

Desarrollo de un tablero de control para el área logística y financiera de una empresa de transporte de carga.

Elaborado por:

Diana Marcela Vásquez Vásquez

Duván Eduardo Robayo Roa

Omar Seyy Avendaño Beltrán

Omar Leonardo Susa Puentes

Universidad Ean

Escuela de Formación en Investigación

Seminario de Investigación de Postgrado

Bogotá

10/11/2024

Tabla de contenido

.....	1
1 Resumen.....	3
2 Problema de Investigación	3
3 Objetivo general.....	6
3.1 Objetivos específicos	6
4 Justificación	6
5 Marco Teórico.....	8
5.1 Estado del arte	8
5.2 Tendencias actuales	11
5.3 Transformación Digital y desempeño logístico en mercados emergentes	12
5.4 Gaps en la investigación	14
5.5 Fundamentación teórica.....	14
6 Marco Conceptual.....	18
6.1 Perspectiva de abordaje	19
7 Marco institucional	19
7.1 Información General.....	19
7.2 Descripción de la Organización	20
7.3 Principales Productos y Procesos:	20
7.4 Estructura Organizacional.....	21
7.5 Elementos Particulares del Área de Estudio.....	22
8 Metodología	22
8.1 Enfoque, alcance y diseño de la investigación	22
8.2 Definición de Variables	23
8.3 Definición conceptual y operacional	23
8.4 Población y Muestra.....	29
8.5 Métodos o Instrumentos para Recolección de Información.....	30
8.6 Técnicas de Análisis de Datos.....	31
9 Análisis de los resultados	32
9.1 Selección de la herramienta de visualización de datos más adecuadas	34
9.2 Elección de la Herramienta.....	36
9.3 Análisis del prototipo	37
9.4 Integración de datos propuesto	38
10 Conclusiones.....	42
11 Referencias	44

1 **Resumen**

El proyecto de investigación aborda las ineficiencias en las operaciones logísticas de una empresa de transporte de carga en Colombia, proponiendo el desarrollo de un tablero de control para las áreas logística y financiera. Se emplea una metodología cuantitativa, utilizando herramientas de visualización y análisis de datos, integrando tecnologías de la Industria 4.0, como la inteligencia artificial y el internet de las cosas (IOT). Las variables por medir incluyen la rentabilidad de la flota, los costos operativos y la asignación de recursos, con el objetivo de mejorar la eficiencia y competitividad empresarial.

Palabras claves: Logística, transporte de carga, tecnologías avanzadas, inteligencia empresarial, visualización de datos, optimización operacional.

2 **Problema de Investigación**

La empresa enfrenta significativas ineficiencias en su operación logística, lo que se traduce en dificultades para monitorear y dar seguimiento en tiempo real a la rentabilidad de su flota. Entre los problemas identificados, se destaca una inadecuada clasificación de los centros de costos, resultado de definiciones incorrectas y una falta de actualización en la categorización de los costos, lo que genera distorsiones en la asignación y el control financiero.

Asimismo, las operaciones logísticas presentan costos operativos elevados, desviaciones en la planificación y ejecución de las tareas, y una asignación ineficaz de recursos. Además, la empresa enfrenta una visibilidad limitada de su rentabilidad, debido a la ausencia de métricas adecuadas, la falta de informes financieros detallados y la incapacidad del Sistema de Gestión de Transporte AVANSAT para realizar análisis comparativos que permitan una evaluación precisa del desempeño financiero.

