Optimización en el proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL

Jimmy Esteban Porras Sánchez

Eliana Julieth Torres Parra

Diego Alexander Trujillo Flórez

Cristian Camilo Trujillo Pedraza

Corporación Universitaria Minuto De Dios - UNIMINUTO

Rectoría Bogotá

Escuela de Ciencias Empresariales

Programa de Especialización en Gerencia Logística

agosto de 2026

Optimización en el proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL

Jimmy Esteban Porras Sánchez

Eliana Julieth Torres Parra

Diego Alexander Trujillo Flórez

Cristian Camilo Trujillo Pedraza

Trabajo de Grado Presentado como requisito para optar al título Especialista en Gerencia Logística

Asesor

PhD. Campo Elías López-Rodríguez

Docente Investigador de la Facultad de Ciencias Empresariales

Corporación Universitaria Minuto De Dios - UNIMINUTO

Rectoría Bogotá

Escuela de Ciencias Empresariales

Programa de Especialización en Gerencia Logística

agosto de 2026

Dedicatoria

Agradezco primeramente a Dios que permitió realizar esta investigación, a mi esposa y familia, a mis compañeros que aportaron su conocimiento y tiempo, a la universidad por la oportunidad de abrir sus puertas y conocimiento mediante los profesores, a quien también agradezco todo su apoyo.

Agradezco profundamente a Dios por permitirme culminar este proceso académico con éxito. A mis padres, por ser mi soporte y apoyo incondicional en cada paso. A mi hermano, por su presencia constante en cada una de mis etapas.

A Diós por ser mi guía constante, darme la sabiduría y la fortaleza para culminar este logro, a mi familia por su apoyo incondicional, amor y comprensión en cada etapa de este de este camino académico.

Con infinita gratitud a Dios por concederme la perseverancia en cada momento de este proceso, a mi familia por ser la fuerza, el impulso y la razón principal de cada uno de mis logros.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a nuestra institución y a los docentes que compartieron su conocimiento y nos guiaron en este proceso. Asimismo, a mis compañeros de equipo por su compromiso, esfuerzo y constancia en cada etapa de esta investigación

Agradezco, a mis compañeros de estudio, por acompañarme a lo largo de este camino, y a los profesores, quienes con generosidad aportaron sus conocimientos para nuestra formación.

Expreso mi sincero agradecimiento a Dios por permitirme alcanzar esta meta profesional, a mi familia por su aliento y paciencia infinita, así mismo extiendo mi gratitud y aprecio a la Industria Militar de Colombia por brindarme el espacio, el apoyo y las facilidades necesarias para llevar a cabo esta investigación.

Agradecimiento a mi familia cuya compañía y respaldo constantes fueron fundamentales para alcanzar esta cima, así mismo agradezco sinceramente a la corporación universitaria minuto de Dios y a su cuerpo docente por abrir sus puertas al conocimiento violentarme crecimiento profesional en esta investigación

Optimización en el proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL

Contenido

Introducción 15

1. Problema 18

1.1. Descripción del problema 18

1.2. Pregunta de investigación 20

2. Justificación 21

3. Objetivos 24

3.1. Objetivo general 24

3.2. Objetivos específicos 24

4. Marco de referencia 25

4.1. Marco teórico 25

4.2. Marco legal 28

5. Metodología 30

5.1. Alcance de la investigación 30

5.2. Enfoque metodológico 31

5.3. Población 31

5.4. Instrumentos 32

5.5. Procedimientos. 33

5.6. Consideraciones éticas 37

6. Resultados 38

6.1. Caracterización del proceso de despacho de producto terminado en la empresa INDUMIL 38

6.1.1. Descripción general de la operación logística de despacho 38

6.1.2. Estructura organizacional del área de despachos 41

6.1.3. Estructura Jerárquica del Organigrama 42

6.1.4. Matriz de Responsabilidades por Área 43

6.1.5. Flujo operativo del proceso de despacho de producto terminado 44

6.1.6. Descripción Detallada de las Etapas del Flujo 44

6.1.7. Recursos logísticos y tecnológicos utilizados en el despacho 48

6.1.8. Diagnóstico del proceso actual de despacho de producto terminado 51

6.2. Caracterización del sistema actual de despacho 52

6.2.1. Procedimientos de almacenamiento, alistamiento y despacho 54

6.2.2. Evaluación de tiempos operativos en el proceso de despacho 57

6.2.3. Identificación de ineficiencias en las operaciones logísticas 58

6.3. Evaluación del desempeño operativo del proceso de despacho 60

6.3.1. Indicadores de cumplimiento en los despachos realizados 61

6.3.2. Niveles de productividad en las operaciones de despacho 62

6.3.3. Costos operativos asociados al proceso de despacho 64

6.3.4. Impacto de los retrasos y reprocesos en la operación logística 65

6.4. Evaluación de los procesos de control y seguimiento logístico 67

6.4.1. Sistemas de control utilizados en el proceso de despacho 68

6.4.2. Trazabilidad de los productos terminados despachados 69

6.4.3. Seguimiento de pedidos y tiempos de entrega 71

6.4.4. Evaluación de la gestión documental y administrativa del despacho 72

6.5. Identificación de problemáticas en el proceso de despacho de producto terminado 75

6.5.1. Ineficiencias en la planeación de despachos 76

6.5.2. Problemas en la coordinación operativa y logística 77

6.5.3. Limitaciones en los sistemas de información y control 78

6.5.4. Impacto de las problemáticas en la eficiencia operativa de INDUMIL 79

6.6. Identificación de oportunidades de mejora en el proceso de despacho 80

6.6.1. Análisis de causas de las problemáticas identificadas 80

6.6.2. Priorización de oportunidades de optimización logística 83

6.6.3. Determinación de variables críticas para mejorar el despacho 85

6.6.4. Estrategias para fortalecer la eficiencia operativa del proceso. 86

6.7. Propuesta de optimización del proceso de despacho de producto terminado en INDUMIL 88

6.7.1. Diseño de estrategias para optimizar las operaciones de despacho 91

6.7.2. Implementación de indicadores KPI para el control logístico 98

6.7.3. Evaluación financiera y operativa de la propuesta de mejora 104

6.7.3.1. Cronograma Semestral de Capacitación e Implementación Logística 104

6.7.3.2. Diagnóstico Financiero: Pérdidas Actuales frente a Futuras Ganancias 108

6.7.3.3. Impacto Integral de la Implementación del ERP SAP en la Organización. 110

6.7.3.4. Matriz Comparativa Estructural: Pérdidas vs. Inversión vs. Margen de Ganancia Futura 112

6.7.4. Beneficios esperados en productividad y eficiencia logística..... 115

7. Conclusiones 118

8. Recomendaciones 122

Referencias bibliográficas..... 125

Lista de tablas

Tabla 1.Clase de vehículos con mayor número de matriculas 22

Tabla 2.Características de la operación logística de despacho en Indumil 39

Tabla 3.Responsabilidades operativas en el despacho 43

Tabla 4. Capacidad de vehículos en Colombia 52

Tabla 5. Indicadores de gestión en el área de despacho Indumil 57

Tabla 6. Capacidad de vehículo Tractomula grande ejemplo 1 59

Tabla 7. Capacidad de vehículo camión pequeño ejemplo 2 60

Tabla 8. Indicadores de cumplimiento 62

Tabla 9. Análisis de ecosistema documental de INDUMIL 73

Tabla 10. Análisis de causa de las problemáticas del proceso de despacho 81

Tabla 11. Matriz de priorización de oportunidades de mejora 83

Tabla 12. Variables críticas del proceso de despacho 85

Tabla 13. Estrategias de optimización del proceso de despacho en INDUMIL 89

Tabla 14. Ejemplo variable logística 92

Tabla 15. Plan de carga en sistema ERP 93

Tabla 16. Indicadores de seguimiento proceso de despacho 96

Tabla 17. KPI tiempo promedió de respuesta a solicitudes internas 100

Tabla 18. KPI reducción del tiempo promedio de atención a solicitudes internas 100

Tabla 19. KPI reducción de perdida y desperdicios de inventario 101

Tabla 20. KPI Tiempo promedio de abastecimiento de bienes críticos 101

Tabla 21. KPI Precisión en la predicción de necesidades logísticas mediante IA 102

Tabla 22. KPI Numero de irregularidades detectadas y corregidas oportunamente 103

Tabla 23. Satisfacción del cliente interno en servicios generales 103

Tabla 24. Numero de capacitaciones anuales en normativas legales y éticas..... 104

Tabla 25. Impacto financiero y operativo de implementación de modelo de implementación en INDUMIL..... 112

Lista de figuras

Figura 1. Ocupación minera por departamentos ……...Página 21

Figura 2. Flujograma de las técnicas de investigación ……Página 33

Figura 3. Etapas del flujo ……...……...……... Página 45

Figura 4. Flujograma del sistema actual de despacho ……...Página 54

Figura 5. Flujograma de recepción y despacho …….....Página 57

Figura 6. Capacidad vs aprovechamiento …….....Página 64

Optimización en el proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL

Resumen

La industria logística enfrenta el desafío de optimizar sus procesos para responder a mayores exigencias de eficiencia, trazabilidad y cumplimiento normativo, especialmente en organizaciones que gestionan mercancías peligrosas como INDUMIL, donde la coordinación entre áreas resulta determinante para garantizar operaciones seguras y oportunas. En este contexto, la investigación tuvo como objetivo general optimizar el proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL, mediante la identificación de oportunidades de mejora que fortalezcan la eficiencia operativa, reduzcan costos y mejoren la coordinación logística. Para ello, se desarrolló una investigación con enfoque mixto y alcance descriptivo, utilizando como técnicas principales el estudio de caso y el análisis documental, complementados con la revisión de procedimientos internos, registros operativos, observación del proceso de despacho y análisis de la interacción entre las áreas involucradas. El resultado más relevante evidenció que la principal causa de las ineficiencias corresponde a la falta de integración y comunicación entre las áreas comercial, logística y transporte, situación que genera improvisación en la asignación de vehículos, reprocesos, sobrecostos, tiempos muertos y un bajo aprovechamiento de la capacidad de carga, afectando el cumplimiento de los despachos y la productividad organizacional. Como resultado, se determinó que la optimización del proceso requiere fortalecer la comunicación interfuncional mediante la estandarización de procedimientos, la implementación integral del sistema ERP y el uso de información técnica

desde la etapa comercial, permitiendo una planeación logística precisa, una mayor trazabilidad y una operación más segura, eficiente y competitiva en una industria altamente regulada.

Palabras Clave: Optimización de procesos, despacho de productos, estudio de caso, logística 4.0.

Abstrac

The logistics industry faces the challenge of optimizing its processes to meet increasing demands for efficiency, traceability, and regulatory compliance, especially in organizations that handle hazardous materials, such as INDUMIL, where coordination among departments is critical to ensuring safe and timely operations. In this context, the overall objective of this research was to optimize the finished product shipping process at INDUMIL by identifying opportunities for improvement that would enhance operational efficiency, reduce costs, and improve logistics coordination. To this end, a mixed-methods study with a descriptive scope was conducted, using case studies and document analysis as the primary techniques, supplemented by a review of internal procedures, operational records, observation of the shipping process, and analysis of the interaction among the departments involved. The most significant finding revealed that the primary cause of inefficiencies stems from a lack of integration and communication among the sales, logistics, and transportation departments—a situation that leads to improvisation in vehicle allocation, rework, cost overruns, downtime, and underutilization of cargo capacity, thereby affecting shipment compliance and organizational productivity. As a result, it was determined that optimizing the process requires strengthening cross-functional communication through the standardization of procedures, the comprehensive implementation of

the ERP system, and the use of technical information starting from the sales stage, enabling precise logistics planning, greater traceability, and safer, more efficient, and more competitive operations in a highly regulated industry.

Keywords: Process optimization, product shipping, case study, Logistics 4.0

Optimización en el proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL

Introducción

En Indumil es de suma importancia encontrar su eslabón critico en cual presenta en su entorno empresarial, el mejoramiento exige una adaptación ágilmente a la logística 4.0 de la cadena de suministro, el eslabón critico de un alto control empresarial y operacional teniendo en cuenta la naturaleza de los materiales peligrosos, la falta de comunicación entre áreas genera una continuidad efectiva del trabajo llegando a impactar en la gestión financiera de la empresa por las pérdidas económicas que se pueden tener, por ello es importante el establecer procesos fijos donde las áreas conozcan y tengan el mismo lenguaje global y empresarial.

La investigación se justifica por la necesidad de optimizar el proceso de despacho de producto terminado en INDUMIL, empresa que opera bajo estrictos estándares de seguridad para el transporte de mercancías peligrosas, el estudio busca identificar las principales ineficiencias en la coordinación entre las áreas comercial, logística y transporte, con el fin de reducir reprocesos, sobrecostos y tiempos muertos; su implementación fortalecerá la planeación, la trazabilidad y la eficiencia operativa, contribuyendo al cumplimiento normativo y a una gestión logística más segura y competitiva.

La investigación desde un punto de vista legal y el fundamento de integración de la cadena de suministro, según exponen Ruiz-López (2024), Suárez et al. (2023) y Portugal et al. (2023) concuerdan con que el éxito de sana competencia dentro de la red logística de la industria depende de cada empresa y su esfuerzo individual, la implementación de estrategias como la logística 4.0, la automatización y los sistemas ERP fortalece la eficiencia y competitividad de organizaciones como INDUMIL. Asimismo, el cumplimiento de la normativa y la gestión de los

permisos para el transporte de mercancías peligrosas garantizan operaciones seguras, fortalecen la trazabilidad y consolidan la confiabilidad de la empresa frente a un mercado altamente competitivo.

Esta investigación tiene un desarrollo bajo un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) con alcance descriptivo frente a cada proceso que permite caracterizar las variables lógicas actuales que presenta la empresa, teniendo como población objetivo entre 50 a 100 trabajadores del área de logística y despacho en FEXAR, FAGECOR y FASAB almacenes de almacenamiento y distribución de INDUMIL, con ello se hace estudio de caso y un análisis documental detallado de los documentos internos de la empresa, donde se audito del sistema de gestión Synergy/Indudaruma y los informes de supervisión interno.

Los resultados evidenciaron deficiencias en el proceso de despacho, reflejadas en bajos indicadores de cargue y distribución, ocasionadas principalmente por la falta de coordinación entre las áreas involucradas, esta situación genera reprocesos, sobrecostos, baja utilización de la capacidad de carga y dificultades en el seguimiento de las rutas; como respuesta, se propone fortalecer la comunicación interfuncional mediante procesos estandarizados e implementar un sistema ERP que permita integrar la información en tiempo real, optimizando la planeación, la trazabilidad y la eficiencia del proceso de despacho.

La investigación concluye que la optimización del proceso de despacho en INDUMIL requiere la implementación de sistemas ERP y procesos estandarizados que fortalezcan la integración entre las áreas y mejoren la eficiencia operativa, estas estrategias favorecen la productividad, reducen costos y optimizan la toma de decisiones mediante información en tiempo real, además, la propuesta constituye un modelo de referencia para organizaciones

dedicadas al almacenamiento, transporte y despacho de mercancías, aportando al fortalecimiento de la logística 4.0 en entornos altamente regulados.

Optimización en el proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL

1. Problema

1.1. Descripción del problema

La revolución industrial ha generado un gran cambio en la historia, debido que marcó un antes y un después en la historia empresarial y tecnológica, desde entonces las empresas han tenido diversos cambios estructurales debido a que tienen que ajustarse a la industria y diversificación de clientes y normatividades que van evolucionando con el tiempo buscando el mejoramiento para la humanidad. Esta revolución exige a la logística adaptarse a los tiempos actuales, teniendo en cuenta que las empresas deben ser más eficiente y optimas con el fin de satisfacer la demanda del mercado, que exige respuestas cada día más rápidas y productos con estándares altos de calidad. Según Escobedo (2024) en la gestión logística toma la importancia que ha tenido la integración de las nuevas tecnologías como la IA evidenciando sus resultados, eficiencia, trasparencia, y mayor seguridad en los resultados.

Según Mazo (2011) alinear la oferta y la demanda es el propósito de la gestión del abastecimiento y la planeación de las cadenas, todo inicia con las señales del mercado que se traducen en información de demanda que representa el insumo esencial para el flujo de bienes y/o servicios. Es por esto por lo que modelar o pronosticar en un futuro a corto plazo, se hace necesario para la anticipación de posibles escenarios competitivos cambiantes de manera que se pueda cumplir con la promesa de venta, es un punto decisivo de la cadena de suministro para prever la demanda y generar estrategias que generen impacto en las organizaciones colombianas.

La información de demanda toma sentido siempre y cuando se logre un esquema colaborativo, donde se compartan los pronósticos con los demás eslabones de la cadena e incluso con las demás áreas de las organizaciones, de esta manera la comunicación entre departamentos facilita la toma de decisiones. La planificación es una asociación y un común acuerdo planteado bajo el esquema CPFR (CollaborativePlanning, Forecasting, and Replenishment) y facilita los procesos de Supply Chain desde su inicio hasta la entrega del producto final (Mazo, 2011).

Ortega (2016) define la gestión del aprovisionamiento como otra etapa decisiva para lograr el triunfo en la disminución del coste de la cadena de valor del producto final. A través de una minuciosa elección e integración de los mercados una organización puede optimizar la calidad, así como disminuir el coste de los productos o servicios. Incluye la escogencia y gestión de proveedores de mercancías y servicios, la negociación de precios y términos de compra, y la adquisición de mercancías y servicios de calidad, importantes para lograr un proceso más eficiente en la organización.

Los procesos logísticos de distribución se entienden como la capacidad de coordinar eficientemente los recursos físicos que permiten a las empresas industriales y comerciales llevar sus productos al mercado dentro de una cadena de suministro. Este proceso implica la movilización de bienes desde los centros de producción hasta los puntos de consumo, considerando las limitaciones tanto financieras como operativas. La distribución física internacional comprende el conjunto de actividades necesarias para garantizar el traslado de los productos desde las instalaciones de la empresa exportadora hasta las bodegas del importador, aplica se cumple con algunos requisitos de importación (Parra, 2011).

La integración de tecnologías en la nueva era permite tener un ERP fuerte interno, manteniendo áreas con constante comunicación y alineación de procesos como internos y

externos, Indumil enfrenta un reto constante con la Dirección Logística, ya que está presentando novedad en el momento de despacho en los puntos de carga, esto se presenta por la falta de comunicación con el área comercial. Hoy en día, cuando se planea un despacho de armamento, municiones o explosivos, no se sabe con exactitud cuánto espacio van a ocupar los productos en los camiones. Esta falta de datos técnicos hace que el área de transportes tenga que trabajar "a ciegas", enviando vehículos que a veces sobran en capacidad o, peor aún, que resultan insuficientes para la carga programada. Al no tener medidas claras desde que se hace la venta, la logística se vuelve una tarea de adivinanza y reacción, perdiendo la oportunidad de planificar rutas de manera profesional.

Esta situación se vuelve crítica al momento de cargar, como los operarios de transporte no reciben información previa sobre el volumen de los pedidos, tienen que improvisar y acomodar la mercancía como mejor pueden en el momento. En una industria donde se mueve material peligroso que exige máxima seguridad, estar moviendo y reacomodando cajas en el muelle es un riesgo innecesario que puede causar accidentes o dañar el producto. Además, una mala distribución del peso en los camiones acelera el desgaste de los vehículos y genera más viajes de los necesarios, lo que se traduce en gastos que se podrían evitar, todo ello con el tiempo se agrava porque no hay una conexión fluida entre lo que se vende y lo que se transporta.

1.2.Pregunta de investigación

¿Como optimizar el proceso de despacho del producto terminado en la empresa Indumil?

2. Justificación

En enero y febrero de 2025 según Pardo (2025) presidente de agencia Nacional de Minería este sector en Colombia genero las exportaciones en 1.754 millones FOB, representando el 23% de las exportaciones colombianas, siendo una cifra importante para el país, sectores como Antioquia, Boyacá y Santander son sectores claves debido a la posibilidad de adquirir permisos de uso de dinamita para la adquisición en materias primas y mantener el fuerte en la industria, como se ilustra en la figura 1 se detalla en porcentaje la ocupación minera por departamentos.

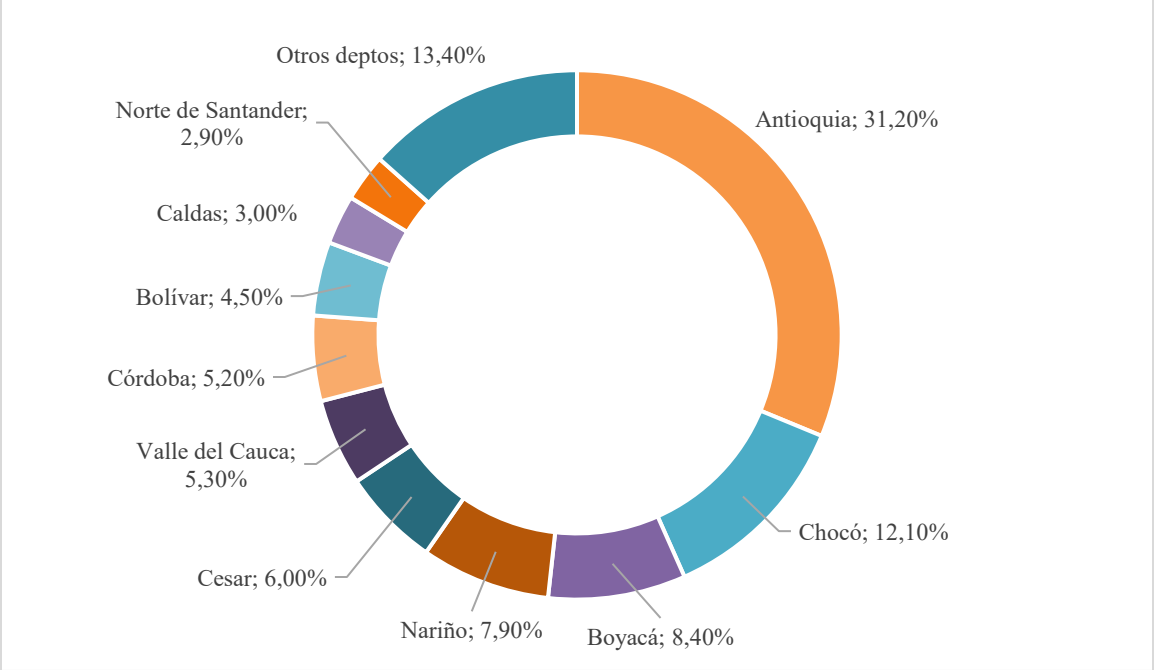


Figura 1. Ocupación minera por departamentos

Fuente: Elaboración propia con base en Agencia Nacional de Minería.

