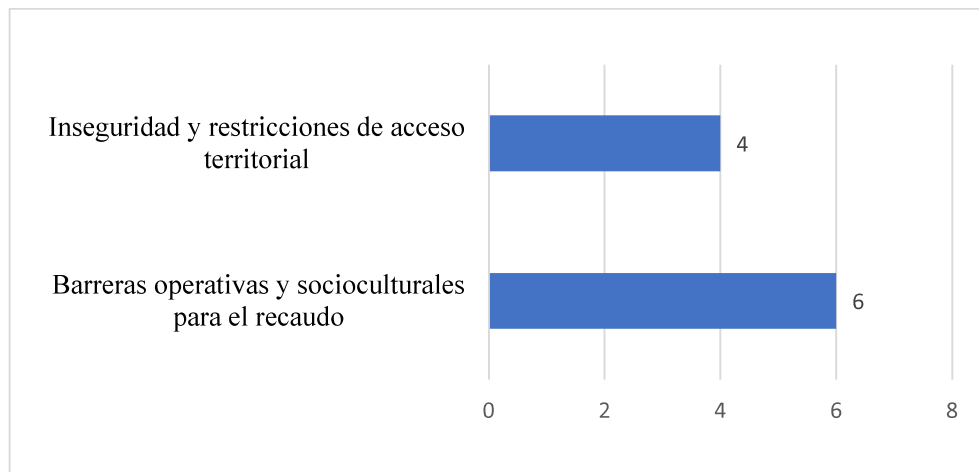


Limitaciones Estructurales: Informalidad y Cultura de No Pago

Los resultados de las entrevistas evidencian que los factores exógenos al control administrativo de las empresas actúan como barreras estructurales infranqueables para los modelos de cobranza tradicionales, estas limitaciones anulan la efectividad de las estrategias presenciales masivas y se manifiestan en tres dimensiones críticas que exigen una transición hacia el análisis predictivo:

- Los resultados obtenidos para la Variable 6 evidencian que las principales limitaciones para la gestión de recaudo en la región Caribe no se encuentran únicamente en los procesos internos de las organizaciones, sino también en factores externos asociados al contexto territorial y sociocultural, como se observa en la gráfica, el 60% de los expertos entrevistados (6 de 10 participantes) identificó **las barreras operativas y socioculturales para el recaudo como el principal obstáculo para la recuperación efectiva de cartera**, mientras que el 40% (4 de 10 participantes)

señaló la inseguridad y las restricciones de acceso territorial como una problemática crítica que afecta directamente las actividades de cobranza en campo.



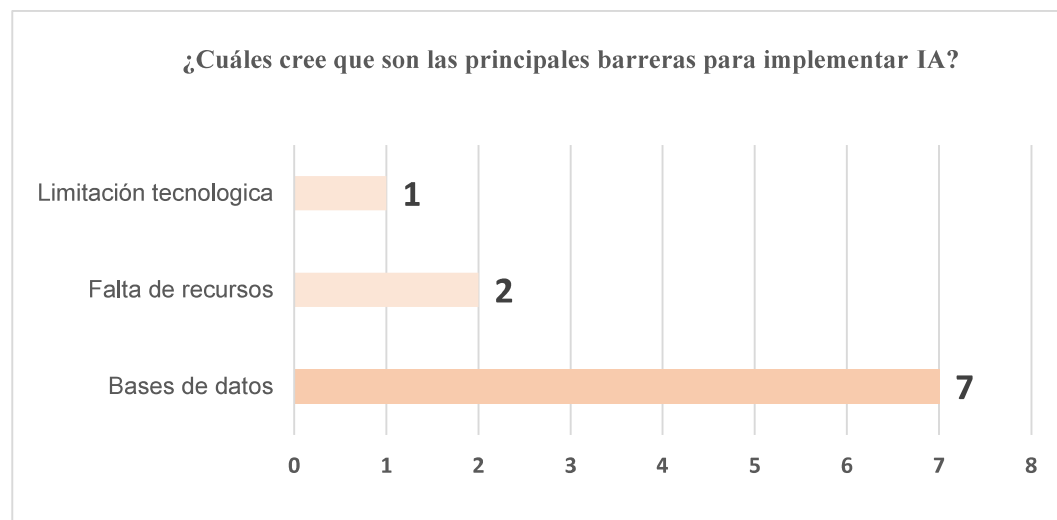
(Gráfica 8: barreras operativas para la gestión de cobro en campo, así como desafíos socioculturales)