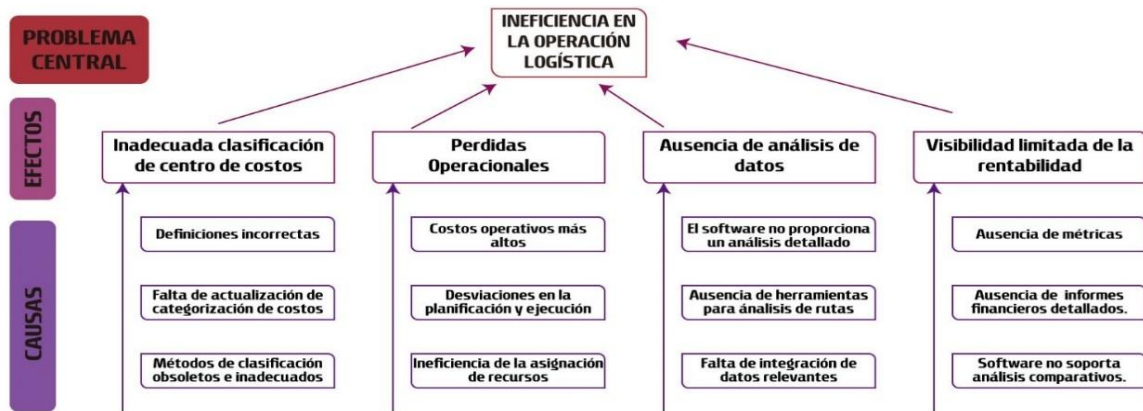


Figura 1 Elaboración propia.

Estas deficiencias se ven exacerbadas por la falta de un software que ofrezca un análisis detallado de los datos operacionales, incluyendo herramientas específicas para el análisis de rutas y la integración de datos relevantes. Como resultado, la gestión de las operaciones logísticas es ineficaz, afectando negativamente la competitividad y rentabilidad de la empresa. Además, la falta de visibilidad y control en las operaciones logísticas impide a la empresa reaccionar de manera oportuna ante las variaciones en la demanda, lo que conduce a un aumento continuo en los costos operativos y una disminución progresiva de la rentabilidad, comprometiendo la sostenibilidad a largo plazo.

Esta situación agrava la mala asignación de recursos, aumenta los tiempos muertos y no aprovecha las oportunidades de optimización. Además, limita la capacidad de la empresa para identificar y abordar los principales desafíos logísticos, tales como: “la incertidumbre en la demanda, la logística inversa, el comportamiento del usuario en la toma de decisiones y el transporte intermodal”, como lo señalan Singh, Wiktorsson y Baalsrud (2021).

La sostenibilidad financiera de la empresa se encuentra en riesgo, debido a que las ineficiencias operativas reducen su capacidad para competir en un mercado que demanda una “alta necesidad de transparencia (visibilidad de la cadena de suministro), control de integridad (productos correctos, en el momento, lugar, cantidad, condición y costo correcto) en las cadenas de suministro”, conforme a lo señalado por Barreto, Amaral y Pereira (2017).

Aunque existen tecnologías avanzadas como la inteligencia empresarial (BIS), la automatización, la inteligencia artificial y el Internet de las Cosas (IOT), estas no han sido implementadas de manera integral en la empresa para abordar las ineficiencias mencionadas. La empresa carece de un sistema de gestión de datos que permita una toma de decisiones informada y en tiempo real, lo que se ve reflejado en los pocos avances en la adopción de la logística 4.0 en empresas que enfrentan barreras técnicas, sociales, económicas y legales para su implementación, como indican Malagon y Orjuela (2022).

Estos desafíos han representado el desarrollo de metodologías que combinan enfoques de minería de datos y aprendizaje automático para mejorar la planificación y control de los sistemas logísticos, como lo explora el artículo *“Data driven logistics-oriented value stream mapping 4.0: A guideline for practitioners”*. Como solución a estos desafíos, se propone el desarrollo de un tablero de control para las áreas de logística y finanzas de la empresa. Esta herramienta, basada en principios de sistemas de inteligencia empresarial (BIS), ha demostrado su eficacia en la reducción de tiempos operativos y la mejora de la competitividad en estudios previos, como el expuesto por Zhou, Stephen, Cao y Wang (2020), donde un sistema BIS redujo en un 20% la duración de operaciones en instalaciones logísticas semiautomatizadas.