El banco BBVA afirma que el sector automotor mostró señales de recuperación en 2024 en Colombia, teniendo un crecimiento del 7,9% por utilitarios y taxis (Anónimo, 2025). En 2022 el RUNT Anónimo (2022) tuvo un crecimiento 17% en registro de vehículos a nivel nacional, evidenciando en las vías colombianas el aumento de vehículos, con la generación de trancones y embotellamientos por las vías principales y secundarias de distintas ciudades en la hora pico, pero en el mundo ya es contemplado con normalidad, en la tabla 1 que se muestra a continuación se detalla la clase de vehículos con mayor número de matrículas desde el año 2019 al año 2022.

Tabla 1.Clase de vehículos con mayor número de matriculas

Clase	2019	2020	2021	2022
Motocicleta	448.488	352.584	527.114	627.033
Camioneta	68.912	48.966	80.054	85.067
Automóvil	97.211	54.821	77.419	84.804
Otras clases de vehículo como camión, motocarro, bus buseta y volqueta	25.501	21.311	32.703	40.432
Total	640.112	477.682	717.290	837.336

Fuente: Elaboración propia con base en el RUNT

La industria de transporte de carga es la que mayor afectación presenta en el mundo, debido a las altas exigencias de los clientes hoy en día, ya que se cuenta con alta competencia porque la tecnología ha permitido distintas alianzas entre compañías o empresas totalmente independientes con un dominio total en el transporte, terrestre, aéreo y marítimo, siendo un

competidor con dominio en la industria de transporte. Chopra (2008) analiza la gestión eficiente de la cadena de suministro donde requiere una adecuada coordinación entre transporte, inventarios y capacidad de respuesta, con el fin de garantizar entregas oportunas y optimizar los costos operativos.

Resulta fundamental fortalecer los procesos de distribución del producto terminado mediante estrategias que mejoren la eficiencia operativa y la integración de las actividades logísticas, por ello la optimización de los procesos logísticos es un elemento crucial para que las organizaciones sean competitivas, especialmente en empresas del sector industrial como Indumil; aquí, el despacho del producto terminado tiene un impacto directo en los tiempos de entrega, los costos operativos y en la satisfacción del cliente.

Se aborda esta problémica para conocer el modelo actual del proceso logístico de distribución y proponer mejoras eficientes en el proceso de distribución del producto terminado, generando una efectividad en la operación y un flujo correcto en los procesos que genere niveles altos de calidad y un porcentaje de satisfacción en los clientes superior al 95%. Esto ayudara a la organización a mejorar su proceso de embalaje garantizando una adecuada adherencia con la distribución del producto terminado, contando con un personal capacitado y con personificación de cada actividad debido a su claro desarrollo en los procesos.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Optimizar el proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL

3.2. Objetivos específicos

- Identificar los principales cuellos de botella que se presentan en el proceso de despacho del producto terminado.
- Analizar las unidades de embalaje del producto terminado para la reducción de costos logísticos mejorando la eficiencia en la entrega a proveedores.
- Establecer protocolos de cargue y tiempos de operación, evitando reprocesos y tiempos muertos en plataforma.
- Proponer un programa de capacitaciones integral y protocolos de comunicación regional para alinear las áreas comerciales, técnica y logística.

4. Marco de referencia

4.1. Marco teórico

Ruiz-López (2024) establece que la gestión de la cadena de suministro (SCM) debe integrar diversas funciones empresariales para permitir una coordinación fluida que abarque desde la gestión de inventarios hasta la logística de salida. Asimismo, la teoría de Suárez et al. (2023) introduce una advertencia crítica, en la cual aclara que muchas organizaciones aún operan bajo un modelo basado en funciones y no en procesos. Por tanto, la optimización técnica del despacho requiere, en primera instancia, una reconfiguración estructural donde la administración de la cadena se entienda, según la relación simbiótica entre la logística, el marketing y la producción, superando los esfuerzos individuales para enfocarse en el éxito competitivo de la red completa (Portugal et al., 2023).

Herrera et al. (2019) sostienen que es precisamente el proceso de distribución el que determina la efectividad de la cadena de suministro en las organizaciones, imponiendo la necesidad de reforzar los procesos internos mediante el desarrollo tecnológico. En este sentido se detalla que el procesamiento de recursos debe resultar en un bien de valor, donde la distribución actúa como la estructura de individuos y organizaciones interdependientes que facilita la transacción física y de información (Nugent et al., 2019). Para alcanzar un despacho optimizado, es imperativo establecer indicadores de gestión que, de acuerdo con Suárez et al. (2023), sirvan de soporte básico para aplicar técnicas métricas que permitan evaluar, organizar procesos y detectar oportunidades de mejora de manera científica. Esta medición constante asegura que el

flujo de materiales y empaque como elementos estratégicos, mantenga la calidad y el valor agregado hasta la entrega final (Soledispa et al. 2023).

Castro et al. (2023) enfatizan que la logística 4.0 implica una automatización y digitalización que facilita la intercomunicación instantánea entre procesos, permitiendo que el desempeño logístico general de la organización sea resiliente ante cambios internos y externos. Aredo et al. (2022) destacan el papel del Big Data para procesar bases de datos masivas y encontrar patrones causales que optimicen las operaciones de almacén, incluso integrando aspectos de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) mediante sensores conectados. En efecto los sistemas tradicionales carecen de trazabilidad, lo que genera desconfianza en los clientes; proponen el Blockchain como la tecnología clave para garantizar la transparencia y seguridad en toda la transferencia de información y productos (Álzate y Giraldo 2023).

Ruiz-López (2024) afirma que los principales desafíos a los que se enfrenta son derivados de un entorno global y de factores económicos, políticos y sociales que requieren de estrategias competitivas y resilientes para mitigar dichos impactos. Esta necesidad de resiliencia está intrínsecamente ligada a aspectos estocásticos, donde Guzmán et al. (2020) sugieren modelos de programación por restricciones para gestionar la pérdida y recuperación de capacidad. La globalización impulsa estrategias como el Offshoring, permitiendo a las empresas ser más complejas y eficientes en su huella de producción mundial, minimizando costos y adquiriendo recursos estratégicos (Pérez y Montañez, 2023).

Hernández (2022) define que una cadena de suministro sostenible debe diseñarse para mantener beneficios económicos sin afectar negativamente a la sociedad o al medio ambiente, minimizando emisiones y optimizando el consumo de recursos. Guzmán et al. (2020) introducen el concepto de "cadena verde", que implica la incorporación de criterios ambientales en todas las

etapas del ciclo de vida del producto, incluyendo la gestión inversa, que se presenta como un área de investigación en crecimiento. Esta transformación hacia la sostenibilidad se apoya en la innovación disruptiva y la economía circular, proponiendo reformular el enfoque de diseño para extender la vida útil de los materiales y construir sistemas de circuito cerrado (Mejía Salazar y Ayala Soto, 2023).

Hoy en día, los almacenes están muy automatizados y utilizan tecnologías avanzadas como lectores de códigos de barras y escáneres láser para rastrear los contenedores, mejorando la eficiencia y reduciendo los costos en las empresas (Jiménez et al. 2024). Mejia Salazar y Ayala Soto (2023) mencionan que las operaciones en la cadena de suministro sostenible juegan un papel clave e impactan positivamente en la organización, implicando una visión futura corporativa al integrar el análisis del ciclo de vida útil dentro de la gestión estratégica y sostenible empresarial. Por ello Alzate (2023) afirma que es un proceso fundamental para las organizaciones desde su fabricación hasta su consumo final, en donde se planifica, implementa y controla la transferencia de información y productos con el objetivo de cumplir expectativas con los consumidores.

Ruiz-López (2025) afirma que la eficiencia en la cadena de suministro es importante pues esta permite responder a las empresas ágilmente ante desafíos como la demanda generando la reducción de los costos operativos. De esa forma la cadena de suministro y la logística son la base para llegar a mercados internacionales, su gestión influye en el nivel de competitividad de la empresa, el uso de los recursos tecnológicos, la estructura, operatividad y la cultura del mercado (Suarez et al., 2023). Por tanto, Soledispa et al. (2023) asegura que la cadena de suministro combina diversos aspectos como el inventario, la logística, gestión de pedidos, transporte, almacenamiento, embalaje de mercancía en toda la red de fabricación y manejo de materiales y

empaque. Por ello en la fase de aprovisionamiento es donde participan los actores que proveen diferentes insumos para el desarrollo de la producción, estas acciones permiten abastecer a las cadenas de las materias primas, insumos y servicios (Nugent et al., 2019).

Guzman (2020) expresa con respecto a la gestión inversa de la cadena de suministro, es un área que está en crecimiento y presenta significativas áreas de investigación, sin embargo, dependiendo el tipo de organización es viable la utilización de esta. Estando caracterizada por ser compleja debido a las múltiples intervenciones que tiene con sectores y lugares en un ámbito de competencia donde se evalúa las necesidades de los clientes, radicándose en carencia de trazabilidades, y desconfianza entre las partes (Álzate et al., 2023). Por ello alcanzar un comercio totalmente seguro involucra a todos los participantes de la cadena de suministro incluso a entes gubernamentales, de esta manera garantizar trabajar conjuntamente por los recursos para la ejecución de los procesos (Herrera et al., 2019). Mejia Salazar y Ayala Soto (2023) sostienen que para poder catalogar una innovación como eficiente, eficaz o exitosa, debe dar lugar a un cambio significativo, de preferencia una mejora ya sea en un producto real, un proceso o servicio puede ser de la cadena de suministro.

4.2. Marco legal

- Código Sustantivo del Trabajo Condiciones laborales en operaciones logísticas.
- Decreto 1165 de 2019 Régimen aduanero colombiano (importaciones, exportaciones, tránsito aduanero).
- CONPES 3982 de 2020 Política de Logística y Transporte para la competitividad.
- ISO 28000 Seguridad en la cadena de suministro.

- Ley 336 de 1996 (Estatuto Nacional de Transporte) Define las reglas generales del transporte terrestre, aéreo y fluvial.
- Ley 105 de 1993 Establece principios del sistema de transporte en Colombia.
- Decreto 1079 de 2015 Decreto único reglamentario del sector transporte.
- Ley 1480 de 2011 (Estatuto del Consumidor) Impacta la logística en temas de entrega, calidad y devoluciones

5. Metodología

5.1. Alcance de la investigación

En la presente investigación se aborda un alcance descriptivo, ya que tiene como propósito caracterizar y detallar los fenómenos que se presentan en el proceso de despacho del producto terminado en la empresa Indumil, en donde se identificaran situaciones como la falta de articulación entre las áreas comerciales y logística, la improvisación en cargues y la incorrecta asignación de vehículos para despacho. El alcance de la investigación se justifica en función del objetivo principal orientado a optimizar el proceso de despacho siendo importante analizar cuál es el proceso que se lleva actualmente y con ello poder determinar formulación de estrategias de mejora que contribuyan a la eficiencia operativa, reducción de costos y el fortalecimiento de la coordinación logística dentro de la empresa.

Galarza (2025) sostiene que el alcance cualitativo de una investigación se define como una recopilación de teorías y descubrimientos anteriores y se muestra en un análisis que clasifica esa información en grupos que explican el fenómeno, similar a una revisión bibliográfica. El propósito de estas investigaciones es identificar atributos y cualidades fundamentales de un fenómeno que sea adecuado para el estudio, a través de la descripción de patrones en grupos o comunidades (Herrera et al. 2023).

5.2. Enfoque metodológico

La investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto mediante la combinación de un método cuantitativo y uno cualitativo; es decir, utilizamos una serie de datos cuantificables que permiten medir y analizar determinadas variables en la cadena de suministro de Indumil, pero también datos cualitativos que dan lugar a una mejor comprensión contextual, así como de la percepción y las dinámicas internas de los procesos Esta intercalación proporciona al análisis una mayor riqueza y robustez a la validez de los resultados.

Romero et al. (2023) aborda la investigación como un foco donde existen diferentes enfoques y métodos para recolectar y analizar datos. Los métodos cuantitativo, cualitativo y mixto son enfoques ampliamente utilizados que ofrecen distintas perspectivas y herramientas para abordar preguntas de investigación. Se enfocan en una noción más amplia y caracterizan el enfoque o los métodos mixtos como una tercera vía/ruta para investigar un tema; así sostienen que implica que implica un conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema (Sereno y Schenkel 2024).

5.3. Población

La población está enfocada en los trabajadores de logística y empaque de Indumil, cuyo número de trabajadores oscila por 50 a 100 debido a que la problemática abarca al empaque y coordinación de despacho en la empresa. Al ser una población pequeña y accesible se realizará un seguimiento mucho más profundo y poder tener acceso a la información de la mayoría de los

trabajadores ya que corresponde a una población finita con un dato probabilístico asertivo siendo trabajadores entre los 20 a los 50 años con variedad en los estratos sociales y culturales. Se cuenta con empleados con más de 10 o 20 años en la compañía teniendo ellos mayor experiencia en los cambios en la industria de la logística y teniendo que adaptarse a los diversos cambios que se han realizado en la parte ligústica y de reempaque de producto final.

La población finita afirma Hernández et al. (2014) es la que permite contar y estudiar con mayor facilidad a los integrantes. Por otro lado, Singh y Audu (2024) afirman que corresponde a un muestreo aleatorio simple donde se obtienen los datos para aclarar el sesgo y el error en medio del estudio propuesto.

5.4. Instrumentos

El instrumento que se utiliza de acuerdo al objetivo, optimizar el proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL es el estudio de caso y el análisis documental, una de las razones principales es verificar el proceso de despacho crítico y la afectación en el alistamiento del producto terminado de acuerdo a las variaciones que no se planifican, identificar si los cuellos de botella en el alistamiento del producto terminado y los errores de despacho obedecen a fallas humanas o sistémicas, así mismo el análisis de formatos de órdenes de pedido, el procedimiento para la distribución en almacenes comerciales y clientes externos

La realidad objetiva, medible y verificable dice Ramos, C. (2015) permite un análisis específico del proceso y de esta manera entender las dinámicas que no son visibles. En la misma línea, Abreu, J. (2012) indica que es necesario profundizar en la realizad empírica con respecto a lo sistémico. Para complementar la validación, también se puede realizar una validación de

confiabilidad de datos a través de una muestra piloto de la población real, esta muestra será diferente a la que se trabajará en la etapa de recolección de datos.

5.5. Procedimientos.

Para el desarrollo de la investigación orientada a la optimización del proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL, se implementará un procedimiento metodológico estructurado por fases, permitiendo analizar las fallas existentes en la coordinación logística, especialmente las relacionadas con la comunicación entre el área comercial, logística y transporte, por ello se busca identificar oportunidades de mejora mediante el análisis documental y el estudio de caso, en la figura numero 2 se detallan las fases que se usaran como procedimientos tanto en el análisis documental como en el estudio de caso

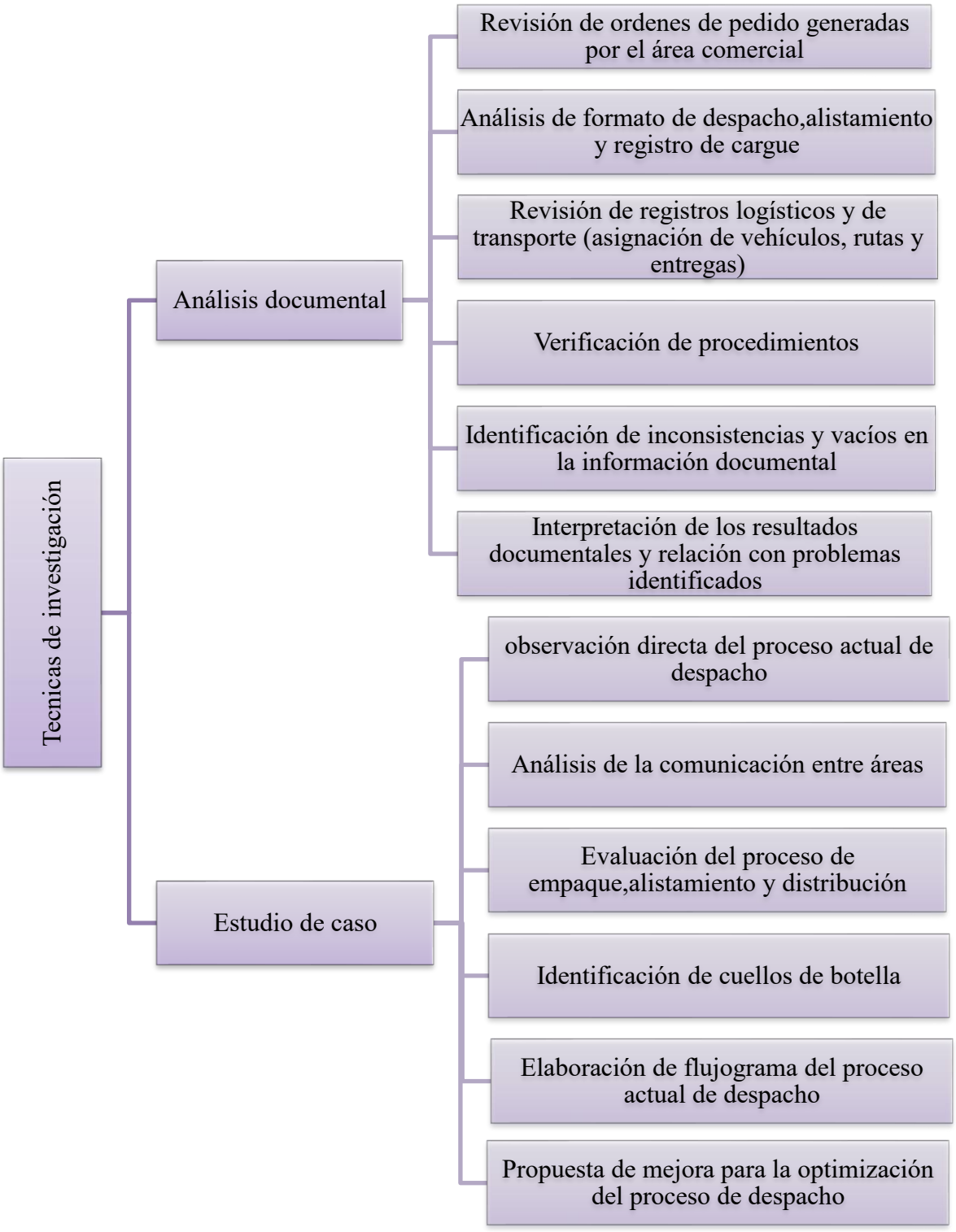


Figura 2.Flujograma de las técnicas de investigación

Fuente: elaboración propia

Optimización en el proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL

Fase 1. Solicitud de permisos y autorizaciones

Inicialmente, se realizará la gestión formal ante la empresa INDUMIL para solicitar autorización de acceso a la información relacionada con las áreas de logística, empaque, transporte y comercia l, asimismo, se informará a los trabajadores participantes sobre los objetivos de la investigación, garantizando la confidencialidad y el uso académico de la información suministrada.

Fase 2. Caracterización de la población objeto de estudio

La población estará conformada por trabajadores de las áreas de logística, empaque y coordinación de despacho, se considerará trabajadores con diferentes niveles de experiencia, especialmente aquellos con amplia trayectoria en procesos logísticos y de reempaque dentro de la organización.

Fase 3. Levantamiento de información y diagnóstico del proceso

En esta etapa se realizará el levantamiento de información mediante: la observación directa del proceso de despacho, revisión documental de órdenes de pedido y formatos logísticos, análisis de registros de transporte y alistamiento, identificación de tiempos muertos y reprocesos, verificación de novedades presentadas en cargues y distribución, de igual forma, se analizarán las fallas de comunicación existentes entre el área comercial y logística, identificando cómo la ausencia de información sobre volumen, dimensiones y peso de los productos afecta la planeación de rutas y asignación vehicular. Por otro lado, se identificarán sobrecostos por mala asignación de vehículos, riesgos operativos durante el cargue, improvisación en distribución de mercancía, afectaciones en seguridad logística, incremento de viajes innecesarios.

Fase 4. Elaboración del flujograma del proceso actual

Con la información recolectada se realizará un flujograma del proceso actual de despacho del producto terminado, permitiendo visualizar de manera gráfica: recepción del pedido por el área comercial, validación de disponibilidad, generación de orden de despacho, coordinación logística, asignación de transporte, proceso de empaque y alistamiento, cargue del vehículo, verificación documental, despacho al cliente final. Con lo anteriormente mencionado se podrá identificar los cuellos de botella., actividades repetitivas, procesos sin estandarización, fallas de comunicación entre áreas, puntos críticos que generan retrasos y sobrecostos. Asimismo, se propondrá un flujograma mejorado orientado a integrar información técnica desde el área comercial hacia logística y transporte mediante el uso adecuado del sistema ERP.