En relación con este último aspecto, las expertas **Doralba Marín** y **Judith Lemus** coincidieron en destacar que la existencia de sectores catalogados como “zonas rojas” limita significativamente la capacidad operativa de las empresas prestadoras de servicios. La imposibilidad de acceder físicamente a determinados territorios debido a problemas de orden público, inseguridad y presencia de actores que restringen la movilidad impide la realización de actividades fundamentales como el cobro persuasivo puerta a puerta, las visitas de verificación y la ejecución efectiva de suspensiones del servicio por incumplimiento en los pagos.

Los resultados muestran que, aunque la inseguridad territorial representa una preocupación importante para el 40% de los entrevistados, la principal dificultad identificada corresponde a las barreras operativas y socioculturales (60%), las cuales incluyen resistencia al pago, baja cultura de recaudo, informalidad económica, dificultades de comunicación con los usuarios y limitaciones en la actualización de la

información de contacto, estas condiciones reducen la efectividad de las estrategias convencionales de cobranza y generan mayores costos de gestión para las organizaciones.

- El desafío socioeconómico del Alto Índice de Informalidad: Los testimonios cualitativos ratifican la evidencia cuantitativa expuesta por Rodríguez y Tovío (2024), quienes demuestran que el 55% de la varianza del impago en la región se explica por la volatilidad de los ingresos derivados de la economía informal. Esta condición económica obliga al usuario a operar bajo la "teoría de la utilidad" (economía de supervivencia), priorizando los gastos de subsistencia diaria sobre el pago del servicio público. En este contexto, el envío masivo de notificaciones estándar resulta ineficaz frente a un usuario que, más que recordatorios, requiere incentivos personalizados y una *Gestión Híbrida de Recaudo* ajustada a su ciclo real de ingresos.



(Gráfica 9: barreras para la implementación de la inteligencia artificial en su empresa)

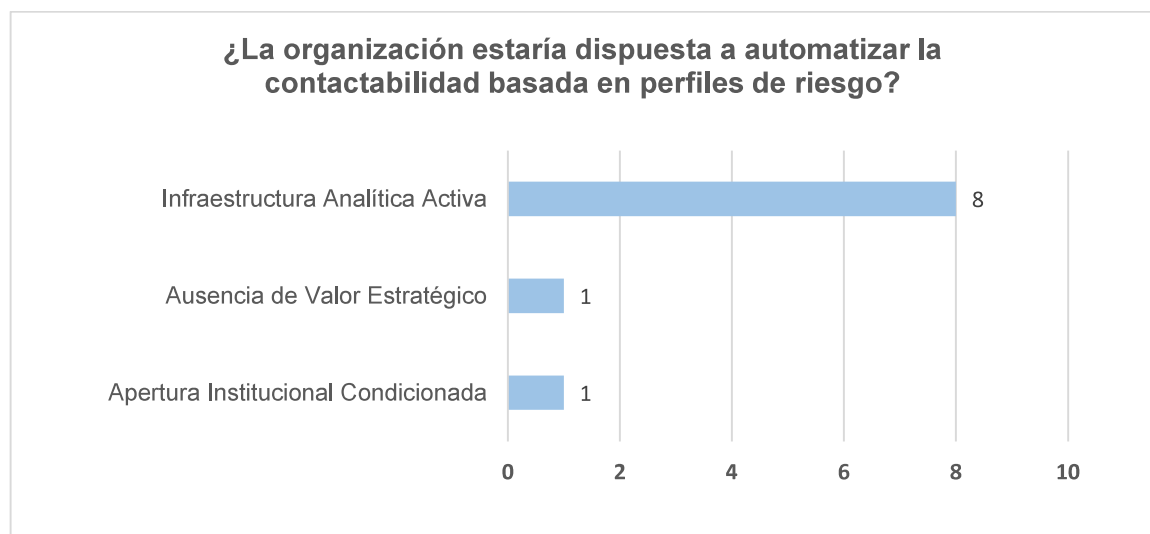
- Brecha de confiabilidad y calidad del dato de contacto: La veracidad de las bases de datos comerciales en la región es consistentemente deficiente. Como lo ilustra Doralba Marín, la informalidad habitacional hace que "los usuarios cambien de domicilio" constantemente sin reportar la novedad. Este fenómeno se agrava con lo señalado por Vanesa López respecto a la alta recurrencia de "direcciones incompletas y números telefónicos fuera de servicio". Esta falta de *Consistencia y Vigencia del Dato de Ubicación Comercial* invalida cualquier esfuerzo logístico de notificación legal masiva. Como consecuencia, las campañas preventivas fracasan en su origen, consolidando una *ineficiencia operativa estructural que hace imperativo el uso de herramientas de inteligencia de negocios (BI)* para lograr un saneamiento catastral autónomo antes de ejecutar cualquier acción de cobro.