La implementación de un tablero de control permitirá no solo la optimización de recursos y la mejora en la planificación y ejecución de las operaciones, sino también una evaluación financiera más precisa y una toma de decisiones más informada. Además, el uso de herramientas avanzadas para el análisis de rutas y la integración de datos relevantes mejorará la puntualidad y calidad del servicio, fortaleciendo la competitividad de la empresa y mejorando la satisfacción del cliente.

En base a lo anterior, la pregunta de investigación que surge es: ***¿Qué estrategia debe desarrollarse en la empresa de transporte de carga para permitir la trazabilidad de su operación e impactar en la optimización de los recursos físicos y financieros?***

3 Objetivo general

Desarrollar un tablero de control integral para las áreas de logística y finanzas de una empresa de transporte de carga, con el fin de optimizar la rentabilidad y la eficiencia operativa mediante la toma de decisiones basada en datos en un periodo de 5 meses.

3.1 Objetivos específicos

- Identificar los requerimientos y especificaciones del tablero de control mediante la consulta con los “stakeholders” clave de la empresa, asegurando que el sistema responda a las necesidades específicas de las áreas de logística y finanzas, en un plazo de 2 semanas.
- Seleccionar las herramientas y tecnologías de visualización de datos más adecuadas para el proyecto, evaluando su capacidad de integración y generación de informes intuitivos y útiles para la toma de decisiones, dentro de las primeras 4 semanas del proyecto.
- Desarrollar un prototipo funcional del tablero de control que incorpore los indicadores clave de rendimiento (KPI) identificado, y realizar iteraciones basadas en retroalimentación de los usuarios finales para optimizar su efectividad y usabilidad, en un tiempo de 3 meses.
- Diseñar y establecer un esquema de integración de datos que permita la conexión y sincronización eficiente entre las fuentes de datos existentes de la empresa y el tablero de control, garantizando la precisión y actualización continua de la información visualizada, en un plazo de 2 meses.

4 Justificación

La implementación de un tablero de control para las áreas logística y financiera en la empresa de transporte de carga resulta fundamental para abordar los desafíos actuales de ineficiencia operativa y limitaciones financieras. Desde el punto de vista de la conveniencia, este estudio es crucial para mejorar la capacidad analítica de la empresa, permitiendo la toma de decisiones informadas y oportunas.

Actualmente, la falta de visibilidad en los indicadores clave de rendimiento (KPIs) ha conducido a pérdidas financieras y a una gestión ineficiente de recursos, limitando su competitividad en el mercado.

Un tablero de control permitirá la visualización en tiempo real de estos “KPIs”, lo que es esencial para optimizar tanto la rentabilidad como la eficiencia operativa (Chen et al., 2021).

Desde el punto de vista de la relevancia social, el proyecto no solo beneficia a la empresa, sino también a sus empleados y clientes. Al mejorar la eficiencia logística, los costos operativos se reducirán y se mejorará el servicio al cliente, lo que podría traducirse en precios más competitivos y mayor satisfacción del cliente. Además, esta optimización podría generar una mayor estabilidad y seguridad laboral para los empleados de la empresa, al asegurar su sostenibilidad y crecimiento a largo plazo. Es importante destacar que esta herramienta no es exclusiva de grandes empresas tecnológicas, sino que también es aplicable en pequeñas y medianas empresas, permitiendo un mapeo de sus procesos y flujos de información haciéndolos escalables en el futuro (Acosta, 2015).

Desde una perspectiva práctica, este proyecto ofrece una solución adaptable y escalable para otras empresas del sector de transporte de carga, especialmente aquellas de tamaño pequeño y mediano. La implementación de tableros de control es flexible e integrable, permitiendo su ajuste a diferentes necesidades organizacionales. Además, el uso de un enfoque basado en objetivos para el desarrollo del tablero alineará las métricas con los objetivos estratégicos, asegurando su utilidad en la optimización de las operaciones logísticas y la evaluación precisa de la rentabilidad (Gómez et al., 2022).