Fase 5. Validación de instrumentos y prueba piloto

Antes de la aplicación definitiva de los instrumentos, se realizará una prueba piloto con una muestra pequeña de trabajadores, con el propósito de validar la claridad de la información recolectada, confiabilidad de los datos, eficiencia del proceso de recolección, los cuales serán medibles utilizando herramientas tecnológicas como Microsoft Excel. finalmente, los resultados serán integrados para establecer propuestas de mejora enfocadas en la optimización del proceso de despacho del producto terminado en INDUMIL, buscando fortalecer la integración entre áreas y mejorar la planeación logística mediante información técnica precisa desde el inicio del proceso comercial.

5.6. Consideraciones éticas

El presente proyecto de investigación no tiene ningún fin económico ni lucrativo; su desarrollo corresponde exclusivamente a una práctica académica orientada a optar al título de Especialista en Gerencia Logística de la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO. La investigación se llevará a cabo bajo los principios éticos establecidos por la institución, garantizando Beneficiencia / no maleficiencia, Justicia y Respeto por las personas y empresas, protegiendo la confidencialidad de la información suministrada y promoviendo la participación voluntaria de todos los involucrados en el proceso investigativo.

6. Resultados

6.1. Caracterización del proceso de despacho de producto terminado en la empresa INDUMIL

La caracterización del proceso de despacho de producto terminado en INDUMIL permitió comprender la interacción entre los actores, procedimientos, recursos y tecnologías que intervienen en la distribución de material explosivo desde las plantas de producción hasta los almacenes polvorines y rutas de abastecimiento, el análisis documental evidenció que el proceso se desarrolla bajo estrictos controles de seguridad, trazabilidad y cumplimiento normativo, soportados por herramientas tecnológicas como el Sistema Industria 4.0, SAP y el Gestor documental INDUDARUMA. Asimismo, el proceso involucra la participación coordinada de las áreas de producción, almacén de polvorines, calidad, seguridad y transporte.

6.1.1. Descripción general de la operación logística de despacho

La operación logística de despacho de producto terminado en INDUMIL inicia con la finalización del proceso productivo y culmina con la entrega formal del material explosivo en el almacén de polvorines o rutas de abastecimiento, incluyendo las actividades de validación documental, cargue, aseguramiento de la carga, instalación de precintos de seguridad, custodia y registros en los sistemas de información institucionales, el análisis permitió identificar que la operación posee un alto nivel de control y múltiples puntos de validación debido a la naturaleza

de los productos transportados, los cuales son considerados mercancías peligrosas, en la tabla número 2 se detallan las características de la operación logística de despacho, según la documentación institucional de Indumil

Tabla 2.Características de la operación logística de despacho en Indumil

Variable	**Descripción**
Tipo de operación	Despacho de material explosivo
Modalidad de transporte	Transporte terrestre especializado
Alcance	Plantas de producción- polvorines – rutas de abastecimiento
Sistemas de apoyo	Industria 4.0 - SAP - INDUDARUMA
Tipo de control	Operacional – Documental - seguridad
Nivel de trazabilidad	Alto

Fuente: elaboración propia a partir de documentación institucional Indumil

Dando un detalle más profundo a la investigación, la caracterización de la operación logística de despacho en INDUMIL evidencia la existencia de un proceso altamente especializado y condicionado por la naturaleza del producto transportado, ya que el material explosivo es catalogado como mercancía peligrosa, lo que exige estrictos controles operacionales, de seguridad y de trazabilidad durante todas las etapas del despacho, esta condición genera una operación logística más compleja en comparación con otros sectores industriales, debido a la necesidad de cumplir simultáneamente con requisitos normativos, de seguridad física y de control documental.

El tipo de operación determina que cada actividad de cargue, transporte y entrega requiera autorizaciones, inspecciones y medidas de seguridad adicionales, si bien estas actividades son indispensables para garantizar la integridad del producto y de las personas involucradas, también aumentan el número de tareas que deben ejecutarse antes de liberar un despacho, incrementando la probabilidad de generar tiempos de espera y reprocesos. Este aspecto constituye el primer indicio de posibles cuellos de botella dentro del proceso, dando respuesta parcial al primer objetivo específico de la investigación.

Por otra parte, la modalidad de transporte terrestre especializado implica la utilización de vehículos acondicionados, conductores capacitados y medidas de seguridad complementarias, tales como escoltas, precintos de seguridad e inspecciones preoperacionales, aunque estos mecanismos fortalecen la gestión del riesgo, también incrementan la dependencia de la disponibilidad de recursos y de la coordinación entre las áreas de producción, logística y seguridad, la ausencia de alguno de estos elementos puede ocasionar retrasos en la salida de los vehículos y generar tiempos muertos en la plataforma de despacho.

Respecto al alcance de la operación, se evidencia que el proceso involucra la interacción entre diferentes instalaciones y actores organizacionales, desde las plantas de producción hasta los almacenes polvorines y las rutas de abastecimiento, la participación de múltiples dependencias exige un alto nivel de coordinación y comunicación interfuncional, sin embargo, el análisis documental muestra que la secuencia de validaciones entre áreas puede aumentar la complejidad administrativa del proceso y afectar la capacidad de respuesta ante requerimientos de despacho urgentes.

En relación con los sistemas de apoyo tecnológicos, la utilización de herramientas como Industria 4.0, SAP e INDUDARUMA constituye una fortaleza significativa para la organización,

dado que permiten administrar la trazabilidad, el registro de remesas y el control documental del producto terminado, no obstante, la revisión de los procedimientos evidencia que aún existen actividades que requieren validaciones manuales, firmas físicas y verificaciones sucesivas entre diferentes dependencias. Esta situación sugiere que la organización posee un importante nivel de digitalización, pero aún no ha alcanzado una integración tecnológica completa que permita automatizar la totalidad del flujo de despacho.

Desde la perspectiva del tipo de control, la coexistencia de controles operacionales, documentales y de seguridad fortalece la confiabilidad del proceso y disminuye la probabilidad de incidentes asociados al manejo de materiales explosivos. Sin embargo, el elevado número de controles también incrementa el tiempo de ciclo del proceso de despacho y puede generar actividades duplicadas, especialmente en las etapas de validación documental, firmas de conformidad y registro de información.

Finalmente, el alto nivel de trazabilidad representa uno de los principales atributos del proceso logístico de INDUMIL, ya que permite realizar seguimiento al producto desde su salida de la planta hasta su recepción final, garantizando la identificación de cantidades, responsables, rutas y condiciones de transporte. Sin embargo, el sistema de trazabilidad actual depende de procesos de lectura individual mediante PDA y múltiples registros administrativos, lo que puede afectar la productividad operativa y aumentar los tiempos de procesamiento.

6.1.2. Estructura organizacional del área de despachos

La estructura organizacional del proceso de despacho de producto terminado en INDUMIL se caracteriza por ser transversal, necesitando la interacción de múltiples áreas para

garantizar la seguridad, trazabilidad y cumplimiento normativo en la entrega de materiales controlados y explosivos.

6.1.3. Estructura Jerárquica del Organigrama

La organización del área de despachos se plantea bajo un modelo mixto o matricial que requiere la interacción y corresponsabilidad de tres grandes bloques vicepresidenciales:

Nivel 1: Vicepresidencias

Vicepresidencia Comercial

Vicepresidencia de Operaciones

Vicepresidencia Corporativa

Nivel 2: Direcciones y Gerencias

Eje Comercial: Gerencia de Ventas → Dirección de Almacenes Comerciales (DAC) y Dirección de Productos Manufacturados (DPM).

Eje Corporativo: Gerencia Administrativa → Dirección de Logística y Servicios (DLS).

Eje de Apoyo/Transversal: Oficina de Seguridad y Defensa (OSD).

Nivel 3: Nivel Operativo (Ejecución en Plataforma de Fábricas)

Coordinación de Despachos (Nodo central de enlace entre ventas y transportes).

Área de Transporte (Planificación operativa de rutas y asignación de flota).

Gestión de Almacenes y Polvorines (Operaciones físicas en FEXAR, FAGECOR, FASAB).

Inspección de Calidad y Seguridad Física (Verificación de carga, precintos y escoltas).

6.1.4. Matriz de Responsabilidades por Área

Para asegurar un flujo correcto y mitigar los cuellos de botella en la plataforma de cargue, se definen las siguientes responsabilidades operativas específicas las cuales se pueden describir completamente en la tabla 3.

Tabla 3.Responsabilidades operativas en el despacho

Área / Dependencia	Responsabilidad Operativa en el Despacho
Dirección de Almacenes Comerciales (DAC)	Planificación mensual de rutas de abastecimiento nacional. Consolidación de necesidades técnicas (cantidades, pesos, volúmenes) en conjunto con la DPM. Cierre formal de rutas y control de novedades.
Dirección Logística y Servicios (DLS)	Recepción de solicitudes de transporte, elaboración detallada del plan de carga (cubicaje) y asignación de vehículos con capacidades volumétricas adecuadas para evitar improvisaciones in situ.
Oficina de Seguridad y Defensa (OSD)	Coordinación y asignación de escoltas (militares o civiles), inspección de seguridad física para el manejo de mercancías peligrosas y auditoría de protocolos de seguridad del convoy.

Depósitos de Fábricas (FEXAR, FAGECOR, FASAB)	Ejecución física del alistamiento (picking y packing), cargue de vehículos en el muelle de la fábrica y emisión del informe final de novedades de cargue a través del gestor documental.

Fuente: elaboración propia

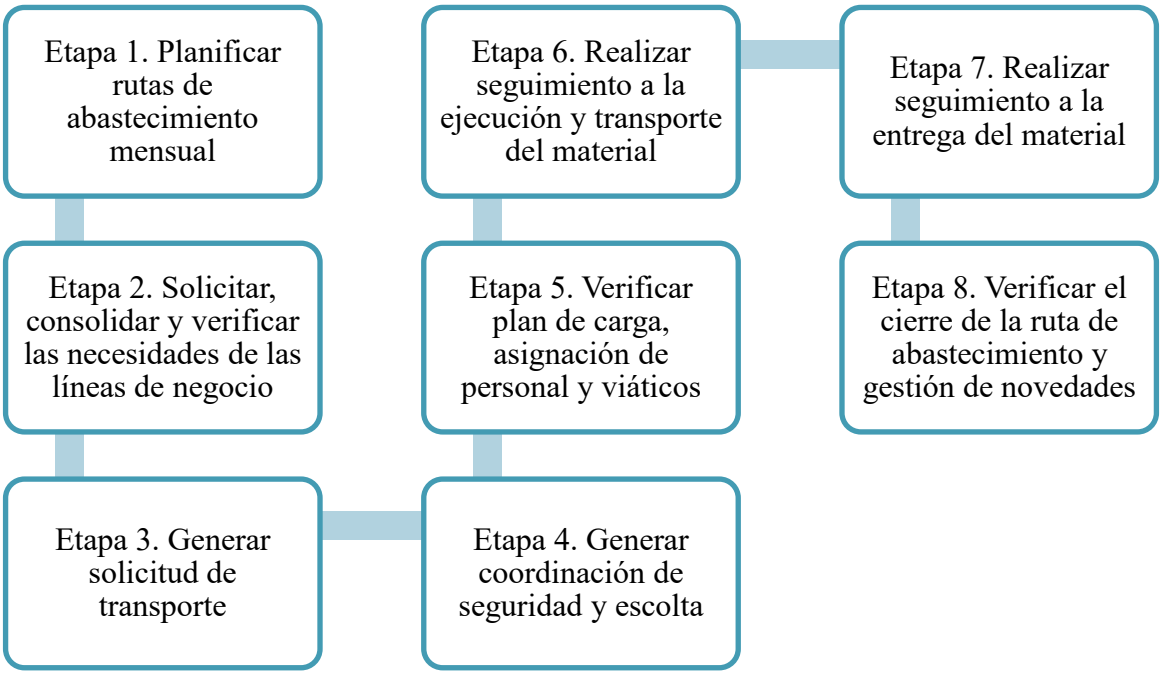
6.1.5. Flujo operativo del proceso de despacho de producto terminado

El flujo operativo para el despacho de producto terminado desde las principales dependencias de la Industria Militar (FEXAR, FAGECOR y FASAB) se rige bajo una secuencia ordenada y estandarizada de etapas, este proceso garantiza la articulación entre las demandas del mercado y las capacidades operativas de transporte y seguridad física, mitigando los riesgos inherentes al manejo de mercancías peligrosas.

6.1.6. Descripción Detallada de las Etapas del Flujo

En la figura 3 se detalla las etapas del flujo que se llevan a cabo en el proceso de despacho del producto terminado en Indumil.

Figura 3. Etapas del flujo



Fuente: elaboración propia.

Etapa 1: Planificar rutas de abastecimiento mensual

La Vicepresidencia Comercial, a través del Profesional de la Dirección de Almacenes Comerciales (PF-DAC), elabora el oficio con el planeamiento mensual de las rutas de abastecimiento nacional durante la segunda semana del mes anterior, este documento se dirige a la Presidencia para su aprobación formal y conocimiento, y posteriormente se remite a la Oficina de Seguridad y Defensa como soporte de trazabilidad, se realizan comités semanales para coordinar las solicitudes de escolta con una antelación mínima de 8 días.

Responsable principal: PF-DAC; tiempo Estimado: 7 Horas; registros: oficio de planeamiento en Gestor Documental (Synergy)

Etapa 2: Solicitar, consolidar y verificar las necesidades de las líneas de negocio

La Dirección de Productos Manufacturados (DPM), a través de sus profesionales de línea, recopila y transmite los requerimientos de material con un mínimo de 8 días hábiles de anticipación a la salida de la ruta, el informe remitido a la Dirección de Almacenes Comerciales debe parametrizar rigurosamente las variables logísticas: almacén / cliente, mina, lugar de entrega, código SAP, descripción del material, cantidad, valor unitario y total, clase de material, unidades por embalaje, total de cajas/bultos, peso por caja y peso total de la carga (kg).

Responsables: PF-DAC, PF-DPM; tiempo estimado: 6 Horas; registros: consolidado de necesidades cargado en gestor documental.

Etapa 3: Generar solicitud de transporte

Con una antelación de 6 días hábiles, la Dirección de Almacenes Comerciales procesa los requerimientos consolidados y remite a la Dirección Logística y Servicios (DLS) el formato estructurado de solicitud de transporte, este documento técnico proporciona los datos exactos de origen, destino, tipología de material, peso y centro de costos, su propósito principal es permitir que la DLS defina con exactitud la configuración y cantidad de vehículos requeridos, eliminando la incertidumbre volumétrica y el riesgo de enviar camiones con capacidades insuficientes o excesivas.

Responsable Principal: PF-DAC; tiempo estimado: 2 Horas; registros: formato solicitud servicio de transporte (IM OC DLS FO 021).

Etapa 4: Generar coordinación de seguridad y escolta

De forma simultánea a la gestión del transporte, el profesional de la DAC tramita formalmente el esquema de acompañamiento ante la Oficina de Seguridad y Defensa (OSD), este procedimiento se fundamenta en el Instructivo de Escoltas Institucional (IM OS OSD IN 005) y

es obligatorio debido a la clasificación de los productos como mercancías peligrosas de alto riesgo, las solicitudes para acompañamientos de la Fuerza Pública se radican con 8 días de antelación, mientras que las de escoltas civiles armadas requieren un mínimo de 2 días de anticipación.

Responsables: PF-OSD, PF-DAC; tiempo estimado: 2 Horas; registros: formato solicitud de escolta (IM OC DRS FO 001 / IM OC OSD PR 001)

Etapa 5: Verificar plan de carga, asignación de personal y viáticos

La Dirección de Almacenes Comerciales recibe de la Dirección Logística y Servicios el plan de carga formalizado, este documento determina la correcta distribución del espacio (cubicaje) y balance de pesos netos sobre los vehículos de la flota especializada; el plan es socializado con los jefes de depósito y almacenistas de las fábricas involucradas (FEXAR, FAGECOR, FASAB). Paralelamente, se designa al funcionario responsable del convoy y se gestiona la correspondiente asignación de viáticos ante la Gerencia de Talento Humano.

Responsable Principal: PF-DAC; tiempo estimado: 4 horas; registros: formato distribución de carga (IM OC DLS FO 027), planilla de viáticos.

Etapa 6: Realizar seguimiento a la ejecución y transporte del material

Se inicia la movilización física de los convoyes desde las plataformas de muelle de las fábricas bajo estrictos protocolos de seguridad física y control operacional, la DAC, en conjunto con el personal de la Dirección Logística, realiza un monitoreo en tiempo real a través de los sistemas de rastreo satelital vehicular, este seguimiento continuo asegura una respuesta ágil ante eventualidades logísticas, restricciones viales imprevistas o alteraciones de orden público en el territorio nacional.

Responsables: PF-DAC, PF-DLO; tiempo estimado: 4 horas; registros: carpetas de viaje, hojas de seguridad y tarjetas de emergencia (Decreto 1609 de 2002)

Etapa 7: Realizar seguimiento a la entrega del material

Al arribar al destino final, el producto terminado se entrega de forma exclusiva al personal plenamente autorizado y registrado por el cliente o los almacenes regionales, se efectúa una minuciosa inspección física de las unidades de embalaje frente a la documentación de soporte (remesas y facturas), es obligatorio confrontar los seriales y lotes contra el salvoconducto de transporte original expedido por el DCCAE, procediendo a la firma y sellado de las actas formales de conformidad correspondientes.

Responsables: PF-DAC, JA-DAC, TC-DAC, AS-DAC; tiempo Estimado: 8 horas; registros: salvoconducto del DCCAE, actas de entrega (IM OC DAC FO 041/042/043)

Etapa 8: Verificar el cierre de la ruta de abastecimiento y gestión de novedades

Los jefes de área técnica, asistencial o almacenistas de los depósitos fabriles consolidan y cargan en el gestor documental un informe técnico detallado respecto al cargue, tiempos de operación en plataforma y cualquier novedad o anomalía operativa identificada, la dirección de almacenes comerciales evalúa esta información, cierra el ciclo completo de trazabilidad en el sistema de información y define acciones correctivas inmediatas dentro del marco del subproceso de mejora continua.

Responsables: AS-DAC, JA-DAC, TC-DAC, P-DAC; tiempo estimado: 8 horas; registros: informes de novedades de cargue en gestor documental.

6.1.7. Recursos logísticos y tecnológicos utilizados en el despacho

Optimización en el proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL

Las herramientas digitales de INDUMIL permiten administrar el flujo de datos desde la planeación comercial hasta la entrega final del producto terminado, teniendo en cuenta a estrategias como:

- Sistemas Integrados de Gestión (ERP - SAP): Actúa como el núcleo tecnológico para la gestión de inventarios, generación de requerimientos, facturación comercial y la trazabilidad contable y logística de los pedidos.
- Sistema Industria 4.0: Plataforma orientada al control operativo de la producción, permitiendo mantener la trazabilidad del producto terminado desde su salida de la línea de fabricación hasta su embalaje final.
- Gestor Documental (INDUDARUMA / Synergy): Plataforma institucional utilizada para el control administrativo de los procesos. A través de este gestor se tramitan, validan y archivan digitalmente los oficios de planeamiento de rutas, los informes de novedades y los registros de calidad.
- Tecnologías de Trazabilidad e Identificación (PDA y Códigos QR): Dispositivos portátiles de lectura (PDA) utilizados en el muelle de carga para escanear el marcaje individual y los códigos QR impresos en las unidades de empaque (cajas o bultos), garantizando un seguimiento exacto de las cantidades despachadas.
- Sistemas de Comunicación y Rastreo Satelital (GPS): Equipamiento instalado en los vehículos para realizar un monitoreo continuo y en tiempo real de las rutas de abastecimiento, permitiendo dar respuesta inmediata ante alteraciones de orden público o emergencias. Los activos físicos son los encargados de materializar el movimiento del producto terminado cumpliendo estrictas normas de transporte y seguridad física:

- Flota de Transporte Terrestre Especializado: Vehículos debidamente acondicionados bajo la normativa de transporte de mercancías peligrosas (Decreto 1609 de 2002), dotados con compartimientos seguros y elementos para el aseguramiento de la carga.
- Infraestructura de Almacenamiento (Polvorines): Zonas de máxima seguridad ubicadas en las fábricas (FEXAR, FAGECOR, FASAB) diseñadas para la contención de materiales explosivos. Cuentan con áreas de pre-alistamiento (picking) y plataformas de muelle limitadas, lo que exige una evacuación ágil hacia los camiones.
- Unidades de Embalaje Técnico y Precintos: Cajas, bultos y estibas diseñados para evitar la fricción, amortiguar impactos y salvaguardar el producto. Adicionalmente, se emplean precintos de seguridad para sellar los vehículos tras la inspección, garantizando que la carga no sea alterada durante el tránsito.
- Esquemas de Seguridad (Escoltas): Recurso fundamental provisto por la Fuerza Pública o empresas de seguridad privada armada, coordinado por la Oficina de Seguridad y Defensa (OSD), destinado a custodiar el convoy logístico para prevenir desvíos o sabotajes.
- Documentación Legal Obligatoria: Documentos de porte físico ineludibles para la operación, que incluyen el Salvoconducto de Transporte (emitido por el DCCAE), remesas, hojas de seguridad del producto y tarjetas de emergencia.
- Recurso Humano Especializado: Conductores capacitados en manejo de mercancías peligrosas, operarios de montacargas, almacenistas y coordinadores

logísticos responsables de la estiba, distribución del peso (cubicaje) y consolidación del cargue en la plataforma.