Percepción y Viabilidad de la Inteligencia Artificial (IA) y Modelos Predictivos

El análisis de las entrevistas evidencia una disposición institucional altamente favorable (Variable 23) hacia la modernización tecnológica. Como lo expresan expertos como Luis Buendía y Belkis Melo, existe un consenso sobre la viabilidad de implementar una Infraestructura Analítica Activa apoyada en Inteligencia Artificial. Los participantes reconocen que el uso de algoritmos predictivos resulta fundamental para anticipar la probabilidad de mora, optimizar la toma de decisiones y ejecutar una segmentación avanzada de los usuarios de acuerdo con sus perfiles de riesgo, Esta percepción coincide con lo planteado por Thomas H. Davenport y Jeanne G. Harris (2017), quienes sostienen que las organizaciones que incorporan analítica avanzada en sus procesos de negocio desarrollan capacidades superiores para predecir comportamientos futuros y mejorar la eficiencia operativa mediante la toma de decisiones basada en datos, de igual forma, Siegel (2016)

argumenta que la transición hacia modelos de analítica predictiva permite automatizar las estrategias de contactabilidad y focalizar los esfuerzos de cobranza en segmentos con mayor probabilidad de incumplimiento, superando las limitaciones de los enfoques masivos tradicionales.

Asimismo, los hallazgos son consistentes con lo expuesto por Brynjolfsson y McAfee (2017), quienes afirman que la adopción de inteligencia artificial y sistemas de aprendizaje automático genera ventajas competitivas al transformar grandes volúmenes de datos en información estratégica para la gestión organizacional. En el contexto de la gestión de cartera, estas tecnologías facilitan la identificación temprana de patrones de morosidad, la priorización de acciones de recaudo y la optimización de los recursos destinados a la recuperación de cartera.



(Grafica 10: disponibilidad en adopción de modelos de automatización de procesos para contactabilidad basada en los perfiles de los usuarios)