Con respecto al valor teórico de esta investigación radica en la integración de metodologías avanzadas de inteligencia empresarial (BIS) y el uso de herramientas de visualización de datos, como parte de la evolución hacia la Logística 4.0. Este estudio no solo contribuye a la literatura existente sobre la aplicación de tableros de control en entornos logísticos, sino que también abre camino para futuras investigaciones sobre la optimización de recursos en empresas de transporte de carga mediante el uso de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial. Este desarrollo es crucial dado que muchas empresas enfrentan barreras técnicas, sociales, económicas y legales para la implementación de la Logística 4.0 (Malagón & Orjuela, 2022).

Finalmente, en términos de utilidad metodológica, el proyecto emplea un enfoque basado en objetivos estratégicos y metodologías ágiles como el “*Design Thinking*”, lo que asegura un desarrollo orientado tanto al cliente interno como en el externo, fomentando una cultura organizacional de mejora continua.

Este enfoque metodológico también fortalece el vínculo entre la academia y la industria, subrayando la importancia del análisis de datos como base para la implementación de modelos predictivos que optimicen las decisiones futuras.

En resumen, este proyecto se enmarca en el campo de Emprendimiento y Gerencia, en el grupo de investigación G3PYMES y la línea de investigación Innovación para la Sostenibilidad de las Organizaciones. La relevancia del estudio no solo se refleja en su aplicabilidad directa en la empresa objeto de estudio, sino también en su contribución al conocimiento teórico y metodológico en el ámbito de la logística y la gestión empresarial.

5 Marco Teórico

El sector del transporte de carga en Colombia enfrenta desafíos significativos relacionados con la eficiencia operativa y la rentabilidad. Estos desafíos se ven exacerbados por una gestión inadecuada de la información y la integración limitada de tecnologías avanzadas. La Industria 4.0, que incluye automatización, inteligencia artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IOT), ofrece soluciones potenciales para transformar el sector logístico. La implementación de estas tecnologías podría mejorar la visibilidad, planificación y control de los sistemas logísticos, aunque su adopción en empresas medianas presenta desafíos debido a recursos limitados. Este marco teórico se construye para fundamentar la investigación sobre la optimización de operaciones logísticas mediante la implementación de tableros de control que utilicen análisis descriptivos y exploratorios de datos para mejorar la toma de decisiones y la eficiencia operativa en empresas medianas de transporte de carga.

5.1 Estado del arte

La literatura existente demuestra varios beneficios asociados con la adopción de tecnologías de la industria 4.0 en la logística. A continuación, se explora cada una de las investigaciones encontradas para el análisis de esta investigación:

- a) Barreto, Amaral y Pereira (2017) destacan la importancia de la transparencia y el control en la cadena de suministro para optimizar las operaciones logísticas. Este estudio es relevante para nuestra investigación ya que la transparencia en la gestión de datos es esencial para el desarrollo del tablero de control propuesto, el cual busca mejorar la visibilidad y el control en tiempo real.
- b) Zhou et al. (2020) evidencian que los sistemas de inteligencia empresarial (BI) pueden reducir significativamente los tiempos de operación en instalaciones logísticas semiautomatizadas. Su investigación respalda la necesidad de implementar un sistema de BI en la empresa de transporte de carga para mejorar la eficiencia operativa y permitir análisis comparativos detallados.
- c) Bertolini (2019) demuestra cómo el IOT mejora la eficiencia operativa mediante la integración de dispositivos conectados. Esta fuente es clave para entender cómo la implementación de sensores IOT en el sistema propuesto puede proporcionar datos en tiempo real y mejorar la gestión logística.
- d) En el artículo "Modelo de optimización de la cadena de suministro en el sector de transporte: Un enfoque basado en simulación" García y López (2020) presentan un modelo integral basado en simulación para la optimización de la cadena de suministro. Este modelo es pertinente para nuestra investigación ya que ofrece un enfoque similar al que se utilizará en la propuesta de optimización mediante tableros de control, adaptado a las necesidades y limitaciones de las empresas medianas. Además, la investigación también señala que este modelo es accesible para empresas con recursos limitados, lo que lo hace relevante para el contexto colombiano de recursos limitados.
- e) Pérez Cortés, Parra Victorino y Parra Victorino (2010) exploran la implementación de tableros de control en empresas de fabricación, proporcionando estrategias para el diseño de estos sistemas. Aunque el contexto es diferente, los principios para la gestión de indicadores clave de rendimiento (KPI) y la mejora continua son aplicables a la logística.
- f) López i Seuba (2019) y el artículo "Internet de las cosas y la empresa" (2015) proporcionan una base teórica sobre el impacto del IOT en la transformación digital. Estas fuentes ayudan a entender cómo el IOT puede mejorar la visibilidad y el control de las operaciones logísticas, así