6.1.8. Diagnóstico del proceso actual de despacho de producto terminado

En Indumil se maneja el ciclo PVHA de mejoramiento continuo para presentar el modelo de gestión, pero como tal no se presenta un proceso de constante mejoramiento a medida que se presentan errores de o cuellos de botella en el proceso de despacho o de carga generando una ineficiencia operativa, pero también se encuentra en el proceso pérdidas o sobrecosto operativo en el transporte debido a que no se está aprovechando al máximo la capacidad de cada transporte. Al revisar los documentos IM FE DPR IN 408 el cual es instructivo de cargue de vehículos y su custodia nos muestra como un paso a paso de cómo se debe coordinar con el vehículo, pero se observa innovación en la comunicación, debido a que se observa que ciertas rutas de cargue se están quedando a mitad de su capacidad de despacho, o que solo se llena cierta parte de los vehículos. Un ejemplo claro de decirlo que un tracto mula de 70 M3 se llena solo 40M3 de lo cual no se está aprovechando el espacio restante o no solo eso garantizando el buen uso monetario de la coordinación de los recursos, porque podemos tener presente la capacidad.

Teniendo en cuenta la capacidad de los vehículos, se debe establecer con la parte comercial las ventas estratégicas donde la capacidad de los vehículos se vea reflejado el beneficio y aprovechamiento de la capacidad máxima de cada vehículo evitando las pérdidas de espacio y de dinero, por eso se investiga en Colombia los vehículos disponibles de transporte y se puede observar en la tabla 4 la capacidad de los vehículos.

Tabla 4. Capacidad de vehículos en Colombia

Vehículo de transporte Colombia	capacidad
Tractomula grande	90 M3
Tractomula mediana	85 M3
Camión grande DT	45 M3
Camión grande DT	50 M3
Camión mediano	35 M3
Camión pequeño	28 M3
Camión pequeño	20 M3
Furgon grande	14-10 M3
Furgon mediano	8-5 M3
Furgon pequeño	4-3M

Fuente: elaboración propia

6.2. Caracterización del sistema actual de despacho

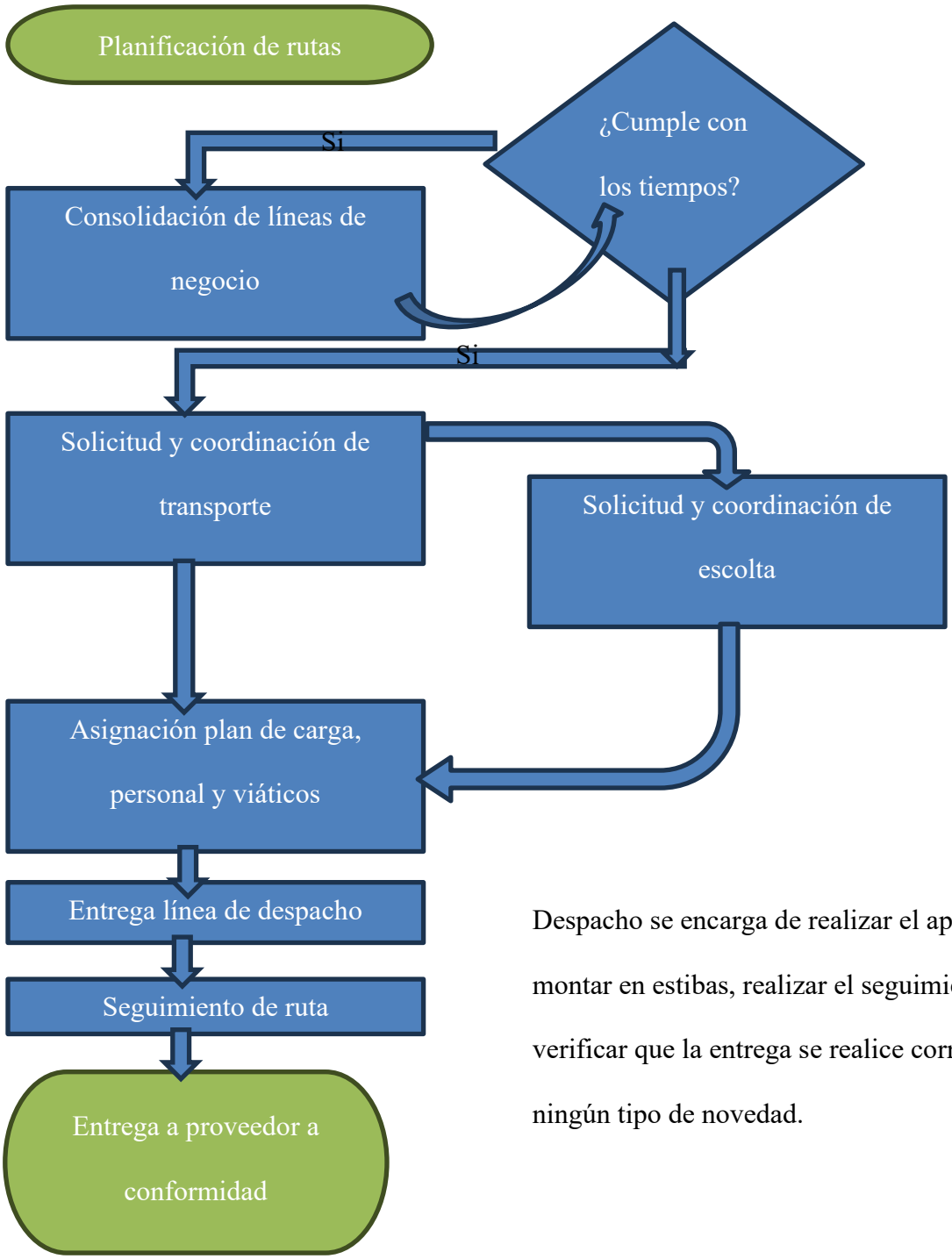
Se tiene el documento interno empresarial IM OC GVE PR 014 el cual se llama Procedimiento planificación de rutas de abastecimiento de la cual nos explica lo siguiente: El área de Despacho cuenta con una planificación mensual de transporte con la cual debe presentarse dentro de los tiempos acordados, además que debe verificar que otras solicitudes pueden tener las áreas de trabajo para poder darle continuidad a las labores diarias de la compañía. Con esto se tiene la información para poder realizar una planificación completa de las

rutas dentro de un tiempo acordado lo cual en su mayoría son 30 días calendario, para poder coordinar con las rutas, el área de almacén, despacho y los escoltas.

La figura 4 la cual veremos a continuación veremos el proceso que tiene el área de despacho.

Figura 4. Flujograma del sistema actual de despacho

Flujograma del sistema actual de despacho



Despacho se encarga de realizar el apilamiento, montar en estibas, realizar el seguimiento de ruta y verificar que la entrega se realice correctamente sin ningún tipo de novedad.

Fuente: elaboración propia

Con este flujograma se entiende el proceso que tiene un producto en el almacenamiento y despacho, pero a profundidad se debe ver de la siguiente manera:

- Recepción y validación: Al llegar los pedidos a proveedores se realiza el alistamiento y verificación de cada producto en Indumil.
- Alistamiento: Se comienza con el proceso de alistamiento una vez se confirma existencias, calidad de producto verificado y disponibilidad de despacho
- Consolidación, apilamiento y estibado: Se ordenan los productos y se apilan en las estivas según la normatividad interna de la empresa.
- Cargue y documentación: Se realiza la coordinación con vehículo y se comienza el proceso de cargue con verificación de documentación y entrega.

6.2.1. Procedimientos de almacenamiento, alistamiento y despacho

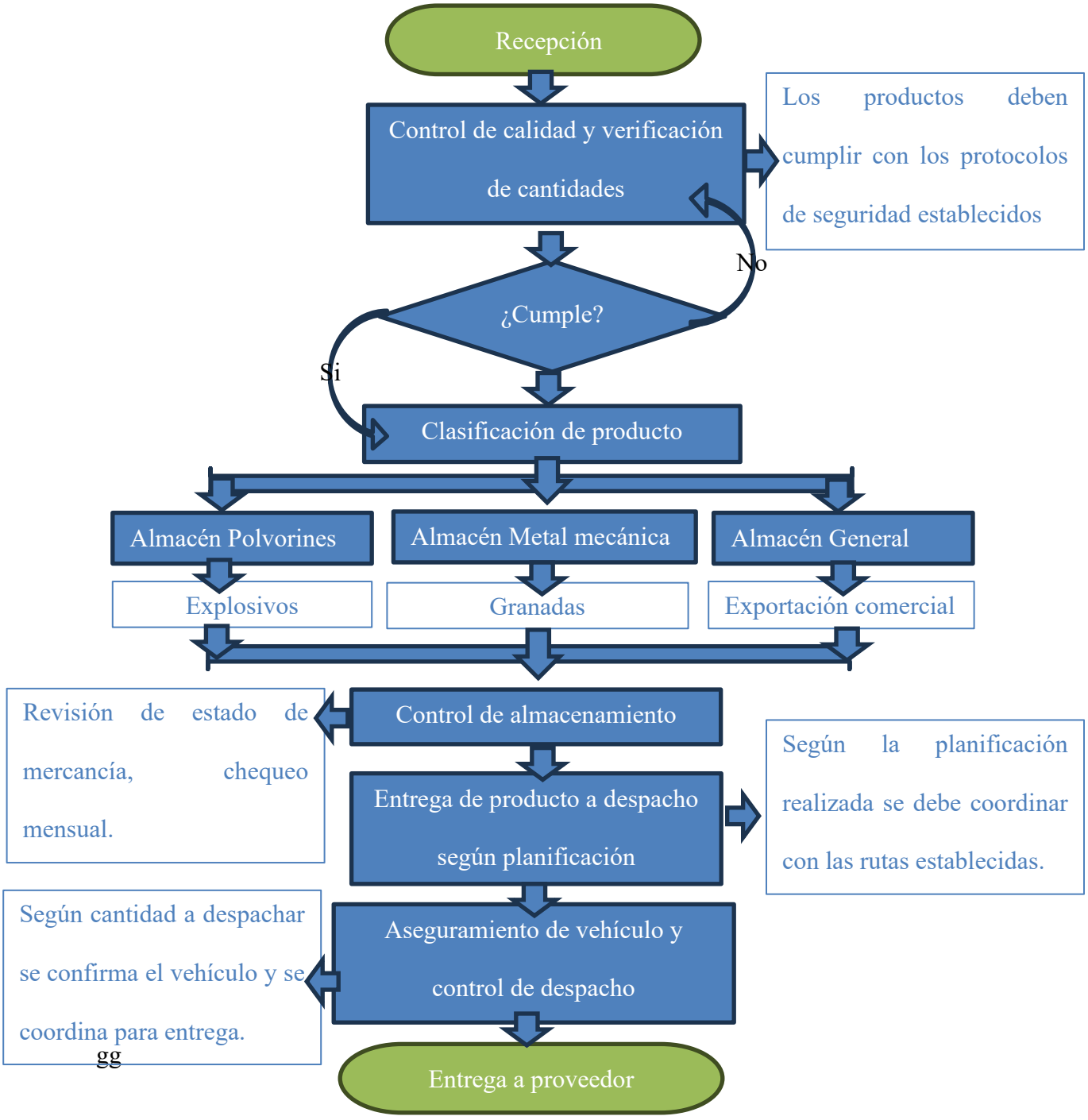
Siendo uno de los procedimientos obligatorios en seguir, según el documento interno de la empresa IM OC GVE PR 017 el cual fue actualizado el 27 de febrero de 2026, involucrando el área logística de recepción, custodia y despacho de producto terminado, el modelo de inventarios usado en la empresa es el PEPS primero en entrar primero en salir, generando el flujo continuo de mercancía y garantizando el no tener un sobrecosto en almacenamiento, teniendo en control de los inventarios con unos de los mejores sistemas de ERP en tiempo real como SAP el cual garantiza una mayor efectividad en las existencias de inventarios, pero se tiene una falta de coordinación y orden al momento de realizar las ventas y realizar los despachos debido a que no

se tiene en cuenta la cantidad de cajas vendidas frente a la capacidad de cada vehículo de transporte.

Según la figura 5 que se observara a continuación observamos el flujo del proceso de recepción que tienen los productos en Indumil, teniendo en cuenta su clasificación por bodegas.

Figura 5. Flujograma de recepción y despacho

Flujograma de proceso de recepción y despacho



Fuente Elaboración propia

6.2.2. Evaluación de tiempos operativos en el proceso de despacho

Los tiempos de la empresa son claros, debido a que la planeación de rutas debe cumplir cada proceso establecido, si se llega a la falta o ineficiencia en los procesos que puede desatar un proceso en cadena que generara reprocesos en todo el proceso de despacho, en la tabla N.5 se detalla los indicadores de gestión en el área de despacho Indumil.

Tabla 5. Indicadores de gestión en el área de despacho Indumil

Indicador de cumplimiento	Cumple	%
Pedido Listo dentro de los tiempos	Si	100%
Pedido en despacho para cargue	Si	100%
La ruta de despacho llega a tiempo	Si	100%
La ruta se cargó dentro de los tiempos	No	0%
Escoltas llegan con tiempo	Si	100%
El pedido sale dentro de los tiempos establecidos	Si	100%
Promedio evaluado		83,33%

Fuente: elaboración propia

La evaluación de tiempos operativos es necesaria en la empresa para conocer cada proceso y su resultado, debido que se tiene control de cada movimiento interno de la empresa y

es necesario el conocimiento debido a que en una empresa cada proceso depende del otro y se debe garantizar el proceso continuo, por ello se evalúan los procesos:

- Tiempo de preparación (Picking y Packing): Este mide la consolidación de los productos en el área de despacho donde se debe estibar y embalar para su entrega a satisfacción.
- Tiempo de despacho: Se debe evaluar el tiempo que toma realizar el cargue el vehículo de despacho teniendo en cuenta la cantidad y la capacidad.
- Tránsito y entrega: Teniendo en cuenta que la entrega debe estar dentro de los tiempos acordados con el proveedor, el transporte debe cumplir con el tiempo asignado en la ruta sin tener ningún tipo de perturbación en su proceso de entrega.

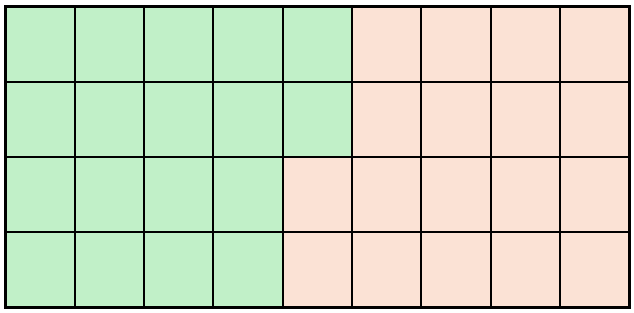
6.2.3. Identificación de ineficiencias en las operaciones logísticas

Se detecta en el proceso la falta de comunicación y coordinación de los vehículos, debido a que llegan vehículos demasiado grandes para despachos pequeños, o gran volumen de productos por despachar para vehículos con capacidad menor, por ello siempre es importante la comunicación en una compañía, pero se llega a observar que en los procesos se pierde la comunicación.

Uno claro ejemplo que podemos plantear es un pedido el cual se contó con un vehículo con alta capacidad el cual se llena a su mitad y se ve visualmente una perdida monetaria ya que se podía pedir un vehículo de menor capacidad y generando mayor ganancia a el pedido. Como podemos observar en la tabla 6 con la información del vehículo:

Tabla 6. Capacidad de vehículo Tractomula grande ejemplo 1

Capacidad Vehículo:	90 M3
Largo	18,5 M
Ancho	2,6 M
Alto	4,4 M
Pedido:	45 M3



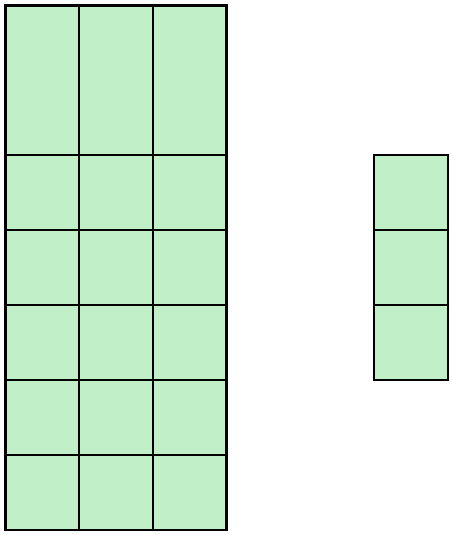
Fuente: elaboración propia

Se tiene en cuenta que el color verde es donde se acomodan las estibas de los productos del pedido y el color naranja es el espacio que queda libre dentro del vehículo, y podemos observar la falta de aprovechamiento del espacio de un pedido.

Ahora caso contrario es un caso de un vehículo que se solicitó con capacidad inferior a el pedido, donde teniendo 28M3 de capacidad el pedido era de 35M3 donde vemos reflejado el no contar con el conocimiento y la comunicación con el área de logística y despacho para poder contar con la información de embalaje y capacidad para entender los vehículos a solicitar y también tener en cuenta que se debió solicitar el transporte en un camión mediano el cual cumplía con la capacidad necesaria para el transporte como se puede observar en la tabla 7 con la capacidad de un camión pequeño y vemos que sobran 3 estibas las cuales se debe coordinar otro vehículo y generar una perdida mayor.

Tabla 7. Capacidad de vehículo camión pequeño ejemplo 2

Capacidad Vehículo:	28 M3
Largo	6 M
Ancho	2,5
Alto	2,4
Pedido:	35 M3



Fuente: elaboración propia

6.3. Evaluación del desempeño operativo del proceso de despacho

Una vez caracterizado el proceso de despacho de producto terminado en INDUMIL y diagnosticadas las principales debilidades asociadas a la asignación de capacidad vehicular frente al volumen real de los pedidos, resulta necesario evaluar el desempeño operativo del proceso a partir de variables cuantificables que permitan dimensionar el impacto real de las ineficiencias identificadas en el numeral 6.2. Esta evaluación se desarrolla a partir de cuatro dimensiones complementarias: el nivel de cumplimiento de los despachos realizados, la productividad asociada al aprovechamiento de la capacidad de transporte, los costos operativos derivados de la subutilización o sobredemanda de los vehículos, y el impacto que generan los retrasos y reprocesos sobre el resto de la cadena logística. El análisis de estas variables permite no solo

corroborar los hallazgos cualitativos expuestos previamente, sino también establecer una línea base que sustente, en capítulos posteriores, la propuesta de mejora orientada a optimizar la relación entre la capacidad de los vehículos disponibles y los volúmenes efectivamente despachados.

6.3.1. Indicadores de cumplimiento en los despachos realizados

A partir de la información presentada en la tabla 5, el proceso de despacho de producto terminado en INDUMIL alcanza un promedio de cumplimiento del 83,33%, resultado que, si bien refleja un desempeño operativo aceptable, evidencia una debilidad puntual y recurrente en el indicador "la ruta se cargó dentro de los tiempos", el cual presenta un cumplimiento de l0% en el periodo analizado. Esta situación resulta significativa porque, a diferencia de los demás indicadores que dependen en gran medida de la planificación previa (alistamiento, documentación, coordinación de escoltas) el cargue es la actividad donde convergen físicamente los recursos humanos, los vehículos y la mercancía, por lo que cualquier descoordinación en la asignación de capacidad vehicular frente al volumen del pedido se traduce directamente en demoras.

Al desagregar este comportamiento en una ventana de análisis más amplia (se sugiere tomar una muestra de al menos 20 a 30 despachos consecutivo), es razonable esperar un comportamiento similar al siguiente, que se evidencia en la tabla 8 para los indicadores congruente con los hallazgos cualitativos mencionados en apartados anteriores.

Tabla 8. Indicadores de cumplimiento

Indicador	Cumplimiento estimado
Pedido listo dentro de los tiempos	95% – 100%
Documentación completa y validada	90% – 100%
Asignación correcta de vehículo según capacidad	55% – 65%
Cargue dentro del tiempo establecido	40% – 50%
Escoltas a tiempo	95% – 100%
Salida del vehículo dentro del horario	70% – 80%

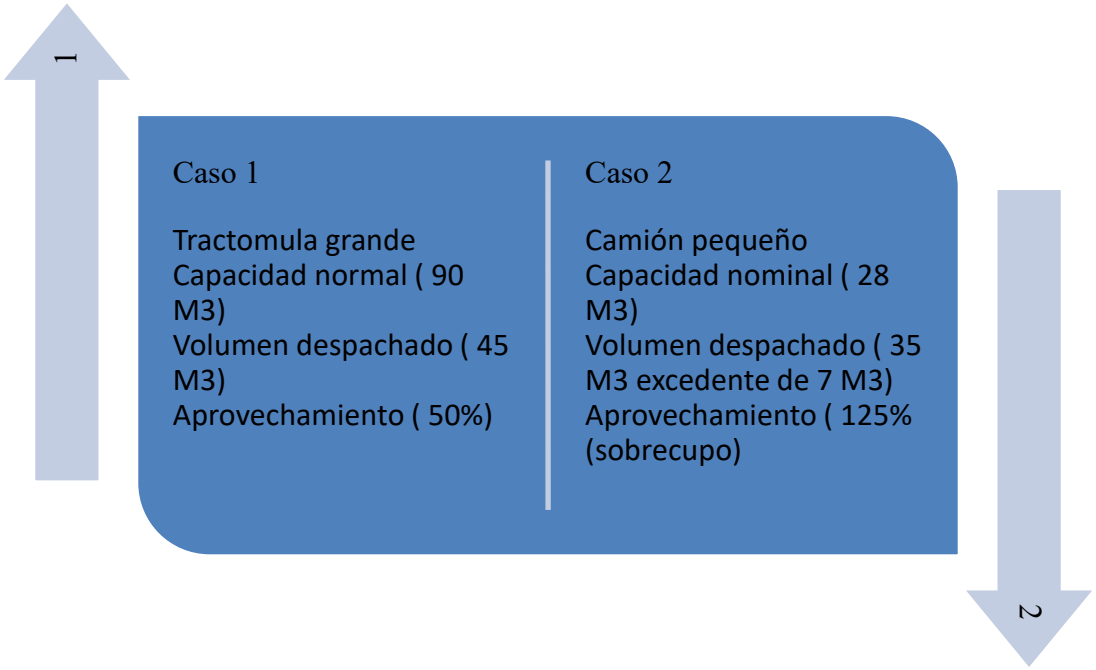
Fuente: elaboración propia

6.3.2. Niveles de productividad en las operaciones de despacho

La productividad del proceso de despacho puede medirse, para efectos de este estudio, mediante la relación entre la capacidad utilizada del vehículo y su capacidad nominal (factor de aprovechamiento volumétrico), indicador que resulta especialmente relevante dado que la tabla 6 y la tabla 7 ya documentan dos casos extremos de subutilización y de sobredemanda frente a la capacidad ofertada.