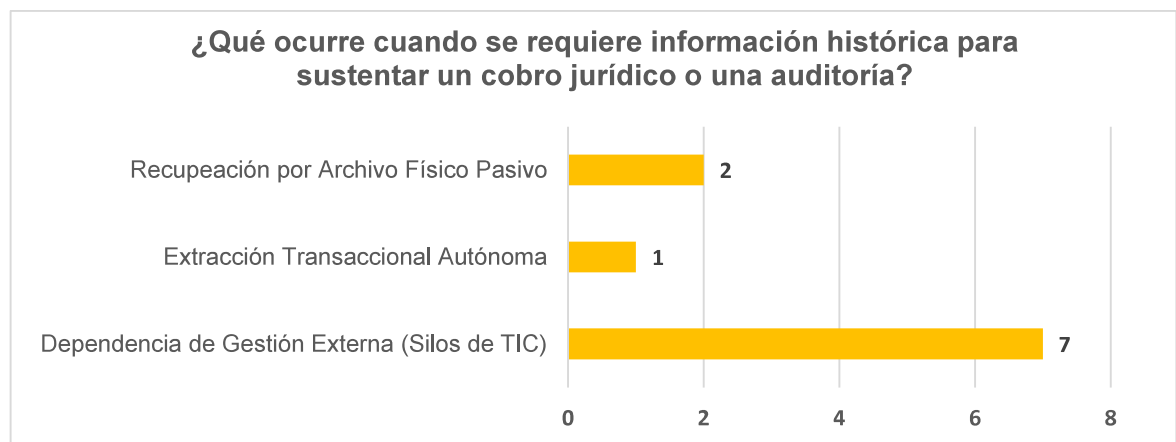
En consecuencia, los resultados evidencian que las organizaciones analizadas no solo reconocen la necesidad de modernizar sus procesos de cobranza, sino que también perciben la inteligencia artificial y la analítica predictiva como herramientas estratégicas para

fortalecer la eficiencia operativa, reducir los niveles de mora y mejorar la capacidad de respuesta frente a los riesgos financieros asociados a la cartera.

7. Análisis y discusión

La Fuente Única de Verdad frente a la Fragmentación Documental

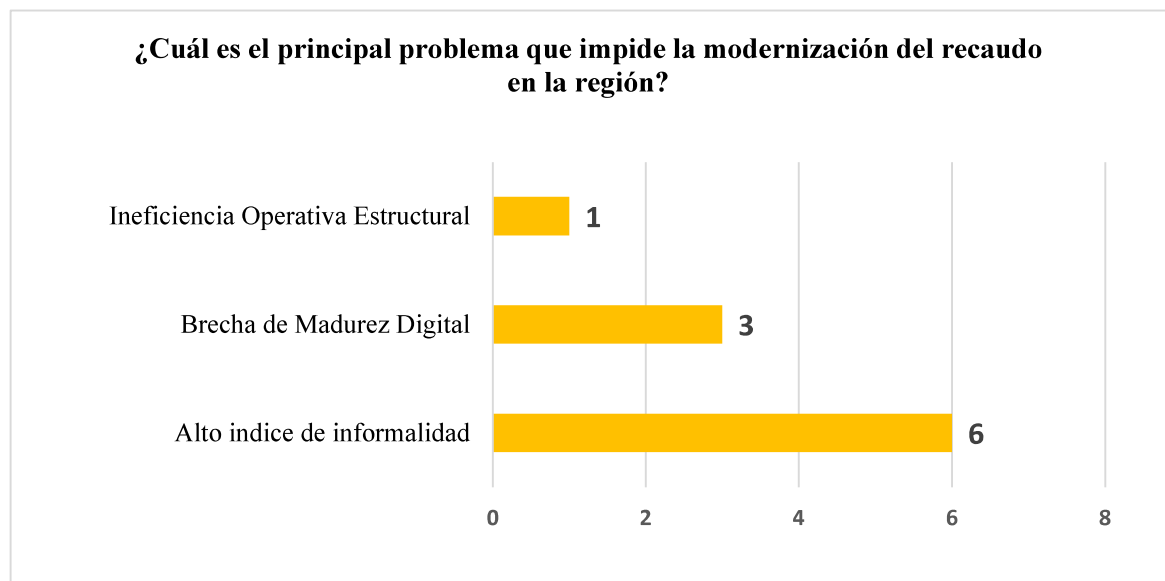
El hallazgo de "información dispersa" contrasta drásticamente con la teoría de Sharda, Delen y Turban (2023), que posiciona a la Inteligencia de Negocios como el eje integrador para una "fuente única de verdad", la dependencia de las áreas de TIC para obtener reportes históricos (Variable 15, Vanessa López) evidencia una ruptura en la gobernanza de datos. Como advierte Kerzner (2022), la dependencia del conocimiento tácito y de procesos manuales vulnera la trazabilidad institucional, transformando la gestión del recaudo en un proceso reactivo supeditado a la disponibilidad de personal técnico y no a sistemas inteligentes autónomos.