como la conexión de dispositivos y la recopilación de datos en tiempo real, aspectos clave para la digitalización y la mejora de procesos en diversos sectores, aplicable también al sector de logística. Adicionalmente, examina cómo el IOT puede revolucionar la gestión empresarial al permitir la conexión de dispositivos y la captura de datos en tiempo real. Esta tecnología facilita una supervisión más precisa y una gestión más eficiente de los recursos, impactando positivamente en la toma de decisiones y en la optimización de procesos.

- g) El artículo "Internet de las cosas: camino a la eficiencia empresarial" (2017), publicado en 13 Innovaciones, explora cómo el IOT puede servir como un catalizador para mejorar la eficiencia en las empresas. El texto detalla cómo la integración de dispositivos conectados permite la optimización de procesos al proporcionar datos en tiempo real que facilitan una mejor gestión y toma de decisiones. Destaca el impacto positivo del IOT en la reducción de costos y la mejora de la productividad a través de la automatización y la recopilación precisa de información.
- h) Gutiérrez, A., & Cortés, J. (2023), en su artículo titulado "Industria 4.0 impacta la logística inversa", los autores analizan cómo la adopción de tecnologías de la Industria 4.0, como el IOT y la analítica de datos, transforma la logística inversa. Destacan que la implementación de estas tecnologías no solo mejora la eficiencia en la gestión de devoluciones y reciclaje, sino que también optimiza la trazabilidad de productos a lo largo de su ciclo de vida. Este estudio es esencial para nuestra investigación, ya que resalta la necesidad de integrar un sistema de información que facilite la toma de decisiones en tiempo real y mejore la eficiencia en las operaciones logísticas.
- i) Cáceres, A. & Rojas, A. (2023), en su artículo "Diseño de una arquitectura de referencia en la logística de abastecimiento inteligente de almacenes mediante el uso de tecnologías de la Industria 4.0: Caso Almacenes retail de la Ciudad de Pilar", presentan una arquitectura que integra tecnologías como el IOT y la inteligencia artificial para optimizar el abastecimiento en almacenes. Este estudio destaca la importancia de un Sistema de Soporte a la Decisión (DSS) para mejorar la eficiencia y productividad de la cadena de suministro. Se incluyen casos de estudio que evidencian la efectividad de la arquitectura en la reducción de costos operativos y optimización del tiempo de entrega, lo cual es fundamental para la propuesta de nuestro tablero de control.

- j) Mora García, Luis Aníbal (2023), en su libro “Gestión logística integral - 3ra edición: Las mejores prácticas en la cadena de suministro”, aborda las mejores prácticas y tendencias en la gestión logística. Este texto resalta la importancia de adoptar tecnologías emergentes, como la automatización y el IOT, en la mejora de la eficiencia de la cadena de suministro. El libro ofrece un marco para entender cómo estas tecnologías pueden ser implementadas en el sector logístico, proporcionando una base sólida para la optimización de procesos.
- k) González Vásquez et al. (2023), en su artículo “Tecnologías del Internet de las Cosas Aplicadas en la Cadena de Suministro. Una Revisión Sistemática”, investigan el impacto de las tecnologías IOT en la cadena de suministro. Analizan el uso de sensores inteligentes, etiquetas RFID y dispositivos de seguimiento que optimizan los procesos logísticos y mejoran la visibilidad y trazabilidad de los productos. Este estudio es fundamental para nuestra investigación, ya que resalta cómo la implementación de estas tecnologías no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también facilita una toma de decisiones más ágil y efectiva. Además, se exploran los lenguajes de programación utilizados para desarrollar aplicaciones que integren los dispositivos IOT con la gestión de la cadena de suministro, lo cual es relevante para el diseño del sistema propuesto en este proyecto.