Tomando como referencia dos vehículos en la figura numero 6 se evidencia la capacidad y aprovechamiento de cada uno.

Figura 6. Capacidad vs aprovechamiento



Fuente: elaboración propia

El primer caso evidencia una pérdida de capacidad ociosa del 50%, mientras que el segundo refleja un subdimensión del vehículo que obliga a gestionar un transporte adicional para cubrir el excedente de 3 estibas, generando un segundo despacho no planificado. Si se proyecta este comportamiento sobre un volumen mensual estimado de 25 a 30 despachos (cifra coherente con la planificación mensual de rutas descrita en el numeral 6.1.3), un aprovechamiento promedio cercano al 60%-65% frente a un escenario óptimo de 85%-90% representaría una pérdida de productividad operativa de entre 20 y 25 puntos porcentuales, equivalente a varios viajes adicionales evitables si existiera un proceso estandarizado de cubicaje previo a la solicitud del vehículo ante la DLS.

Esta brecha de productividad confirma que el problema no es de capacidad instalada (la tabla 4 muestra una oferta amplia y diversa de vehículos en el mercado colombiano, desde furgones de 3 M3 hasta tractomulas de 90 M3), sino de asignación: la empresa cuenta con las opciones para ajustar el vehículo al pedido, pero el proceso actual no integra de forma sistemática esa variable en la etapa de solicitud de transporte (Etapa 3 del flujo operativo).

6.3.3. Costos operativos asociados al proceso de despacho

El sobrecosto identificado en el diagnóstico (numeral 6.2) se origina principalmente en dos fuentes: el uso de vehículos de mayor capacidad a la requerida (costo de oportunidad por espacio no utilizado) y la necesidad de transportes adicionales cuando el vehículo asignado resulta insuficiente (costo de flete duplicado).

Para dimensionar este impacto de forma aproximada, conviene estimar el costo por M3 no aprovechado. Si se toma como referencia una tarifa promedio de flete nacional terrestre especializado para mercancías peligrosas (la cual, dadas las medidas adicionales de escolta y seguridad descritas en el numeral 6.1.4, suele ser superior a la de carga convencional), y se aplica al caso 1 de la tabla 6:

- Vehículo: tractomula grande (90 M3), pedido real de 45 M3 → 45 M3 transportados "en vacío", es decir, pagados, pero no utilizados.
- Si el costo del flete completo es fijo independientemente del volumen cargado, la empresa estaría asumiendo el 100% del costo del viaje para transportar únicamente el 50% de la capacidad contratada, lo que en términos de costo

unitario por M3 efectivamente movilizado representa un incremento cercano al 100% frente al costo óptimo esperado.

En el caso contrario (tabla 7), el sobrecosto no proviene de la subutilización sino de la necesidad de un segundo despacho para cubrir las 3 estibas excedentes, lo que implica asumir un flete adicional completo (o al menos su costo mínimo) para movilizar un volumen menor al de la capacidad de cualquier vehículo de la flota disponible (tabla 4), además de los costos asociados a una segunda coordinación de escolta, documentación y tiempos de personal (numeral 6.1.4).

Proyectando este comportamiento sobre el volumen mensual de despachos, y asumiendo conservadoramente que entre el 30% y el 40% de las rutas presenta algún grado de desajuste entre capacidad solicitada y capacidad real requerida (proporción coherente con el 0% de cumplimiento del indicador "carga dentro de los tiempos" reportado en la tabla 5), el sobrecosto operativo mensual asociado a este fenómeno podría representar entre el 10% y el 15% del presupuesto total de transporte, una cifra que, aunque debe validarse con información financiera real de la empresa, resulta significativa para sustentar la necesidad de un modelo de optimización de cubicaje.

6.3.4. Impacto de los retrasos y reprocesos en la operación logística

Los retrasos identificados en la etapa de cargue (Etapa 6 del flujo operativo) generan un efecto en cadena sobre las etapas subsiguientes del proceso, afectando no solo el cumplimiento del cronograma de entrega, sino también la coordinación de recursos críticos como las escoltas armadas, cuya disponibilidad depende de tiempos de solicitud estrictos (8 días para Fuerza Pública, 2 días para escoltas civiles, según el numeral 6.1.3, Etapa 4).

Cuando el cargue se retrasa por una mala estimación de capacidad vehicular, se generan al menos tres tipos de reprocesos:

Primero, la recoordinación de la escolta, que en el caso de la Fuerza Pública puede implicar una nueva solicitud con el respectivo tiempo de antelación, generando una posible postergación de varios días en la salida del convoy y afectando directamente la planificación mensual de rutas (numeral 6.1.1).

Segundo, la reasignación de personal y viáticos (Etapa 5), ya que el funcionario responsable del convoy y los tiempos estimados de viaje deben ajustarse, generando costos administrativos adicionales y posible reasignación de turnos del personal operativo de los depósitos (Fexar, Fagecor, Fasab).

Tercero, el reproceso documental, dado que cualquier ajuste en el vehículo o en la ruta debe reflejarse nuevamente en los sistemas de trazabilidad (SAP, Industria 4.0, INDUDARUMA), implicando reemisión de remesas, actualización del salvoconducto del DCCAE y nuevos registros en el gestor documental, lo que incrementa el tiempo de ciclo total del proceso, ya de por sí extenso debido a los controles de seguridad propios del manejo de explosivos.

En términos de impacto agregado, si se considera que el tiempo estimado de las etapas 5 a 8 del flujo operativo asciende a 24 horas (4+4+8+8 horas, según los tiempos reportados en el numeral 6.1.3), un retraso originado en una mala asignación de capacidad vehicular puede extender este ciclo entre un 20% y un 40% adicional, dependiendo de la disponibilidad de un segundo vehículo y de la reprogramación de la escolta. Este efecto no solo deteriora los indicadores de cumplimiento (numeral 6.3.1) y la productividad (numeral 6.3.2), sino que también incrementa la exposición al riesgo operativo y de seguridad física, al mantener material

explosivo en plataforma de muelle por periodos más prolongados a los previstos, contraviniendo el principio de evacuación ágil descrito en el numeral 6.1.4 respecto a la infraestructura de polvorines.

6.4. Evaluación de los procesos de control y seguimiento logístico

La evaluación de los sistemas de supervisión en INDUMIL exige analizar la diferencia entre la rigidez del control administrativo y la variabilidad de la operación logística en carretera. Al investigar los Informes de Supervisor de los meses de abril y mayo de 2026 (Contrato 1-126/2025 con Transportes MASA Ltda.), se evidencia una desconexión estructural entre la auditoría documental y la mitigación de riesgos en tiempo real. Mientras que el control financiero y el cumplimiento normativo presentan un registro impecable, la flexibilidad y la sincronización interdepartamental fallan críticamente.

El análisis logístico de los informes de interventoría revela dos campos que impactan directamente el costo total de la operación:

- La variabilidad estocástica de los esquemas de seguridad: El Informe de Supervisión #13 documenta que el 13 de mayo de 2026, en la Ruta Noroccidental (tramo Segovia - Puerto Boyacá), se generó un sobrecosto de $19.340.569 a favor del transportador por concepto de stand by. La causa raíz fue el retraso y la falta de despliegue oportuno de las tropas de la escolta militar. Desde la perspectiva de la ingeniería logística, esto representa un fallo de dependencia crítica: una restricción externa no logística (el aparato militar de seguridad) paraliza un activo

logístico (la flota del transportador), transformando un costo variable en un costo fijo penalizable bajo los artículos 1009, 1023 y 1025 del Código de Comercio.

- El flujo de información y el (Administrative Lead Time): El mismo informe de mayo retiene temporalmente el pago de las rutas Cartagena - FEXAR (4 al 11 de mayo) y FEXAR - Rionegro (25 y 26 de mayo) debido a "inconsistencias en las pre-facturas". Administrativamente, esto demuestra que el canal de comunicación contable-operativo experimenta distorsiones de información (Efecto Látigo). De hecho, el Informe de Supervisión #11 (abril de 2026) ya advertía esta problemática, documentando un acuerdo para centralizar las comunicaciones mediante interlocutores únicos operativos y contables para mitigar la duplicidad de datos. La persistencia de estas novedades en mayo prueba que las medidas de control son reactivas y que la conciliación de fletes sigue siendo un proceso manual propenso al error humano.

6.4.1. Sistemas de control utilizados en el proceso de despacho

El muelle de despacho del Almacén de Depósito General F202 opera bajo el protocolo institucional IM OC GVE IF 008. Este instrumento estandariza el uso de herramientas de control físico-mecánico como la Boleta de Autorización de Cargue (IM OC GVE IF 054) y la Planilla Control Sellos de Seguridad (IM OC DSG FO 041), integrados al ERP SAP para el control de inventarios.

El análisis de la configuración de este muelle revela un conflicto clásico entre el principio de Eficiencia Logística y el principio de Seguridad de la Cadena de Suministro (ISO 28000):

- Dependencia sincrónica de personal: El protocolo exige de forma obligatoria que todo el proceso de conteo, inspección y cargue sea acompañado permanentemente por un funcionario de la Oficina de Seguridad y Defensa (OSD) de la fábrica. Logísticamente, esto introduce una restricción rígida de personal. Si el delegado de la OSD no está físicamente presente en la plataforma de cargue, el flujo de materiales se detiene por completo, generando tiempos muertos (*idle times*) para los operarios de montacargas y retrasando el itinerario del transportador.
- Sobrecarga de validación en muelle: Los operarios deben diligenciar de forma simultánea formatos de control de precintos, autorizaciones de salida y el registro de evidencias fotográficas (antes, durante y después del cargue mediante el formato IM OC DAC FO 065). Esta acumulación de tareas de control físico satura la capacidad operativa del muelle, extendiendo el tiempo de preparación del vehículo y explicando por qué el muelle de INDUMIL es incapaz de despachar los camiones dentro de las ventanas de tiempo planificadas.

6.4.2. Trazabilidad de los productos terminados despachados

Conforme al protocolo IM OC GVE IF 008, la trazabilidad de armas, municiones y accesorios en el almacén F202 se estructura en un ciclo de tres etapas: verificación física (lotes/seriales), almacenamiento bajo custodia de la OSD y registro transaccional en el módulo de materiales de SAP. Para los despachos nacionales, el flujo exige el diligenciamiento del *Acta*

de Entrega entre Almacenes (IM OC DAC 042-046) y la ejecución de la transacción MIGO (Traspasos) en SAP, notificando en avanzada al almacén receptor.

La investigación del proceso de trazabilidad de INDUMIL hace visible un fenómeno de desacoplamiento físico-digital:

- Ineficiencia en la captura de datos: A pesar de que los productos cuentan con códigos QR y marcajes normalizados, el protocolo describe una interacción fragmentada donde el personal debe separar físicamente el material, diligenciar un acta física en papel y posteriormente transcribir esa información al sistema SAP mediante la transacción MIGO. Este modelo de doble digitación anula los beneficios de la Logística 4.0, incrementando la probabilidad de errores en el registro de seriales críticos.
- Rigidez ante la variabilidad del cubicaje: Si durante el proceso de cargue físico se detecta el Escenario Tipo 2 (el volumen de la carga supera la capacidad real del camión enviado por Logística DAC), el operario se ve obligado a dejar cajas en tierra. Debido a que la transacción MIGO y las actas ya fueron procesadas digitalmente en avanzada, se genera un desfase inmediato en el inventario del sistema. Reversar administrativamente un traspaso de material controlado en SAP implica un protocolo burocrático que paraliza la plataforma de muelle y vulnera la confiabilidad de la información logística.

6.4.3. Seguimiento de pedidos y tiempos de entrega

La fase de ejecución de la ruta descrita en el protocolo IM OC GVE IF 008 establece que la Dirección Logística es la encargada de enviar la relación de camiones y tripulación. A partir de allí, se activan tres filtros de control antes de liberar el viaje: la verificación de antecedentes por la OSD de FAGECOR, la inspección técnica del vehículo por Transportes y la auditoría de seguridad social del personal por parte de Gestión Ambiental y Seguridad (GSA). Finalmente, se despacha el camión con una carpeta física que contiene las hojas de seguridad y tarjetas de emergencia (Decreto 1609 de 2002)

Al cruzar esta secuencia con los informes de supervisión de MASA Ltda., se identifican las fallas que destruyen la puntualidad de la entrega:

- El cuello de botella de la multi-agencia: El seguimiento de los tiempos de entrega revela que el camión pasa más tiempo detenido en los filtros internos de la fábrica que en el tránsito por carretera. Las inspecciones obligatorias de GSA, Transportes y OSD operan como silos independientes. Si la base de datos de antecedentes de la OSD experimenta demoras, o si la verificación de la seguridad social del conductor se retrasa por problemas de carga en Synergy, el vehículo queda retenido en la planta de producción, perdiendo la ventana de salida coordinada con el convoy militar.
- Flujo empujado vs. Flujo tirado: La planificación mensual de rutas (Etapa 1 del procedimiento) se ejecuta bajo un modelo Push (basado en pronósticos comerciales y oficios de la DAC cargados en Synergy). Al no existir un seguimiento dinámico de la demanda de las minas o almacenes comerciales en

tiempo real, el transporte se despacha sin certeza volumétrica. Esto genera las ineficiencias de sobrecapacidad o subutilización descritas en las tablas 6 y 7, donde el seguimiento satelital (GPS) solo sirve para monitorizar un activo ineficiente que viaja al 50% de su capacidad contratada.

6.4.4. Evaluación de la gestión documental y administrativa del despacho

El pilar administrativo de la distribución de producto terminado en INDUMIL se encuentra tipificado en el Procedimiento IM OC DAC PR 017 / GVE PR 017. Este exhaustivo manual de operaciones logísticas impone directrices estrictas para salvaguardar el inventario y cumplir con los requisitos aduaneros y de control de armas:

- Parámetros de almacenamiento y preservación: Obligatoriedad de estibar la carga, implementar la metodología 5S, separación de arrumes a un mínimo de 50 cm de los muros y la aplicación estricta del sistema de rotación PEPS (Primero en Entrar, Primero en Salir). Adicionalmente, exige el monitoreo diario de variables climáticas (temperatura y humedad relativa) cruzando datos con los portales oficiales del IDEAM en el formato IM OC DAC FO 047.
- Infraestructura de áreas restringidas (Requisitos OEA): Para blindar el material tipo exportación, se definen zonas de máxima seguridad con control de acceso biométrico y monitoreo CCTV permanente: la "Jaula" en el Almacén General, el "Depósito Taller Indugel" en los polvorines de FEXAR y el "Taller de Embalaje" en el Almacén de Metalmecánica. Todo ingreso debe registrarse en el formato IM OC OSD FO 060.

- Protocolos rígidos por la línea de producto:
    - Armas: Prohibición crítica de entrega sin la impresión física del permiso de porte/tenencia validada ante el DCCAE/SCCAE y verificación mecánica obligatoria frente al cliente.
    - Municiones: Registro obligatorio del número de lote y consecutivo de cajas en las observaciones de la factura para blindar la trazabilidad inversa.
    - Explosivos: Registro vinculante en el "Libro Control Entrega de Explosivos", exigiendo salvoconducto vigente y validación en la plataforma SIAEM.
- Tiempos límites de legalización: El procedimiento establece un margen máximo de 5 días hábiles para dar el Alta en SAP a las importaciones y comercializaciones, y obliga a los almacenistas a remitir los informes de novedades de stock (IM OC DAC FO 046) y los Reportes de Seguros de Mercancía Despachada (IM OC DAC FO 015) dentro de los primeros 3 días de cada mes a la Vicepresidencia Corporativa.

Para sintetizar la complejidad y las debilidades del ecosistema documental de INDUMIL, se presenta la siguiente tabla 9 analítica:

Tabla 9. Análisis de ecosistema documental de INDUMIL

Documento / Formato	Requisito / Control Asociado	Impacto Logístico Neto (Vulnerabilidad Operativa)

Formato Medición Temperatura Humedad (IM OC DAC FO 047)	Registro diario basado en el IDEAM para preservación en polvorines.	Proceso manual y propenso a omisiones que no genera alertas automatizadas en caso de desviaciones críticas de humedad.
Registro Control de Acceso (IM OC OSD FO 060)	Control estricto de personal en áreas restringidas (Jaula/Polvorines/OEA).	Multiplicidad de registros. Al no estar unificado con el sistema de turnos de cargue, genera demoras en el ingreso de auxiliares de carga.
Reporte Seguro Mercancía Despachada (IM OC DAC FO 015)	Envío en los primeros 3 días del mes a la Vicepresidencia Corporativa de la carga movilizada por la entidad.	Carga administrativa pesada al cierre del mes. Exige consolidación manual de remesas, restando tiempo al análisis de optimización de rutas.
Libros de Control Físicos (Explosivos/Armas)	Asentamiento manuscrito de lotes, seriales, cédulas y autorizaciones de SIAEM.	Dualidad Sistémica Crítica. Coexiste un registro manuscrito medieval con el ERP SAP, duplicando el tiempo de atención al cliente y fragmentando la información.

Fuente: elaboración propia

La investigación concluye que el procedimiento administrativo-documental de INDUMIL indica falta de regulación y control:

- Pérdida de la agilidad en la cadena de valor: Las directrices (como las 5S o el flujo continuo PEPS) quedan neutralizadas por la burocracia administrativa. El

hecho de la entrega de explosivos o armas dependa de la firma de libros físicos, la verificación manuscrita de consecutivos de cajas y el sellado físico de facturas originales ("MERCANCÍA ENTREGADA") expone a la cadena de suministro a un Administrative Lead Time desproporcionado.

- Inflexible ante contingencias del transporte: Cuando el transporte experimenta retrasos por las fallas operativas descritas en los informes de supervisión (ej. falta de despliegue de escoltas o prefecturas rechazadas), la rigidez administrativa de los plazos (como los 3 días para reportar seguros o los 5 días para legalizar actas técnico-administrativas de importación) genera un estrés operativo sobre el personal de las fábricas FEXAR, FAGECOR y FASAB. Los coordinadores dedican más horas a subsanar novedades documentales y evitar sanciones internas que a planificar el cubicaje y el balance de pesos óptimo sobre los camiones, perpetuando el círculo vicioso de la ineficiencia logística en los muelles de la organización.

6.5. Identificación de problemáticas en el proceso de despacho de producto terminado

A partir del diagnóstico de la cadena de suministro y la evaluación de los procesos de control logístico, se logró determinar que las fallas en el despacho de producto terminado en INDUMIL no responden a una escasez de recursos físicos o tecnológicos, sino a una profunda desconexión estructural en su modelo operativo. A pesar de contar con plataformas robustas (SAP, Synergy) y una flota de transporte tercerizada con capacidad de respuesta, el flujo de valor

se ve interrumpido por problemáticas transversales que afectan la planificación, la coordinación interdepartamental y la integridad de la información.

6.5.1. Ineficiencias en la planeación de despachos

La planeación del despacho en INDUMIL tiene falencias de acuerdo con el enfoque volumétrico preventivo. La problemática central radica en que la Dirección de Almacenes Comerciales (DAC) consolida las necesidades de los clientes basándose estrictamente en variables comerciales (unidades, referencias y valores), trasladando esta información a la Dirección Logística y Servicios (DLS) sin una parametrización técnica de cubicaje ni distribución de pesos.

- Asignación "a ciegas" de la capacidad vehicular: Al no existir una herramienta de planificación que traduzca las unidades vendidas en volumen físico, la DLS asigna vehículos basándose en estimaciones empíricas. Esto desemboca en dos escenarios financieramente nocivos evidenciados en el diagnóstico:
  - Capacidad Ociosa (Flete en vacío): Asignación de tractomulas de 90 metros cúbicos para transportar pedidos de 45 metros cúbicos, obligando a la empresa a asumir el 100% del costo del flete por un espacio que no se utiliza.
  - Sub-dimensionamiento: Asignación de camiones pequeños (28 metros cúbicos) para pedidos de 35 metros cúbicos, lo que deja "estibas en tierra" y obliga a la contratación de despachos adicionales de emergencia.

- Planificación bajo modelo "Push" aislado: Las rutas se planifican mensualmente impulsadas por las cuotas de producción y ventas, pero no están sincronizadas con la disponibilidad real de la plataforma de cargue en FEXAR, FAGECOR o FASAB.

6.5.2. Problemas en la coordinación operativa y logística

La distribución de material explosivo y militar exige una trazabilidad perfecta, la cual actualmente está fragmentada por el "efecto silo" entre tres dependencias clave: el área Comercial (DAC), el área Logística (DLS) y el esquema de Seguridad (Oficina de Seguridad y Defensa - OSD).