(Gráfica 11: disponibilidad en la adopción de modelos de automatización de procesos para contactabilidad basada en los perfiles de los usuarios).

Desafíos Socioeconómicos y el Modelo de Segmentación de Cartera

El análisis de los resultados ratifica de manera contundente que el principal obstáculo estructural para la modernización del recaudo es el Alto Índice de Informalidad (Variable 32), identificado transversalmente por la mayoría de los expertos entrevistados. Estos hallazgos cualitativos validan la evidencia econométrica expuesta por Rodríguez y Tovío (2024), quienes demuestran que el 55% de la varianza en el impago de los servicios públicos en la región Caribe responde directamente a la volatilidad de los ingresos derivados de la economía informal.



(Gráfica 12: principales problemas que impiden la modernización del recaudo en la región Caribe)

Bajo este escenario de vulnerabilidad socioeconómica, se evidencia que el modelo de cobro persuasivo masivo y genérico resulta altamente ineficiente, ya que ignora el contexto de subsistencia del usuario y se convierte en un sumidero para el Gasto Operativo (OPEX) comercial.

Como alternativa estratégica, la discusión de los hallazgos sugiere la necesidad imperativa de evolucionar hacia una Segmentación Inteligente o *Segmentación Avanzada* de la cartera, este enfoque se fundamenta en los postulados teóricos de Martínez y Silva (2022), quienes mediante modelos de *Machine Learning* demostraron empíricamente que el uso de algoritmos predictivos permite diferenciar con precisión al "pagador en crisis" del "pagador olvidadizo".

La correcta caracterización de estos perfiles habilita a la organización para aplicar una verdadera Gestión Híbrida de Recaudo:

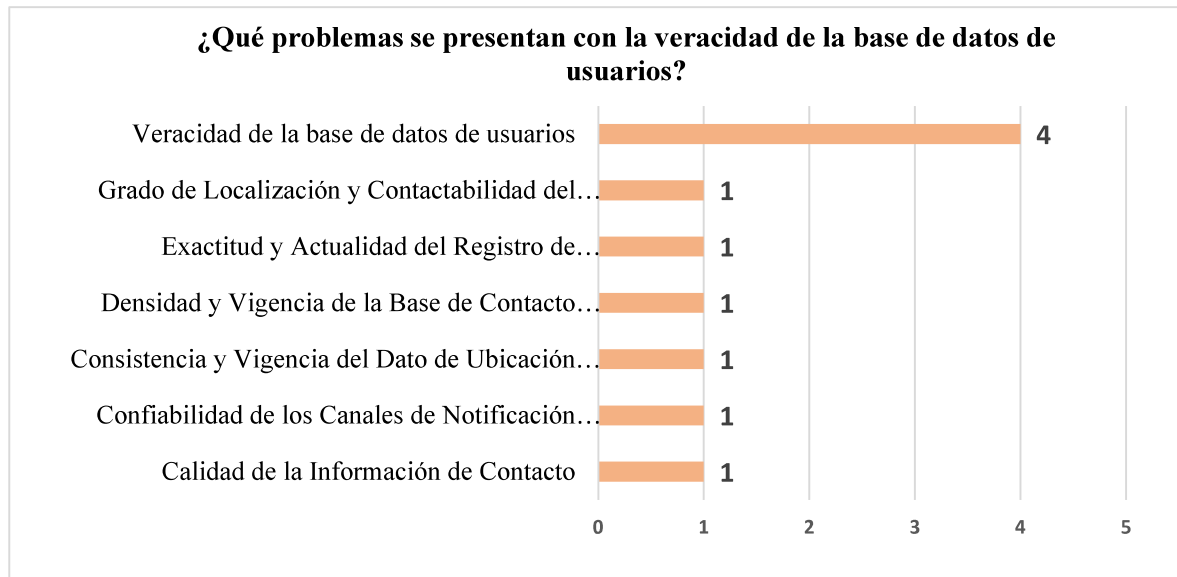
- Por un lado, el "pagador en crisis" (cuyo impago es consecuencia directa de la informalidad laboral) requiere de intervenciones personalizadas, con planes de micro pago y acuerdos flexibles que se ajusten de manera realista a su ciclo de ingresos volátil.
- Por otro lado, el "pagador olvidadizo" (con capacidad de pago pero falta de oportunidad) puede ser normalizado rápidamente mediante recordatorios automatizados tempranos y de bajo costo operativo.