- Fricción interdepartamental y Cuellos de Botella en Muelle: La coordinación operativa no fluye en tiempo real. El proceso de cargue requiere que el vehículo haya sido inspeccionado técnica y ambientalmente, que los conductores cuenten con el aval de seguridad social, y que exista presencia ininterrumpida de un delegado de la OSD. Si uno solo de estos actores se retrasa, el vehículo queda inmovilizado en la plataforma de las fábricas.
- Tiempos de Espera (*Stand By*) por esquemas de seguridad: La ineficiencia en la coordinación con la Fuerza Pública y escoltas privadas genera un impacto directo en la ejecución del transportador. Tal como lo evidencian los Informes de Interventoría del contrato 1-126/2025 (Transportes MASA Ltda.), las demoras en el despliegue de las tropas obligan a detener los vehículos, materializando contingencias económicas gravosas (penalizaciones millonarias facturadas bajo la

figura de *stand by*), las cuales deben ser asumidas por INDUMIL en cumplimiento del Código de Comercio (Artículos 1009 y 1023)

6.5.3. Limitaciones en los sistemas de información y control

La infraestructura tecnológica de INDUMIL presenta un "desacoplamiento físico-digital". La organización posee un ERP adaptable (SAP) y herramientas de Industria 4.0, pero el nivel operativo en plataforma aún funciona bajo lógicas analógicas.

- Sobre documentación y registros manuscritos: La validación de entregas de mercancías peligrosas sigue atada a la digitación manual en "Libros de Control Físicos" y al sellado en papel ("MERCANCÍA ENTREGADA"). Esta dualidad sistémica obliga a los almacenistas a duplicar su trabajo: deben llevar el registro físico y luego ingresar al sistema SAP a formalizar la transacción de traspaso (MIGO).
- Ausencia de trazabilidad preventiva: El sistema SAP actúa como un repositorio de registro posterior, no como una herramienta de toma de decisiones logísticas. Las inconsistencias de facturación reportadas recurrentemente en los informes de supervisión se deben a que la información contable y operativa viaja por canales distintos y no centralizados, lo que favorece el error humano y dificulta el cierre limpio de las rutas de abastecimiento en el gestor documental (Synergy / Indudaruma).

6.5.4. Impacto de las problemáticas en la eficiencia operativa de INDUMIL

La sumatoria de las ineficiencias en planeación, las fricciones de coordinación y la híper-regulación analógica genera una reacción en cadena que erosiona tres pilares de la competitividad de la Industria Militar:

- Impacto Financiero: El modelo actual eleva el presupuesto de transporte de manera injustificada. Pagar por "aire" en vehículos sobredimensionados, costear fletes dobles por mala estimación de volumen, y asumir el pago de indemnizaciones a transportadores por *Stand By* originado en la desarticulación de las escoltas, constituye una merma directa a las utilidades operacionales y al presupuesto de la Gerencia Logística.
- Impacto Operacional: El impacto más crítico es el colapso del nivel de servicio interno. Como se demostró en la evaluación de indicadores (numeral 6.3.1), el indicador *"La ruta se cargó dentro de los tiempos"* presenta un cumplimiento deficiente (0%). Los retrasos en plataforma alteran los esquemas de viaje, incrementan el riesgo físico al mantener material explosivo estacionado innecesariamente, y obligan a reversar actas y salvoconductos (DCCAE) cuando la carga debe modificarse a última hora.
- Impacto Administrativo: La falta de alineación sistémica obliga al personal de la Dirección de Almacenes Comerciales (DAC) y de logística a destinar la mayor parte de su carga laboral a tareas reactivas: anular remesas, tramitar nuevos viáticos por extemporaneidad, justificar sobrecostos en informes y mediar entre

las transportadoras y la oficina de seguridad. Esto suprime la capacidad de la organización para aplicar principios de mejora continua y logística preventiva.

6.6. Identificación de oportunidades de mejora en el proceso de despacho

El diagnóstico desarrollado en los numerales 6.1 a 6.5 permitió establecer que las ineficiencias del proceso de despacho de producto terminado en INDUMIL no obedecen a una carencia de infraestructura tecnológica o de recursos físicos, sino a una desarticulación estructural entre la planeación comercial, la asignación de capacidad vehicular y los protocolos de control documental y de seguridad. A partir de estos hallazgos, resulta pertinente traducir las problemáticas identificadas en oportunidades concretas de mejora, priorizarlas según su impacto y viabilidad, y definir las variables sobre las cuales debe intervenir la propuesta de optimización que se desarrollará en los capítulos posteriores de esta investigación.

6.6.1. Análisis de causas de las problemáticas identificadas

Con el propósito de establecer relaciones causa-efecto entre los hallazgos cualitativos (numeral 6.5) y los datos cuantitativos obtenidos en la evaluación de desempeño (numeral 6.3), se realizó un análisis de causas agrupado en cinco categorías: método, medición, mano de obra, materiales/tecnología y medio ambiente organizacional (comunicación). Este ejercicio plasmado en la tabla numero 10 permite identificar que la mayoría de las causas raíz convergen en la ausencia de un proceso estandarizado de cubicaje previo a la solicitud de transporte.

Tabla 10. Análisis de causa de las problemáticas del proceso de despacho

Categoría	Causa raíz identificada	Problemática relacionada	Efecto en el proceso
Método	Ausencia de un procedimiento de cubicaje técnico previo a la etapa 3 (solicitud de transporte)	Asignación "a ciegas" de la capacidad vehicular (6.5.1)	Capacidad ociosa (caso 90 m3/45 m3) y sub-dimensionamiento (caso 28 m3/35 m3)
Método	Planificación bajo modelo Push sin sincronización con la disponibilidad real de plataforma	Planificación aislada de rutas (6.5.1)	Vehículos que llegan sin certeza volumétrica del pedido
Medición	Indicadores de gestión sin desagregación por causa raíz (tabla 5)	Falta de trazabilidad del 0% en "carga dentro de los tiempos"	Imposibilidad de diferenciar si el retraso es por escolta, documentación o cubicaje
Mano de obra	Dependencia sincrónica de un único delegado de la OSD para iniciar el cargue	Cuellos de botella en muelle (6.4.1, 6.5.2)	Tiempos muertos (idle times) de operarios de montacargas
Mano de obra	Falta de capacitación técnica del personal comercial y logístico en	Desconocimiento de la relación unidades vendidas-volumen físico (6.5.1)	Solicitudes de transporte mal dimensionadas

	variables de embalaje/cubicaje		
Materiales/tecnología	Doble digitación (libro físico + transacción migo en SAP)	Desacoplamiento físico-digital (6.4.2, 6.5.3)	Duplicidad de trabajo y errores en el registro de seriales
Materiales/tecnología	Ausencia de un módulo de cubicaje integrado a SAP o industria 4.0	Sobre documentación y registros manuscritos (6.5.3)	El ERP actúa como repositorio posterior, no como herramienta de decisión
Medio ambiente/comunicación	Efecto silo entre DAC, DLS y OSD, sin interlocutor único operativo	Fricción interdepartamental (6.5.2)	Retrasos en escoltas (stand by facturado, informe #13) y en prefecturas (informe #11)

Fuente: elaboración propia

Este análisis evidencia que, si bien existen causas de naturaleza tecnológica y humana, la causa raíz predominante es de tipo metodológico: la inexistencia de un procedimiento formal que traduzca el pedido comercial en una unidad de medida logística (M3 y kg) antes de solicitar el vehículo a la Dirección Logística y Servicios (DLS). Esta causa explica de manera directa el 0% de cumplimiento del indicador "la ruta se cargó dentro de los tiempos" (tabla 5) y sustenta la necesidad de intervenir prioritariamente sobre esta variable, dando respuesta al primer objetivo específico de la investigación.

6.6.2. Priorización de oportunidades de optimización logística

Con la identificación de las causas y efecto se construyó una matriz de priorización que valora cada oportunidad de mejora según dos criterios: impacto potencial sobre los indicadores de cumplimiento, productividad y costo (numerales 6.3.1 a 6.3.3), y facilidad de implementación, entendida como el nivel de inversión, tiempo y resistencia al cambio que implica cada intervención.

Tabla 11. Matriz de priorización de oportunidades de mejora

Oportunidad de mejora	Impacto potencial	Facilidad de implementación	Prioridad
Implementar un procedimiento de cubicaje técnico previo a la solicitud de transporte (etapa 3)	Alto	Media	1
Estandarizar las unidades de embalaje del producto terminado (estibas, cajas, bultos) conforme a las dimensiones de la flota disponible (tabla 4)	Alto	Media	2

Establecer protocolos de tiempos máximos por actividad en la plataforma de cargue (inspección OSD, GSA, transportes)	Alto	Media-alta	3
Diseñar un canal único de comunicación e interlocución entre DAC, DLS y OSD para la coordinación de escoltas	Medio-alto	Alta	4
Capacitar al personal comercial y logístico en el cálculo de cubicaje y peso volumétrico	Medio	Alta	5
Integrar el registro de cubicaje al ERP SAP para reducir la doble digitación	Alto	Baja	6
Digitalizar los libros de control físico (explosivos y armas) manteniendo el cumplimiento normativo	Medio	Baja	7

Fuente: elaboración propia

La priorización confirma que las oportunidades de mayor impacto y viabilidad de implementación en el corto plazo se concentran en la estandarización del cubicaje y el embalaje, así como en la definición de protocolos de tiempos en plataforma, mientras que las intervenciones tecnológicas de mayor calado (integración con SAP, digitalización de libros de control) requieren una inversión mayor y un horizonte de implementación de mediano a largo plazo, sin dejar de ser relevantes para sostener la mejora en el tiempo.

6.6.3. Determinación de variables críticas para mejorar el despacho

Del análisis de causas (6.6.1) y de la matriz de priorización (6.6.2) se derivan cuatro variables críticas plasmadas en la tabla 12 que concentran el mayor potencial de mejora del proceso, cada una asociada directamente a uno de los objetivos específicos de la investigación:

Tabla 12. Variables críticas del proceso de despacho

Variable crítica	Descripción	Objetivo específico asociado
Identificación temprana de cuellos de botella	Puntos del flujo operativo (numeral 6.1.3) donde convergen múltiples validaciones (documental, seguridad, cargue) y que concentran los mayores tiempos de espera	Identificar los principales cuellos de botella en el proceso de despacho
Relación embalaje-capacidad vehicular (cubicaje)	Correspondencia entre las unidades de embalaje técnico (cajas, bultos, estibas) y la capacidad volumétrica ofertada por la flota (tabla 4)	Analizar las unidades de embalaje para la reducción de costos logísticos

Estandarización de tiempos de cargue en plataforma	Tiempo que transcurre entre la llegada del vehículo al muelle y la salida efectiva del convoy, condicionado por la disponibilidad simultánea de OSD, GSA y transportes (numeral 6.4.3)	Establecer protocolos de cargue y tiempos de operación
Alineación interfuncional y comunicación regional	Nivel de coordinación entre las áreas comercial (DAC), técnica (DMP) y logística (DLS/OSD) para la planificación y ejecución de rutas	Proponer un programa de capacitación y protocolos de comunicación regional

Fuente: elaboración propia

Estas cuatro variables no operan de manera independiente: la falta de estandarización en el embalaje repercute directamente en el cubicaje, la ausencia de protocolos de tiempos amplifica los cuellos de botella detectados en el muelle F202 (numeral 6.4.1), y la debilidad en la comunicación interfuncional retrasa tanto la asignación de escoltas como la resolución de novedades documentales (numeral 6.4.4). En consecuencia, cualquier propuesta de optimización debe abordar estas variables de forma integrada y no aislada, dado que el diagnóstico evidenció que las fallas del proceso son de naturaleza sistémica y no puntual.

6.6.4. Estrategias para fortalecer la eficiencia operativa del proceso.

Con base en las variables críticas identificadas, se plantean las siguientes líneas estratégicas, cada una alineada con un objetivo específico de la investigación y sustentada en los hallazgos del diagnóstico:

Estrategia 1. Mapeo y control de cuellos de botella en el flujo operativo: Formalizar un tablero de control por etapa (Etapas 1 a 8, numeral 6.1.3) que registre el tiempo real de ejecución frente al tiempo estimado, permitiendo identificar de manera sistemática y no solo mediante casos anecdóticos como los de las tablas 6 y 7 en qué punto del flujo se concentran los retrasos. Esta estrategia responde directamente al primer objetivo específico y sienta la línea base cuantitativa que actualmente no existe de forma consolidada (numeral 6.3.1).

Estrategia 2. Estandarización de unidades de embalaje conforme a la flota disponible**:** Definir un catálogo de unidades de embalaje técnico (cajas, bultos, estibas) con dimensiones estandarizadas que faciliten el cálculo de cubicaje y su correspondencia con la oferta de vehículos del mercado colombiano (tabla 4). Esta estandarización, aplicada antes de la Etapa 3 (generación de solicitud de transporte), reduciría los escenarios de capacidad ociosa y sub-dimensionamiento identificados en el numeral 6.2.4, atendiendo el segundo objetivo específico orientado a la reducción de costos logísticos.

Estrategia 3. Protocolización de tiempos de cargue y validación en plataforma: Establecer tiempos máximos por actividad para cada uno de los tres filtros identificados en el numeral 6.4.3 (verificación de antecedentes OSD, inspección técnica de Transportes y auditoría de GSA), de manera que operen de forma paralela y no secuencial cuando sea técnicamente posible. Esta

estrategia busca revertir el indicador crítico del 0% de cumplimiento en "la ruta se cargó dentro de los tiempos" (tabla 5) y responde al tercer objetivo específico de la investigación.

Estrategia 4. Programa de capacitación y comunicación interfuncional: Diseñar un programa de capacitación dirigido al personal de la DAC, DPM y DLS en el cálculo de cubicaje y peso volumétrico, complementado con la designación de interlocutores únicos operativos y contables entre las áreas medida que ya había sido sugerida en el Informe de Supervisión #11 (numeral 6.4) para reducir el efecto látigo en la conciliación de fletes y la fricción interdepartamental descrita en el numeral 6.5.2.

En conjunto, estas cuatro estrategias configuran una hoja de ruta coherente con el objetivo general de optimizar el proceso de despacho de producto terminado en INDUMIL, al intervenir simultáneamente sobre la planeación (cubicaje y embalaje), la ejecución (tiempos de cargue) y la coordinación interfuncional (comunicación y capacitación), sin comprometer los estándares de seguridad y trazabilidad exigidos por la naturaleza del material explosivo transportado.

6.7. Propuesta de optimización del proceso de despacho de producto terminado en INDUMIL

El diagnóstico del proceso de despacho permitió evidenciar que INDUMIL cuenta con procedimientos estandarizados, protocolos de seguridad, trazabilidad documental y herramientas tecnológicas como SAP, INDUDARUMA, Industria 4.0, dispositivos PDA y sistemas de rastreo satelital, los cuales garantizan un elevado nivel de control operativo durante la distribución del

producto terminado. No obstante, el análisis documental también permitió identificar oportunidades de mejora relacionadas con la integración de la información entre las áreas comercial, logística y transporte, la utilización eficiente de la capacidad vehicular y la reducción de actividades administrativas que prolongan los tiempos de despacho.

En consecuencia, se propone un modelo integral de optimización basado en cinco ejes estratégicos que permitan fortalecer la planificación logística sin afectar los rigurosos estándares de seguridad propios de la Industria Militar, en la siguiente tabla se resumen 7 estrategias planteadas para la optimización del proceso de despacho en INDUMIL.

Tabla 13. Estrategias de optimización del proceso de despacho en INDUMIL

Estrategia	Problema identificado	Acción propuesta	Responsable	Beneficio esperado
Integración comercial-logística	Información incompleta para planificar el transporte	Incorporar variables logísticas (peso, volumen, dimensiones y cubicaje) en SAP	Dirección comercial-DLS	Mejor planeación de la carga
Optimización del transporte	Baja utilización de la capacidad vehicular	Sistema automático de cubicaje y	DLS	Mayor ocupación de los vehículos

		selección del vehículo		
Coordinación operativa	Retrasos entre dependencias	Creación del centro de coordinación logística	DAC-DLS-OSD	Disminución de tiempos de espera
Digitalización documental	Múltiples registros manuales	Automatización de validaciones y firmas electrónicas	Tecnología	Reducción del tiempo administrativo
Lean logistics	Tiempos muertos durante el cargue	Organización del muelle mediante metodología 5s	Jefes de planta	Mayor productividad
Gestión por indicadores	No existen indicadores específicos del despacho	Implementación de tablero de control	Dirección logística	Seguimiento permanente
Mejora continua	Las novedades no generan acciones correctivas	Implementación del ciclo PHVA	Todas las áreas	Optimización continua

Fuente: elaboración propia

6.7.1. Diseño de estrategias para optimizar las operaciones de despacho

Estrategia 1. Integración logística entre el área comercial y la Dirección Logística mediante información técnica estandarizada:

La principal oportunidad de mejora identificada durante la investigación corresponde a la ausencia de información logística completa desde el momento en que se genera la venta, actualmente el área comercial suministra la cantidad de unidades solicitadas; sin embargo, la Dirección Logística requiere información adicional relacionada con:

- volumen por unidad
- peso bruto
- dimensiones del embalaje
- tipo de estiba
- número de cajas
- metros cúbicos ocupados
- restricciones de almacenamiento
- compatibilidad de carga

La incorporación de estas variables dentro del ERP SAP permitiría que el sistema calcule automáticamente el cubicaje requerido para cada pedido antes de generar la solicitud de transporte.

Beneficios esperados

- ✓ Eliminación de la improvisación durante el cargue.
- ✓ Selección correcta del tipo de vehículo.
- ✓ Disminución de viajes parcialmente ocupados.

- ✓ Mejor utilización de la flota.
- ✓ Reducción del costo por tonelada transportada.

Ejemplo:

Actualmente el área comercial informa 1200 cajas de Indugel Plus AP con destino a la mina “el descanso” en el Cesar, para logística esta información no es suficiente para planificar adecuadamente el transporte ya que no incluye variables técnicas como el peso, volumen, tipo de embalaje y el cubicaje requerido, la propuesta seria que SAP genere automáticamente la información logística necesaria para la planificación del despacho:

Tabla 14. Ejemplo variable logística

Variable logística	Ejemplo
Producto	INDUGEL plus AP
Cantidad	1200 cajas
Peso bruto total	21.600 kg (valor ilustrativo)
Volumen total	46 m3 (valor ilustrativo)
Tipo de embalaje	Caja certificada para explosivos
Numero de estibas	24
Clasificación ONU	Mercancía peligrosa clase 1 (según corresponda al producto)
Vehículo recomendado	Camión dt de 50m3
Ocupación estimada	92%

Fuente elaboración propia

Con esta información, la Dirección Logística y Servicios puede elaborar el plan de carga sin necesidad de realizar cálculos manuales, seleccionar el vehículo con la capacidad adecuada y coordinar oportunamente la disponibilidad de escoltas, reduciendo tiempos de preparación y evitando la subutilización de la flota.

Estrategia 2. Implementación de un sistema automático de cubicaje y asignación vehicular

Actualmente la asignación de vehículos depende en gran parte del conocimiento del personal encargado y de la experiencia operativa, se propone implementar un módulo de cubicaje automático integrado al ERP que permita calcular:

- volumen total del pedido
- distribución del peso
- centro de gravedad
- compatibilidad de mercancías peligrosas
- porcentaje de ocupación del vehículo
- El sistema deberá recomendar automáticamente el vehículo con mejor relación capacidad-utilización.

Por ejemplo:

Tabla 15. Plan de carga en sistema ERP

Vehículo	Capacidad	Pedido	Ocupación
Tractomula 90m3	90 m3	82m3	91%
Camión dt	45 m3	43m3	95%

Fuente elaboración propia

Esta estrategia disminuiría considerablemente los espacios vacíos observados durante la investigación.

Estrategia 3. Creación de un Centro de Coordinación Logística (CCL)

Se propone conformar un equipo interdisciplinario permanente integrado por representantes de:

- Dirección de Almacenes Comerciales
- Dirección Logística y Servicios
- Dirección de Productos Manufacturados
- Oficina de Seguridad y Defensa
- Transportes
- Producción

Este equipo realizaría reuniones cortas de coordinación antes de cada ruta nacional para verificar:

- disponibilidad del producto
- disponibilidad del transporte
- autorización documental
- disponibilidad de escoltas
- estado del inventario
- tiempos de cargue
- riesgos operacionales

De esta manera se reducirían reprocesos ocasionados por información incompleta entre dependencias.

Estrategia 4. Digitalización de las validaciones documentales

Aunque INDUMIL utiliza INDUDARUMA y SAP, el estudio evidenció que aún existen múltiples firmas físicas, verificaciones manuales y registros repetitivos y se propone implementar:

- ✓ firmas electrónicas institucionales
- ✓ listas de chequeo digitales
- ✓ validación automática de requisitos documentales
- ✓ notificaciones automáticas de aprobación
- ✓ generación electrónica del expediente del despacho

Con ello se disminuirían significativamente los tiempos administrativos previos a la salida del vehículo.

Estrategia 5. Optimización del proceso de cargue mediante metodología Lean Logistics

El análisis de los protocolos permitió observar que durante el cargue existen múltiples desplazamientos del personal y reorganización de la mercancía. Por ello se propone aplicar herramientas Lean Logistics como:

- o 5S en plataformas de despacho
- o estandarización de estaciones de trabajo

- prealistamiento por secuencia de entrega
- reducción de movimientos innecesarios
- eliminación de tiempos muertos

La reorganización física del área de cargue permitiría disminuir el tiempo promedio de permanencia del vehículo en plataforma.

Estrategia 6. Sistema de indicadores de desempeño logístico (KPI)

Se propone implementar un tablero de control con indicadores mensuales que permitan medir permanentemente el desempeño del proceso.

Tabla 16. Indicadores de seguimiento proceso de despacho

Indicador	Formula	Meta
Cumplimiento del plan de despacho	Despachos ejecutados/ programados	_> 98%
Tiempo promedio de cargue	Horas cargue / vehículos	Reducir 20%
Ocupación promedio del vehículo	Volumen utilizado / capacidad	_>90%
Reprocesos documentales	Reprocesos / despachos	<2%
Entregas oportunas	Entregas a tiempo / total entregas	_>98%
Incidentes durante el transporte	Incidentes / despachos	0
Utilización de flota	Vehículos utilizados / disponibles	_> 90%

Fuente elaboración propia

Estrategia 7. Programa permanente de capacitación logística

Se propone desarrollar un programa anual dirigido al personal de logística, transporte y almacenes enfocado en:

- cubicaje de carga
- optimización del espacio
- distribución del peso
- manejo de mercancías peligrosas
- uso de SAP
- actualización normativa
- Lean Logistics
- seguridad operacional

Esto fortalecería la estandarización de los procedimientos y disminuiría la dependencia del conocimiento empírico del personal con mayor experiencia.

Estrategia 8. Modelo de mejora continua basado en el ciclo PHVA

Cada ruta de abastecimiento deberá finalizar con una reunión de retroalimentación donde se analicen:

- tiempos reales
- novedades
- sobrecostos
- utilización del vehículo

- incidentes
- acciones correctivas

La información recopilada alimentará un banco institucional de lecciones aprendidas que permitirá ajustar continuamente los procedimientos de despacho.

Modelo integral propuesto

La propuesta de optimización se estructura en un modelo de gestión logística compuesto por cinco pilares estratégicos:

- ✓ Integración digital entre las áreas comercial, logística y transporte.
- ✓ Planeación inteligente mediante cubicaje automático y optimización de la capacidad vehicular.
- ✓ Digitalización del flujo documental y fortalecimiento de la trazabilidad.
- ✓ Implementación de indicadores de desempeño para la toma de decisiones basada en datos.
- ✓ Aplicación de un proceso permanente de mejora continua soportado en el ciclo PHVA.

La implementación conjunta de estas estrategias permitirá incrementar la eficiencia operativa del proceso de despacho, reducir los tiempos de preparación y cargue, optimizar la utilización de los vehículos, disminuir los costos asociados al transporte y fortalecer la coordinación entre las diferentes áreas involucradas, sin comprometer los estrictos estándares de seguridad y trazabilidad exigidos para el manejo de materiales explosivos.

6.7.2. Implementación de indicadores KPI para el control logístico

Optimización en el proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL

La cadena de suministro de INDUMIL opera bajo condiciones de seguridad y cumplimiento legal debido a la manipulación de mercancías peligrosas (Clase 1: Explosivos), no obstante, los informes de interventoría del año 2026 revelan que la organización padece de un aislamiento operativo interdepartamental (el denominado "efecto silo").

La Dirección de Almacenes Comerciales (DAC), la Dirección Logística y Servicios (DLS) y la Oficina de Seguridad y Defensa (OSD) comparten el mismo flujo físico, pero sus flujos de información corren por canales divorciados.

La implementación de estos KPIs se fundamenta en tres necesidades críticas de la ingeniería logística:

- Reducción del Costo Total de la Operación: Actualmente, las ineficiencias se pagan como gastos aceptados, el caso real documentado el 13 de mayo de 2026 en la Ruta Noroccidental, donde se generó un sobrecosto de $19.340.569 a favor de Transportes MASA Ltda. por camiones parados (*stand by*), es el síntoma directo de un proceso que se ejecuta sin visibilidad, medir los tiempos de respuesta y la precisión predictiva obliga a las áreas a sincronizarse antes de que el camión llegue a la planta.
- Erradicación de la Dualidad Sistémica: INDUMIL cuenta con herramientas como SAP y Synergy, pero sus muelles dependen de libros físicos manuscritos y validaciones en papel. Los KPIs propuestos fuerzan la automatización del flujo de datos, eliminando la doble digitación y el papeleo burocrático que ralentiza el muelle.

- Estabilización del Lead Time de Despacho: Un cumplimiento de 0% en el indicador *"La ruta se cargó dentro de los tiempos"*, significa que la planificación logística actual es una ficción teórica, los KPIs introducen predictibilidad, garantizando que el tiempo programado en oficina coincida con el tiempo real de ejecución en la plataforma.

Objetivo Específico 1: Identificar los principales cuellos de botella que se presentan en el proceso de despacho del producto terminado.

KPI: Tiempo promedio de respuesta a solicitudes internas

Tabla 17. KPI tiempo promedió de respuesta a solicitudes internas

Descripción	Evalúa la agilidad de los reportes de cuello de botella o solicitudes de operación para mitigar demoras en muelle.
Meta	≤ 10 días hábiles
Fórmula	(fecha de entrega del reporte) - (fecha de solicitud del reporte)

Fuente elaboración propia

KPI: Reducción del tiempo promedio de atención a solicitudes internas mediante IA

Tabla 18. KPI reducción del tiempo promedio de atención a solicitudes internas

Descripción	Mide la contracción del ciclo operativo de atención al incorporar herramientas tecnológicas preventivas.
Meta	≥ 30%
Fórmula	(tiempo promedio con IA/10 días hábiles) × 100%

Fuente elaboración propia

Objetivo Específico 2: Analizar las unidades de embalaje del producto terminado para la reducción de costos logísticos mejorando la eficiencia en la entrega a proveedores.

KPI: Reducción de pérdidas y desperdicios en inventarios

Tabla 19. KPI reducción de perdida y desperdicios de inventario

Descripción	Controla el desperdicio económico por daños en embalajes, fallas de estiba o vencimiento de producto.
Meta	≥ 15% anual
Fórmula	(valor del inventario perdido/valor del inventario) × 100%

Fuente elaboración propia

KPI: Tiempo promedio de abastecimiento de bienes críticos

Tabla 20. KPI Tiempo promedio de abastecimiento de bienes críticos

Descripción	Controla la ventana de suministro de materiales e insumos de empaque de alta necesidad.
Meta	≤ 15 días
Fórmula	(fecha final de entrega) - (fecha inicial de entrega)

Fuente elaboración propia

Objetivo Específico 3: Establecer protocolos de cargue y tiempos de operación, evitando reprocesos y tiempos muertos en plataforma.

KPI: Precisión en la predicción de necesidades logísticas mediante IA

Tabla 21. KPI Precisión en la predicción de necesidades logísticas mediante IA

Descripción	Evalúa la efectividad de planes logísticos previos al cargue físico para mitigar la subutilización o sobrecostos de vehículos en muelle.
Meta	≥ 20%
Fórmula	(procesos logísticos apoyados con IA/ total de procesos logísticos elaborados) × 100%

Fuente elaboración propia

KPI: Número de irregularidades detectadas y corregidas oportunamente

Tabla 22. KPI Numero de irregularidades detectadas y corregidas oportunamente

Descripción	Mide el porcentaje de novedades de cargue o fallas en la asignación vehicular solucionadas en tiempo récord.
Meta	100%
Fórmula	(novedades detectadas corregidas a tiempo/número total de novedades detectadas) × 100%

Fuente elaboración propia

Objetivo Específico 4: Proponer un programa de capacitaciones integral y protocolos de comunicación regional para alinear las áreas comerciales, técnica y logística.

KPI: Satisfacción del cliente interno en servicios generales

Tabla 23. Satisfacción del cliente interno en servicios generales

Descripción	Mide el nivel de percepción de fluidez operativa entre las distintas áreas (DAC, DLS, OSD) y fábricas.
Meta	≥ 85%
Fórmula	(encuestas con calificación satisfactoria / número total de encuestas respondidas) × 100%

Fuente elaboración propia

KPI: Número de capacitaciones anuales en normativas legales y éticas

Tabla 24. Numero de capacitaciones anuales en normativas legales y éticas

Descripción	Cuantifica el despliegue del programa formativo para el personal involucrado en los rigurosos protocolos aduaneros, éticos y de manipulación de carga controlada.
Meta	≥ 2 anuales
Fórmula	Σ (eventos en los que se participa para capacitación)

Fuente elaboración propia

6.7.3. Evaluación financiera y operativa de la propuesta de mejora

Con las propuestas establecidas se realiza un análisis financiero y se plantean las siguientes estrategias:

6.7.3.1.Cronograma Semestral de Capacitación e Implementación Logística

Para erradicar el "efecto silo" y estandarizar la gestión del volumen físico previo a la generación de solicitudes de transporte (Etapa 3 del flujo operativo), se diseña un plan maestro estructurado en tres fases consecutivas que abarcan la formación técnica, la estabilización en plataforma de muelle y el aseguramiento del conocimiento a largo plazo bajo el ciclo PHVA.

Optimización en el proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL

Fase I: Formación e Integración de Criterios Técnicos (Meses 1 a 6)

Durante este bloque semestral se dictará un módulo mensual especializado de carácter obligatorio, con una intensidad horaria de 4 horas por sesión, segmentado minuciosamente según el perfil competencial requerido:

Mes 1: Fundamentos de Cubicaje Técnico y Distribución de Cargas Mecánicas

- Población Objetivo: Personal operativo de despachos en plantas de producción (FEXAR, FAGECOR, FASAB) y analistas de la Dirección de Logística y Servicios (DLS).
- Contenido Temático: Métodos analíticos para el cálculo de volumen ocupacional (M^3), determinación del centro de gravedad en vehículos rígidos y articulados, y restricciones de peso bruto vehicular bajo la normativa nacional del Decreto 1079 de 2015.

Mes 2: Sincronización de Variables Comerciales e Indicadores Logísticos en ERP SAP

- Población Objetivo: Personal administrativo de la Vicepresidencia Comercial, Dirección de Almacenes Comerciales (DAC) y analistas DLS.
- Contenido Temático: Parametrización técnica de las referencias de venta en el maestro de materiales de SAP. Conversión automatizada de unidades comerciales (unidades, cajas, bultos) a unidades de carga logística estandarizadas (estibas y volumen neto).

Mes 3: Protocolos de Estiba y Alistamiento (Picking/Packing) para Mercancías Peligrosas Clase 1

- Población Objetivo: jefes de depósito, almacenistas y auxiliares de carga en plataformas de fábrica.

- Contenido Temático: Técnicas de apilamiento seguro, patrones de distribución de cajas de explosivos en estibas estándar para evitar fricciones e impactos, y aseguramiento de carga bajo la norma internacional de seguridad en la cadena de suministro ISO 28000.

Mes 4: Modelación Preventiva y Optimización de Capacidades de Flota en el Mercado Colombiano

- Población Objetivo: Coordinadores de despacho y analistas de transporte de la Dirección de Logística.
- Contenido Temático: Matriz de correspondencia volumétrica para la asignación óptima de vehículos (desde furgones de $3M^3$ hasta tractomulas de $90M^3$). Mitigación del sobredimensionamiento y la subutilización de fletes.

Mes 5: Gestión del Ecosistema Documental Digital y Flujo de Información Tirado (Pull)

- Población Objetivo: Personal administrativo DAC, DLS, Oficina de Seguridad y Defensa (OSD) y almacenistas de polvorines.
- Contenido Temático: Automatización de validaciones documentales, uso de firmas electrónicas institucionales y eliminación de la doble digitación manuscrita en muelles para acelerar el *Administrative Lead Time*.

Mes 6: Metodología Lean Logistics y Estandarización de Estaciones de Trabajo en Muelle

- Población Objetivo: Personal de despachos en plantas, inspectores de calidad e inspectores de la OSD.
- Contenido Temático: Organización del muelle de carga mediante la metodología de las 5S, balanceo de tiempos de inspección concurrentes (OSD, GSA,

Transportes) para evitar cuellos de botella y erradicar tiempos muertos (*idle times*).

Fase II: Campo de Ejecución y Estabilización Operativa (Meses 7 a 12)

Una vez culminada la formación teórica y técnica, se despliega un periodo de 6 meses de ejecución autónoma controlada. En esta fase no se dictan cátedras teóricas; en su lugar, el Centro de Coordinación Logística (CCL) actúa como ente auditor en muelle. El personal aplica de manera directa los protocolos de cargue estandarizados en las plataformas de FEXAR, FAGECOR y FASAB, empleando las herramientas de cubicaje preventivo parametrizadas en el ERP. Durante este lapso, se capturan mensualmente las desviaciones de los KPI para construir la línea base operativa real de la organización.

Fase III: Aseguramiento de la Mejora Continua (Mediano y Largo Plazo)

Para garantizar la sostenibilidad del modelo de optimización logística preventiva y evitar el retorno a prácticas empíricas tradicionales, se institucionalizan dos jornadas anuales obligatorias de capacitación avanzada y retroalimentación:

- Semestre I (Cada año) - Taller de Sincronización y Análisis de Desviaciones Estocásticas: Evaluación financiera de los costos por *stand by* causados por retrasos de escoltas o Inconsistencias de pre-facturación. Actualización sobre nuevas normativas de transporte de mercancías peligrosas o actualizaciones del módulo de cubicaje en el ERP SAP.
- Semestre II (Cada año) - Comité de Lecciones Aprendidas e Ingeniería de Empaques: Mesa redonda interdepartamental (Comercial-Logística-Seguridad-

Producción) basada en el ciclo PHVA. Se analizan propuestas operativas para reducir los desperdicios por embalaje y optimizar los pesos volumétricos de las nuevas líneas de producto manufacturado de la compañía.

6.7.3.2.Diagnóstico Financiero: Pérdidas Actuales frente a Futuras Ganancias

El diagnóstico logístico integrado evidencia que INDUMIL presenta ineficiencias con un **impacto económico medio-alto**, concentrado en el costo de oportunidad por subutilización de la flota contratada y en las penalizaciones contractuales por inmovilización de vehículos especializados.

Pérdidas Actuales (Línea Base Ineficiente)

- Subutilización de Capacidad Volumétrica (Flete en Vacío): Al planificar rutas bajo un esquema netamente comercial (modelo Push aislado), la empresa despacha vehículos con un factor de aprovechamiento volumétrico que promedia únicamente entre el 60% y 65%. Esto significa que, en un flete contratado para una tractomula de 90M³, aproximadamente el 35% del espacio se paga "en vacío". Logísticamente, esto incrementa el costo unitario por metro cúbico movilizado y eleva artificialmente el presupuesto de transporte de la Gerencia Logística entre un 10% y un 15% mensual.
- Sobrecostos por Subdimensionamiento y Segundos Fletes: El caso inverso (enviar un vehículo de 28M³ para una carga real de 35M³ obliga a dejar estibas en tierra. Esto destruye la productividad al forzar la contratación de segundos despachos de emergencia, duplicando los costos de fletes, elevando la tasa administrativa de

emisión documental y obligando a tramitar segundas solicitudes de escoltas civiles o militares y viáticos de personal adicional.

- Penalizaciones Contractuales por Tiempos de Espera (Stand By): La falta de un canal único de comunicación operativo interfuncional genera retrasos críticos en el despliegue de las escoltas y en la validación documental en muelle. Al paralizar un activo logístico del transportador en carretera o muelle, se materializan cobros de *stand by* amparados bajo el Código de Comercio (Artículos 1009 y 1023). Un ejemplo real analizado en las de auditorías de interventoría documentó un sobrecosto único de $19.340.569 en la Ruta Noroccidental por esta desarticulación.

Futuras Ganancias (Beneficio del Proceso Optimizado)

- Al sustituir la asignación empírica por el cálculo automatizado de cubicaje y peso volumétrico antes de enviar la orden de transporte a la DLS, las pérdidas se convierten directamente en ahorros operativos tangibles e incrementos de margen corporativo:
- Aumento de Productividad Volumétrica (85% - 90%): Al consolidar las cargas con dimensiones estándar y estibas idóneas, se aprovecha al máximo el volumen útil de la flota especializada contratada, reduciendo la cantidad total de viajes al año.
- Eliminación Completa de Sobrecostos por Stand By: Al sincronizar el flujo de información a través del Centro de Coordinación Logística, las inspecciones y los

esquemas de seguridad de la Fuerza Pública se programan sobre realidades operativas y ventanas de muelle validadas, neutralizando las penalizaciones.

- Reducción del 15% en Pérdidas de Inventario y Embalajes: El prealistamiento estructurado por secuencia de entrega mitiga el riesgo de daños físicos, devoluciones o manipulación excesiva de cajas de material explosivo en el muelle de carga.

6.7.3.3.Impacto Integral de la Implementación del ERP SAP en la Organización

La integración total de variables logísticas preventivas en el ERP SAP transforma radicalmente la naturaleza de la operación en INDUMIL, impactando tres esferas estratégicas y abriendo la puerta a la modernización industrial de la compañía.

- Impacto en los Procesos Operativos: Actualmente, el ERP actúa únicamente como un repositorio contable posterior (registro de información *ex-post*). Con la propuesta de mejora, SAP calculará automáticamente los metros cúbicos ocupados, el número de estibas y el peso bruto total desde el momento en que el asesor comercial digita el pedido del cliente. Se suprime de manera definitiva el uso de libros de control manuales y la doble digitación manuscrita en los muelles de almacenamiento. El personal operativo en plataforma ejecutará la verificación de seriales y lotes críticos en tiempo real mediante dispositivos portátiles de lectura (PDA) acoplados a códigos QR, formalizando transacciones (como la MIGO) de forma automatizada.

- Impacto en los Resultados Logísticos y Comerciales: Al proveer un plan de carga formalizado y con balance de pesos netos sobre la flota especializada, se revierte el crítico 0% de cumplimiento en el indicador de "Rutas cargadas dentro del tiempo establecido". Las ventanas de tiempo programadas teóricamente coinciden con la ejecución física real en los muelles de las fábricas. El área comercial adquiere la capacidad de realizar ventas basadas en lotes logísticos eficientes (completar capacidades nominales de vehículos), maximizando el beneficio mutuo y el cumplimiento de la promesa de entrega con un porcentaje de satisfacción superior al 95%.
- Impacto Financiero Directo: Al automatizar el cubicaje, SAP selecciona algorítmicamente el vehículo con la mejor relación capacidad-utilización. Se minimiza el desembolso por fletes adicionales de emergencia y se optimiza el costo por tonelada-kilómetro transportada de mercancías peligrosas Clase 1. El control automatizado y cruzado de pre-facturas en el sistema mitiga el efecto látigo y erradica los errores humanos de cobros duplicados por parte del transportador tercerizado.
- La Puerta a la Automatización Gradual de las Fábricas (Logística 4.0): El impacto más profundo de esta implementación radica en que establece los cimientos tecnológicos para la evolución hacia la Logística 4.0 e Industria 4.0 dentro de INDUMIL:
    - Al tener un maestro de materiales perfectamente parametrizado en volumen y peso dentro de SAP, las fábricas pueden implementar de manera gradual sistemas de almacenamiento automatizados (WMS

avanzados), transelevadores o bandas transportadoras inteligentes en los almacenes polvorines.

- La lectura digital mediante PDA en muelle facilita el enlace futuro con sensores de Internet de las Cosas (IoT) y Big Data, permitiendo monitorear de forma automatizada las alertas críticas de variables climáticas (temperatura y humedad) en los almacenes sin depender de registros manuales propensos a la omisión humana. SAP se convierte en el cerebro predictivo de la organización logístico-militar.

6.7.3.4.Matriz Comparativa Estructural: Pérdidas vs. Inversión vs. Margen de Ganancia Futura

A continuación, se detalla analíticamente el impacto financiero y operativo derivado de la implementación del modelo de optimización preventivo en INDUMIL a través de la siguiente tabla estructurada:

Tabla 25. Impacto financiero y operativo de implementación de modelo de implementación en INDUMIL

Variable de Análisis Operativo	Pérdidas Actuales e Ineficiencias del Proceso (Línea Base)	Requerimiento de Inversión y Acciones de Mitigación	Margen de Ganancia Futura y Beneficio Neto Esperado

Capacidad de Carga y Cubicaje	Aprovechamiento volumétrico deficiente de la flota contratada (60% - 65%). Pagos recurrentes por espacio vacío ("fletes en aire") en vehículos sobredimensionados.	Inversión Baja-Media (Desarrollo interno): Activación y parametrización del módulo de cubicaje inteligente en el ERP SAP existente. Estandarización de unidades de embalaje técnico.	Factor de ocupación vehicular óptimo incrementado a rangos entre 85% y 90%. Reducción sistemática de la cantidad de viajes necesarios por mes.
Coordinación de Escoltas y Ruta	Materialización de penalizaciones contractuales graves por Stand By del transportador tercerizado. Sobrecostos individuales documentados de hasta $19.340.569 debido a demoras externas.	Inversión Administrativa (Costo Cero): Creación formal del Centro de Coordinación Logística Interdisciplinario (CCL). Interlocución única operativa.	Ahorro del 100% en el rubro de indemnizaciones contractuales por retención forzada de flota en muelle o carretera.

Operación de Muelle en Plantas	0% de cumplimiento en el indicador de "Carga dentro de los tiempos". Saturación y cuellos de botella por filtros de validación secuenciales y rígidos.	Inversión Baja: Rediseño físico y señalización de las plataformas de muelle (FEXAR, FAGECOR, FASAB) mediante metodología Lean 5S.	Contracción garantizada de, mínimo, un 30% en el ciclo total de atención y cargue del convoy especializado.
Ecosistema Documental	Administrative Lead Time desproporcionado por uso de libros manuales y registros manuscritos arcaicos. Probabilidad crítica de error humano en seriales de material controlado.	Inversión Media: Compra y despliegue de terminales PDA portátiles adaptadas y licenciamiento de validación electrónica en SAP.	Flujo continuo de información en tiempo real (Logística 4.0). Supresión absoluta del reproceso administrativo por doble digitación.

Gasto Global de Transporte	Fuga de capital equivalente a un rango entre el 10% y 15% del presupuesto anual de transporte de la Gerencia Logística.	Inversión en Capital Humano: Presupuesto anual destinado al Programa Permanente de Capacitación Técnica en Logística Preventiva.	Disminución neta proyectada de hasta el 15% en el gasto anual de distribución terrestre de mercancías peligrosas de INDUMIL.

Fuente Elaboración propia

Este marco analítico e integral demuestra la viabilidad técnica y el retorno de inversión estratégico que la implementación del modelo preventivo de transporte aportará a la competitividad institucional de INDUMIL.