De esta forma, la Inteligencia Artificial no solo evita la fricción innecesaria con el consumidor, sino que optimiza de forma directa el uso del OPEX comercial al focalizar el esfuerzo presencial y administrativo únicamente donde el algoritmo indica mayor probabilidad de recuperación.

Impacto del IANC y Calidad del Dato en la Sostenibilidad Financiera

El análisis de los resultados evidencia que la desactualización catastral y las deficiencias en la veracidad de las bases de datos (Variable 7) actúan como un catalizador que alimenta directamente el Índice de Agua No Contabilizada (IANC), esta realidad

operativa, extraída cualitativamente de las entrevistas, triangula de manera precisa con los diagnósticos oficiales de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD, 2025) y la Contraloría General de la República (CGR, 2025). Dichos organismos de control advierten sobre una vulnerabilidad crítica en la región Caribe, situando las pérdidas comerciales en niveles alarmantes que ascienden hasta el 20% del total facturado.



(Grafica 13: problemas en la veracidad de la base de datos de contacto de los usuarios)

Al profundizar en las causas subyacentes, expertos como Juan Carlos Salas y Ashley Herrera vinculan este alto volumen de pérdidas directamente con la proliferación de "conexiones sin legalización", usuarios no registrados y predios inexistentes en el sistema comercial, esta problemática estructural evidencia una profunda afectación en la *Confiabilidad de los Canales de Notificación Comercial* y en la *Consistencia y Vigencia del Dato de Ubicación Comercial*. Como fundamenta el marco teórico del sector, estas pérdidas no corresponden a fallas físicas de infraestructura (fugas), sino a ineficiencias netamente comerciales originadas por la incapacidad técnica de mantener un catastro saneado.

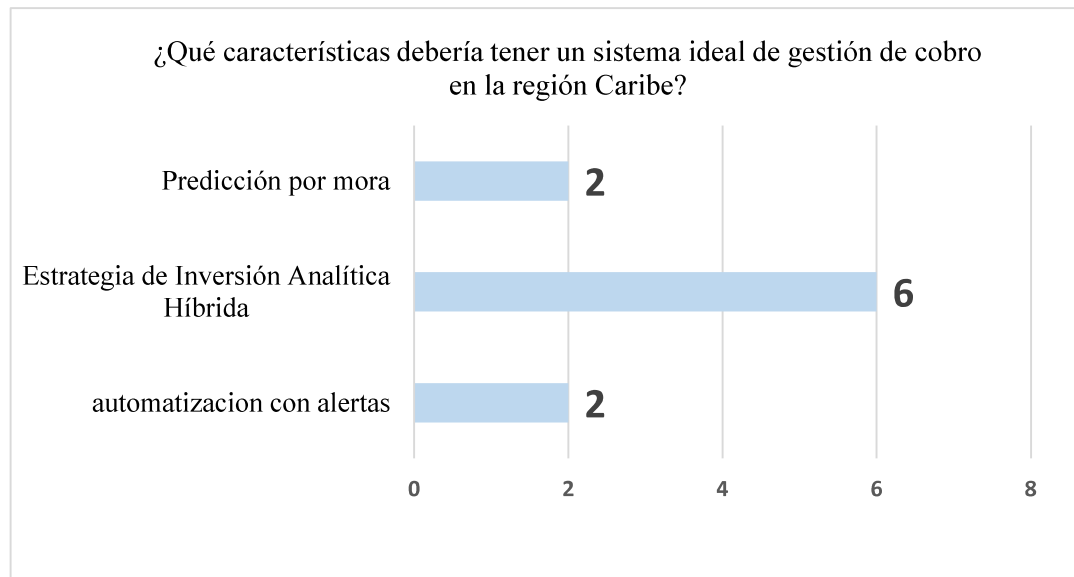
En este contexto, la discusión revela que la falta de un modelo de Inteligencia de Negocios (BI) perpetúa y agrava estas pérdidas comerciales, sin una arquitectura de datos que realice cruces automatizados y predictivos entre el sistema de facturación, el catastro y el consumo real, resulta imposible lograr un "saneamiento catastral autónomo" que detecte tempranamente anomalías y fraudes.