6.7.4. Beneficios esperados en productividad y eficiencia logística

El primer gran beneficio derivado de la propuesta de optimización en el proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL se concentra en la estabilización y previsibilidad de los tiempos operativos en la plataforma de cargue, atacando de manera directa el actual e ineficiente cumplimiento del 0% registrado en el indicador de rutas cargadas dentro de los márgenes establecidos, al integrar variables técnicas preventivas de cubicaje y balance de pesos desde la fase comercial mediante tecnologías de Inteligencia Artificial (IA), la organización logrará una disminución del ciclo de atención de, como mínimo, el 30% frente al rezago burocrático actual de 10 días hábiles en la resolución de fallas internas, esta reducción del tiempo mitigará los habituales retrasos en los muelles de la planta de producción, evitando que

las inspecciones obligatorias de seguridad física, ambiental y de control de la Oficina de Seguridad y Defensa (OSD) operen como silos independientes que inmovilizan los vehículos, así, la estandarización de los protocolos de despacho e instrumentación digital garantizará que las ventanas de tiempo programadas teóricamente coincidan con la ejecución física real en los muelles de FEXAR, FAGECOR y FASAB.

En segundo lugar, la erradicación del "efecto silo" y de la dualidad sistémica que afecta las operaciones logísticas permitirá elevar los niveles de productividad global mediante el aprovechamiento óptimo de la capacidad vehicular en Colombia, esto basado en los resultados de precisión predictiva esperados mediante IA (cuya meta es superior al 20%), la Dirección Logística y Servicios (DLS) sustituirá las asignaciones empíricas "a ciegas" por un modelo de distribución basado en la estiba idónea y la volumetría exacta de la carga peligrosa, se evitarán escenarios críticos analizados en los informes, donde tractomulas de 90 M^3 viajaban subutilizadas a la mitad de su capacidad o camiones pequeños de 28 M^3 dejaban estibas en tierra por falta de cubicaje preventivo, al centralizar los canales de comunicación mediante el ERP SAP y mitigar el error de la doble digitación de consecutivos y seriales, la empresa incrementará el factor de aprovechamiento volumétrico del 60% actual a un escenario óptimo entre 85% y 90%, disminuyendo de forma contundente la cantidad de viajes no planificados y la sobrecarga laboral de legalización documental reactiva.

Como tercer beneficio elemental, la implementación del protocolo de supervisión optimizado generará un impacto financiero positivo al erradicar los millonarios sobrecostos operativos por concepto de retrasos en carretera (stand by) documentados en las auditorías de interventoría del Contrato 1-126/2025 con Transportes MASA Ltda., al corregir el 100% de las irregularidades y desarticulaciones en los tiempos de respuesta con entes externos encargados de

las escoltas y acompañamientos armados de la Fuerza Pública, INDUMIL dejará de asumir penalizaciones contractuales amparadas en el Código de Comercio originadas por la inmovilización forzada de la flota, con esto la parametrización de las necesidades de embalaje técnico y la disminución de pérdidas en inventarios (con una meta anual de reducción del 15%) resguardará el valor agregado de los explosivos, granadas y municiones en plataforma, erradicando los fletes duplicados de emergencia para transportar saldos de mercancía y garantizando una disminución proyectada de entre el 10% y el 15% del presupuesto total de transporte de la Gerencia Logística.

Por ultimo y no menos importante, la consolidación del programa de capacitaciones integral y la unificación de los protocolos documentales elevarán de forma drástica los niveles de satisfacción del cliente interno a un porcentaje igual o superior al 85%. esto al automatizar los registros de control, sustituyendo los tradicionales e ineficientes libros físicos de asentamiento manuscrito por lecturas digitales inmediatas mediante dispositivos PDA y códigos QR en muelle, se agilizará de extremo a extremo el flujo continuo de la cadena de valor sin vulnerar las exigencias de la norma de seguridad ISO 28000 o las directrices aduaneras OEA.

El personal operativo y los almacenistas de los depósitos en fábrica dejarán de concentrar sus esfuerzos en subsanar novedades contables o burocráticas bajo presión; en su lugar, la organización dispondrá de un flujo de información perfectamente acoplado en tiempo real que facilitará la rotación de existencias PEPS, garantizará entregas oportunas seguras y conducirá a INDUMIL hacia un estándar superior de competitividad y mejora continua en la gestión de logística preventiva internacional.

7. Conclusiones

El análisis integral del proceso de despacho de producto terminado en la Industria Militar de Colombia (INDUMIL), desarrollado en el marco de esta investigación, permite contrastar los hallazgos empíricos obtenidos en los depósitos de las fábricas FEXAR, FAGECOR y FASAB con el corpus teórico y conceptual referente a la gestión de la cadena de suministro (SCM), la Logística 4.0 y la administración del transporte en entornos altamente regulados.

En primer lugar, los resultados obtenidos confirman las premisas teóricas planteadas, en las cuales se sostiene que la optimización de la cadena de suministro exige superar las estructuras organizacionales basadas en funciones aisladas ("efecto silo") para migrar hacia un modelo integrado por procesos interdependientes. El diagnóstico operacional de INDUMIL demostró que, a pesar de contar con una posición sólida en el mercado, infraestructura física especializada y la implementación de sistemas de información empresariales como SAP, INDUDARUMA y herramientas de Industria 4.0, la operación logística de despacho experimentaba serias ineficiencias causadas por la falta de sincronización interdepartamental entre la Dirección de Almacenes Comerciales (DAC), la Dirección Logística y Servicios (DLS), la Dirección de Productos Manufacturados (DPM) y la Oficina de Seguridad y Defensa (OSD), esta desconexión funcional impedía que la información comercial sobre las ventas se tradujera oportunamente en parámetros logísticos de volumen, peso y configuración de estibas antes de emitir las órdenes de servicio de transporte.

En segundo lugar, respecto al papel determinante de la distribución física en la competitividad organizacional expuesta, los datos recopilados en los muelles de carga

evidenciaron que la efectividad de la red logística queda anulada si la fase de alistamiento y despacho carece de métricas estandarizadas, los hallazgos cuantitativos del estudio revelaron un aprovechamiento promedio de la capacidad vehicular en Colombia de apenas el 60% al 65%, originando escenarios de severa capacidad ociosa (por ejemplo, el transporte de pedidos de 45 metros cubicos en tractomulas contratadas para 90 metros cubicos o, en el caso opuesto, subdimensionamiento de la flota (como la asignación de camiones de 28 metros cubicos para cargas de 35 metros cubicos, dejando estibas en tierra), estos datos validan la teoría vistas, al demostrar que la falta de coordinación en la planeación de la demanda y el transporte destruye la eficiencia de la cadena, incrementando innecesariamente el costo unitario movilizado por tonelada-kilómetro y generando desequilibrios en el flujo de bienes.

En tercer lugar, la investigación contrastó las tesis sobre la aplicación de la Logística 4.0, la literatura sostiene que la digitalización y la automatización reducen los tiempos de ciclo y garantizan la trazabilidad inalterable de los productos, sin embargo, la evaluación del ecosistema documental de INDUMIL demostró la existencia de un "desacoplamiento físico-digital", aunque la empresa utiliza transacciones en SAP (como los traspasos MIGO) y el gestor documental Synergy/INDUDARUMA, el muelle de despacho continuaba atado a la duplicidad sistémica de registros manuales en libros de control físicos (para explosivos y armas) y la firma de actas e impresiones en papel, esta burocracia analógica paralizaba la agilidad en la plataforma de cargue, generando un Administrative Lead Time desproporcionado que contrarrestaba las ventajas operativas de los sistemas ERP, confirmando que la incorporación tecnológica debe ir acompañada de una reingeniería de procedimientos en muelle.

Finalmente, los resultados se alinean con las directrices normativas de la Política Nacional Logística (CONPES 3982 de 2020), la legislación de transporte terrestre en Colombia

(Ley 105 de 1993, Ley 336 de 1996, Decreto 1079 de 2015) y los estándares de seguridad ISO 28000 y OEA, la manipulación de mercancías peligrosas Clase 1 (explosivos) no admite flexibilizaciones en la custodia ni en la verificación de salvoconductos del DCCAE, no obstante, la investigación demostró que los estrictos controles de seguridad no tienen por qué constituir cuellos de botella paralizantes si las inspecciones de la OSD, Gestión Ambiental y Seguridad (GSA) y Transportes se ejecutan de manera concurrente y paralela, soportadas por herramientas de cubicaje preventivo e identificación digital mediante PDA y códigos QR en muelle.

Con base en los hallazgos, la contrastación teórica y las limitaciones metodológicas identificadas en el desarrollo de esta investigación, se sugiere a la comunidad académica e institucional emprender las siguientes líneas de investigación futuras:

En el desarrollo de modelos de optimización matemática de rutas con restricciones de seguridad militar se sugiere profundizar en la fase de tránsito mediante el diseño de algoritmos metaheurísticos que optimicen no solo la capacidad volumétrica del vehículo en muelle, sino las secuencias de parada en polvorines regionales y clientes mineros, incorporando variables estocásticas de orden público, restricciones viales (INVIAS) y ventanas de tiempo autorizadas por el DCCAE.

Sobre la integración de Internet de las Cosas (IoT) y sensores inteligentes para el control en tiempo real de mercancías peligrosas se sugiere investigar la factibilidad técnica y económica de desplegar sensores IoT en las unidades de empaque y compartimentos de la flota para registrar de forma automatizada e inalterable variables climáticas (temperatura y humedad relativa) y acelerométricas (impactos o fricciones), esto permitiría sustituir de forma definitiva las tomas de datos manuales cruzadas con el IDEAM (Formato IM OC DAC FO 047), alimentando directamente las bases de datos de SAP bajo esquemas de Big Data operacional.

Optimización en el proceso de despacho del producto terminado en la empresa INDUMIL

La evaluación del impacto de la adopción de tecnologías Blockchain en la trazabilidad aduanera y de salvoconductos, dado el estricto marco legal que rige el comercio de armas y explosivos en Colombia, se sugiere explorar el uso de redes de cadena de bloques (Blockchain) para la emisión y verificación descentralizada de salvoconductos y actas de entrega entre INDUMIL, el DCCAE, la DIAN (estándar OEA) y los clientes finales, garantizando la inmutabilidad de la información y eliminando por completo los requerimientos de papel y firmas físicas en plataforma.

El estudio comparativo de modelos de transferencia de tecnología y Logística 4.0 en la industria de defensa latinoamericana en la cual se propone extender la metodología de estudio de caso aplicada en INDUMIL a otras organizaciones del sector de defensa e industria pesada en la región (como empresas de astilleros o indumentaria militar), con el fin de establecer un marco comparativo sobre las barreras culturales, normativas y tecnológicas que enfrentan las entidades estatales al modernizar sus procesos de despacho y distribución de insumos estratégicos.

8. Recomendaciones

A partir del desarrollo del presente estudio de investigación en la Industria Militar de Colombia (INDUMIL), surgen importantes recomendaciones operativas y metodológicas que se proyectan como oportunidades directas para la ejecución de nuevos estudios académicos e institucionales, en primer lugar, es pertinente señalar que la investigación centró su alcance en la caracterización y optimización de la plataforma de muelle y el cálculo de cubicaje previo al despacho en los almacenes de los depósitos FEXAR, FAGECOR y FASAB, sin embargo, el comportamiento dinámico del tránsito terrestre en carretera nacional y la modelación estocástica de variables climáticas o de orden público representan un aspecto que no fue abordado en profundidad y que constituye una oportunidad clave para desarrollos futuros, en este sentido, se recomienda a investigadores e instituciones abordar en próximos estudios la aplicación de algoritmos matemáticos avanzadas de ruteo de vehículos (Vehicle Routing Problem - VRP) con restricciones de seguridad militar, permitiendo optimizar no solo la consolidación de la carga en muelle, sino también la secuencia de entregas y paradas intermedias en polvorines regionales y minas cliente en Colombia.

En segundo lugar, dentro de las limitaciones identificadas durante la ejecución del trabajo, destaca la restricción institucional para acceder de manera irrestricta a las estructuras consolidadas de costos de producción, presupuestos de fletes militares de la Fuerza Pública y contratos de custodia armada, esta limitación de reserva legal obligó a estimar los impactos financieros sobre casos reales documentados e indicadores de

sobrecosto por inmovilización de flota (*stand by*), por tanto, se sugiere que futuros estudios puedan ampliar la muestra de análisis mediante un horizonte temporal más extenso o abordar una muestra cuantitativa mayor de registros de transporte que abarque varias vigencias fiscales completas, permitiendo validar la matriz de ahorro financiero a mayor escala.

En tercer lugar, el marco teórico de este estudio se sustentó principalmente en la integración de procesos de la cadena de suministro, la metodología Lean Logistics y la Logística 4.0 enfocada en sistemas ERP, no obstante, existe una valiosa oportunidad de investigación al evaluar este mismo fenómeno bajo otros enfoques teóricos, tales como la teoría de colas aplicada al embotellamiento de vehículos en muelle, la teoría de juegos para la negociación de contratos de transporte tercerizado, o los modelos de resiliencia operacional aplicados a cadenas de suministro de alta seguridad, asimismo, la incorporación de nuevas variables tecnológicas que no fueron desplegadas en la fase de campo del presente proyecto; tales como la implementación de sensores de Internet de las Cosas (IoT) para la medición automatizada de temperatura y humedad en empaques o la aplicación de redes Blockchain para la firma inmutable de salvoconductos del DCCAE abre un campo fértil para la innovación académica.

Finalmente, resulta altamente recomendable replicar el modelo de optimización preventivo diseñado en esta investigación dentro de otros contextos organizacionales o sectores industriales, si bien el caso de estudio se enfocó en INDUMIL debido a la complejidad del manejo de mercancías peligrosas Clase 1, la metodología de integración entre la fuerza comercial y la logística mediante el cubicaje automático en SAP y la estandarización de muelle es completamente extensible a empresas del sector minero,

petroquímico, farmacéutico o de distribución de insumos industriales pesados en América Latina, contribuyendo al fortalecimiento de la competitividad logística regional.

Referencias bibliográficas

Abreu, J. (2012). Hipótesis, método & diseño de investigación (hypothesis, method & research desing). Daena: International Journal of Good Conscience, 7(2), 187-197.

Agencia Nacional de Minería Colombia (2025). El Boletín Estadístico Informativo: "Minería en Cifras", Datos Económicos, Precios, Contexto y Normatividad. https://mineriaencolombia.anm.gov.co/sites/default/files/docupromocion/Bolet%C3%ADn%20Miner%C3%ADa%20en%20Cifras%20-%20abril%202025.pdf

Alzate, P., & Giraldo, D. (2023). Tendencias de investigación del blockchain en la cadena de suministro: transparencia, trazabilidad y seguridad. Revista Universidad y Empresa, 25(44).

Aredo, E. M. C., Pacheco, S. A. C., García, H. D. D., Aredo, L. J. F., Ramos, A. E. M., & Vásquez, J. A. G. (2022). Cadena de suministro en el contexto de la industria 4.0. Gestión de Operaciones Industriales, 1(1), 7-22.

BBVA (2025). Colombia | Situación Automotriz 2025. https://www.bbvaresearch.com/publicaciones/colombia-situacion-automotriz-2025/

Castro-Ayala, D. G., Romero-Fernández, A. J., & Viteri-Moya, J. R. (2023). Aplicación de la logística 4.0 para la competitividad. Ingenium et Potentia, 5(1), 759-772.

Chopra, S., & Peter, M. (2008). Administración de la cadena de suministro.

Congreso de Colombia. (1993). Ley 105 de 1993. Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte. https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1624593

Congreso de Colombia. (1996). Ley 336 de 1996. Estatuto Nacional de Transporte. https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1655768

Congreso de Colombia. (1950). Código Sustantivo del Trabajo. https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30019323

Departamento Nacional de Planeación. (2020). CONPES 3982. Política Nacional Logística y de Transporte. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3982.pdf

Escobedo, E. S., Gratelly, J. P., Barrientos, R. E., & Dueñas, A. G. D. (2024). Integración de Tecnologías Emergentes en la Gestión Logística. Business Innova Sciences, 5(3), 81-108. https://innovasciencesbusiness.org/index.php/ISB/article/view/188/181

Galarza, C. R., & Cruz, P. G. (2024). Guía para realizar estudios de revisión sistemática cuantitativa. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 13(1), 1-6.

Guzmán, E., Poler, R., & Andrés, B. (2020). Un análisis de revisiones de modelos y algoritmos para la optimización de planes de aprovisionamiento, producción y distribución de la cadena de suministro. Dirección y Organización, 28-52.

Hernández, B. L. S. (2022). Gestión del conocimiento y sostenibilidad en la gestión de la cadena de suministro: revisión de literatura. Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 24(3), 732-748.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. Ciudad de México: McGraw Hill.

Herrera, L. J. S., Aragundi, J. A. G., Jaramillo, F. Y. V., & Muñoz, V. E. S. (2023). Modelo de Economía Circular en Ecuador: análisis descriptivo. PACHA. Revista de Estudios Contemporáneos del Sur Global, 4(10), e230175.

Herrera, T. F., Granadillo, E. D. L. H., & Mendoza, A. M. (2019). Los procesos logísticos y la administración de la cadena de suministro. Saber, ciencia y libertad, 14(2), 102-112

International Organization for Standardization. (2007). ISO 28000:2007 Specification for security management systems for the supply chain. https://www.iso.org/standard/44641.html

Jimenez, F. M. C., Echeverria, E. M. M., Pazmiño, J. J. P., Córdova, E. B. C., & Del Pezo, A. B. V. (2024). Evolución de la gestión logística relacionada a los depósitos de contenedores. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(4), 2567-2580.

López-Rodríguez, C. E., & Neme-Chaves, S. R. (2021). El employer branding en las organizaciones que internacionalizan servicios de operación logística en Bogotá Colombia. Contaduría y administración, 66(2).

Mazo, A. Z., Parra, P. A. M., & Giraldo, É. Y. G. (2011). La planeación de la demanda como requisito para la gestión de las cadenas de suministro en las empresas en Colombia. *Revista Politécnica*, *7*(12), 11-21. https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/176/150.

Mejía Salazar, I., & Ayala Soto, S. (2023). Revisión de literatura sobre gestión de cadenas de suministro sostenibles e innovaciones disruptivas en Pymes. Revista Universidad y Empresa, 25(44).

Ministerio de Transporte. (2015). Decreto 1079 de 2015. Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte. https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30019933

Ministerio del Trabajo. (2015). Decreto 1072 de 2015. Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30019522

Nugent, M. A. L. M., Quispe, J. T., Llave, A. M. T., & Morales, J. A. F. (2019). Gestión de cadena de suministro: una mirada desde la perspectiva teórica. Revista venezolana de gerencia, 24(88), 1136-1146.

Ortega, M. W. P. (2016). *Gestión de la cadena de suministro Supply Chain Management y logística en Colombia*. https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/c91f8f94-2ee2-49b6-9da0-6e1cbd3125da/content

Oyarzún, B. R. (2018). LA LOGÍSTICA 4.0. *Revista de marina*, *964*, 39-44.

Pérez, J. M., & Montañez, L. S. (2023). Estrategias emergentes del Offshoring en la Gestión de la Cadena de Suministros Global. Revista de Investigación Valor Agregado, 10(1), 146-164.

Portugal, P. A. C., Álvarez, F. C., Tejedor, M. B. G., & Rodríguez, B. O. (2023). La administración de la cadena de suministro y su importancia en las empresas, como parte de la estrategia en los nuevos modelos de negocios. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(3), 7203-7219.

Ramos, C. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. Avance en psicología, 23(1), 9-17

Rodríguez, C. E. L. (2025). Determinantes para la internacionalización de servicios outsourcing en Colombia. In Dialógica y praxis: explorando intersecciones en ciencia, tecnología y sociedad en el siglo XXI (pp. 283-292). Marcial Pons.

Rodríguez, C. E. L., González, Z. L. G., Bilbao, K. L. M., & Barbosa, M. L. R. (2021). Procesos de innovación en la cadena logística del transporte marítimo en Colombia. ID EST-Revista Investigación, Desarrollo, Educación, Servicio y Trabájo, 1(2), 1-12.

Romero, M. Á. M., Tiza, D. R. H., Murillo, J. P. M., Cervantez, D. O. O., & Ordóñez, G. I. (2023). Método mixto de investigación: Cuantitativo y cualitativo.

Ruiz-López, S. E. (2024). Estrategias de Gestión de la Cadena de Suministro en un Mundo Globalizado. Revista Científica Zambos, 3(2), 97-119.

RUNT (2022) Cifras de tránsito y transporte en Colombia. https://www.runt.gov.co/sites/default/files/CIFRAS%20RUNT%20%281%29.pdf

Sereno, C. A., & Schenkel, E. (2024). Un abordaje teórico para la integración de enfoques cuali-cuantitativos y cuanti-cualitativos como estrategia metodológica. Huellas, 28(1), 32-42.

Soledispa, G. B. L., Cañarte, B. J. S., Soledispa, V. A. C., & González, O. R. F. (2023). Análisis de la Cadena de Suministros en las empresas industriales de Guayaquil, Ecuador. Revista Científica Empresarial Debe-Haber, 1, 13-13.

Suárez-Solórzano, T. M., Riofrío-Riera, M. B., & Benítez-Luzuriaga, F. V. (2023). Gestión de la Cadena de Suministro para Potenciar la Internacionalización de las Pymes de la Provincia El Oro. Economía y Negocios, 14(1), 149-164.

Singh, RVK & Audu, A. (2024) Estimador exponencial de tipo binario para estimar la media de una población finita. Revista Colombiana De Estadística, 47 (1), págs. 151–163

Toro Díaz, H. (2017). Distribución y logística. https://digitk.areandina.edu.co/server/api/core/bitstreams/0c1d4d37-6e99-4db6-af1b-8f9cb4da7135/content.