Cumplimiento Normativo y la Automatización Ética (Habeas Data)

La Ley 2300 de 2023 ("Dejen de Fregar") y la Ley 1581 de 2012 (Variable 31) imponen un marco restrictivo pero necesario. La discusión con los expertos sugiere que la automatización no debe ser masiva, sino orientada al "Canal Preferente". Un modelo de IA exitoso en el Caribe debe incorporar un requisito técnico de contactabilidad que respete los horarios legales y el canal elegido por el usuario, transformando la restricción normativa en una estrategia de confianza que reduzca la litigiosidad por indebida notificación.

Implicaciones para el Diseño del Modelo de BI/IA

La identificación de los principales cuellos de botella en la gestión de cartera, tales como la excesiva manualidad de los procesos, la latencia en los sistemas de información y la existencia de datos de contacto desactualizados o erróneos, permite justificar la necesidad de un sistema de gestión de cobro con capacidades analíticas avanzadas, en este sentido, los resultados obtenidos para la Variable 28 muestran que los expertos priorizan la incorporación de herramientas que permitan una gestión más inteligente y predictiva del recaudo.



(Grafica 14: modelos predictivos de gestión de cobranza)

Como se observa en la gráfica, el 60% de los expertos entrevistados (6 de 10) considera que la principal característica de un sistema ideal de gestión de cobro para la región Caribe debe ser una Estrategia de Inversión Analítica Híbrida, capaz de integrar analítica de datos, inteligencia artificial y conocimiento operativo del territorio para optimizar la toma de decisiones, por su parte, el 20% de los participantes (2 de 10) destacó la importancia de incorporar mecanismos de predicción de mora, mientras que otro 20% (2 de 10) señaló como prioridad la automatización con alertas tempranas para el seguimiento de clientes con riesgo de incumplimiento. (Sharda et al., 2023)

8. Conclusiones del Análisis

- Silos como multiplicadores de ineficiencia: La fragmentación de datos en archivos de Excel y la dependencia de solicitudes manuales a TIC impiden una trazabilidad institucional efectiva, retrasando el ciclo de recaudo.
- Obsolescencia del cobro genérico: La realidad socioeconómica (55% de informalidad) exige modelos de segmentación inteligente que diferencien las estrategias de cobro según la capacidad de pago real del usuario.
- Impacto crítico del IANC comercial: Las pérdidas del 20% en la región Caribe están intrínsecamente ligadas a la mala calidad del dato (predios inexistentes y conexiones ilegales), lo cual es mitigable mediante analítica cruzada.
- Barrera de la Gobernanza: La modernización del recaudo no se ve impedida por la falta de datos, sino por una débil gobernanza de la información que centraliza el acceso en áreas tecnológicas (silos de TIC), creando cuellos de botella operativos.
- Automatización Ética y Normativa: El cumplimiento de la Ley 2300 y Habeas Data mediante el uso de "Canales Preferentes" es un requisito técnico indispensable para la viabilidad legal del modelo de IA propuesto.

9. Recomendaciones

- Implementar una plataforma centralizada de información comercial que integre los datos provenientes de los diferentes sistemas de la empresa, como canales de atención, facturación, contratación de servicios, suspensión y operaciones, con el fin de disponer de una fuente única de información que facilite la trazabilidad de las actividades para diferentes gestiones.
- Fortalecer la gobernanza de datos mediante la definición de políticas para la administración, actualización y calidad de la información de los usuarios, garantizando la consistencia, integridad y disponibilidad de los datos utilizados en los procesos de cartera y recaudo.
- Reducir la dependencia de procesos manuales y de hojas de cálculo, mediante la automatización de las actividades operativas relacionadas con la consolidación, depuración, validación, actualización y análisis de la información comercial, esto permitirá disminuir la duplicidad de tareas, minimizar los errores derivados de la manipulación manual de los datos y reducir los tiempos en el procesamiento de la información, también facilitará la integración de datos provenientes de diferentes fuentes de trabajo, mejorando la calidad, confiabilidad y oportunidad de la información disponible para la gestión de cartera, fortaleciendo la toma de decisiones basada en datos y optimizando el seguimiento de los procesos de recaudo, recuperación de cartera y actualización de la información de los usuarios.
- Incorporar herramientas de inteligencia de negocios (BI) e Inteligencia Artificial (IA) que permitan transformar los datos operativos y comerciales en información estratégica para la gestión de cobro, a través del desarrollo de modelos predictivos de

riesgo de mora y segmentación estratégica, lo cual hará posible identificar de manera anticipada los usuarios con mayor probabilidad de incumplimiento, para facilitar la elaboración de estrategias diferenciales de cobro.

- Diseñar estrategias diferenciadas de recaudo considerando las características socioeconómicas, demográficas y de comportamiento de los usuarios, con el propósito de implementar acciones de cobranza adaptadas a las particularidades de cada segmento de usuarios para ello, se tendrán en cuenta variables como; el estrato socioeconómico, el historial de pago, la antigüedad de la deuda, el nivel de consumo, la ubicación geográfica, la frecuencia de incumplimiento, los canales de contacto disponibles, historial de convenios incumplidos, zona roja, renuencia en pago y la capacidad de pago estimada.
- Implementar campañas permanentes de actualización y validación de la información de contacto de los usuarios, aprovechando todos los canales de interacción disponibles para garantizar la calidad, integridad y confiabilidad de las bases de datos utilizadas en la gestión comercial y de cartera, estas campañas deberán establecer procesos continuos de captura, verificación, depuración y actualización de datos como números de teléfono, direcciones de correo electrónico, direcciones de residencia, información de los responsables del servicio y demás datos relevantes para la comunicación con los usuarios.
- Fortalecer las capacidades analíticas del talento humano mediante procesos de capacitación en analítica de datos, Business Intelligence e Inteligencia Artificial, promoviendo una cultura organizacional orientada a la toma de decisiones basada en evidencia y al aprovechamiento estratégico de la información.

- Promover y desarrollar futuras investigaciones orientadas a evaluar, validar y fortalecer la aplicación de modelos de Business Intelligence (BI) e Inteligencia Artificial (IA) en empresas prestadoras de servicios públicos domiciliarios, con el propósito de analizar su contribución al mejoramiento de la gestión comercial y de cartera en diferentes contextos organizacionales.

10. Referencias

Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*, 96(1), 108–116.

Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Documento CONPES 3975. Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial*. Consejo Nacional de Política Económica y Social.

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.

Olguín, E., Morales, G., Loyola-González, O., et al. (2022). *Improving debt collection via contact center information: A predictive analytics framework*. *Decision Support Systems*, 159, 113812. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2022.113812>

Schoonbee, L., Moore, W. R., & Van Vuuren, J. H. (2022). *A machine-learning approach towards solving the invoice payment prediction problem*. *South African Journal of Industrial Engineering*, 33(4), 137–153. <https://doi.org/10.7166/33-4-2726>

Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2023). *Business intelligence, analytics, data science, and AI: A managerial perspective* (5th ed.). Pearson.

Siegel, E. (2016). *Predictive analytics: The power to predict who will click, buy, lie, or die* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2025). *Informe sectorial de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado 2025*. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

11. Mensaje final

¡Gracias por su tiempo! Es mi primera experiencia desarrollando un trabajo de grado de esta naturaleza; hay muchas cosas que aún desconozco, pero sin duda hoy sé un poco más que ayer.