5.2 Tendencias actuales

La adopción de tecnologías de la Industria 4.0 está en crecimiento, impulsada por la necesidad de mejorar la eficiencia y la competitividad. Algunas de las tendencias identificadas son:

- a) Muehlbauer et al. (2022) destacan el uso emergente de la minería de datos y el aprendizaje automático para la planificación y control logístico. Este estudio es relevante para la investigación ya que respalda el uso de técnicas avanzadas de análisis de datos en el tablero de control propuesto.

- b) Silva y Moori (2019) demuestran cómo el análisis de big data impacta positivamente en la gestión de la cadena de suministro y la satisfacción del cliente. La integración de big data en el tablero de control permitirá una toma de decisiones más informada y precisa.
- c) Otra tendencia significativa en la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 es la automatización y uso de robots autónomos en la logística. Ivanov et al. (2020) destacan cómo la incorporación de robots autónomos y sistemas automatizados en almacenes y centros de distribución está transformando las operaciones logísticas. Esta tendencia permite una mayor eficiencia, precisión y velocidad en la manipulación de materiales, lo cual es crucial en un entorno de demanda altamente variable. La integración de estas tecnologías en el tablero de control propuesto permitirá optimizar las operaciones y reducir significativamente los tiempos de operación, alineándose con los objetivos de mejora continua y competitividad en la gestión logística.

5.3 Transformación Digital y desempeño logístico en mercados emergentes

La transformación digital en la cadena de suministro 4.0 tiene un impacto considerable en servicios, costos y capital de trabajo, generando una mejora notable en el nivel de servicio mediante una reducción de hasta el 75 % en ventas perdidas debido a mejores pronósticos de demanda y análisis de mercado (Knut et al., 2017). En cuanto a costos, se espera una disminución de hasta el 30 % en transporte y almacenamiento gracias a la analítica avanzada y la automatización de procesos.

Adicionalmente, los costos administrativos también disminuyen, junto con una automatización de hasta el 80 % en actividades de planeación mediante algoritmos y tecnologías de inteligencia artificial (PNUD, 2020). En lo que respecta al capital de trabajo, se estima una reducción de hasta un 75 % en el inventario necesario mediante innovaciones como la impresión 3D y mejoras en los algoritmos de planificación (Knut et al., 2017).

Los seis catalizadores de esta transformación son:

1. Planeación: Se basa en datos avanzados y analítica predictiva, permitiendo reducir los errores de pronóstico (Knut et al., 2017).

2. Flujos físicos: Mejorados por la automatización, la conectividad y tecnologías como los vehículos autónomos (Knut et al., 2017).
3. Gestión de desempeño: La disponibilidad de información en tiempo real y el análisis automatizado facilitan la toma de decisiones (PNUD, 2020).
4. Gestión de pedidos: La automatización completa de pedidos y monitoreo en tiempo real optimizan este proceso (PNUD, 2020).
5. Colaboración: Plataformas en la nube permiten la integración de datos en tiempo real entre socios de la cadena (Knut et al., 2017).
6. Estrategia de la cadena de suministro: La personalización y microsegmentación permiten una mayor adaptación al consumidor (Knut et al., 2017).

La implementación de tecnologías 4.0 en mercados emergentes, como el “Big Data” y la analítica avanzada, está en fases iniciales y tiende a ser liderada por grandes multinacionales, mientras que las PYMES enfrentan obstáculos debido a la falta de recursos y conocimiento, lo que limita su capacidad para adoptar la transformación digital (Calatayud & Katz, 2018; Patrucco et al., en prensa).

En los últimos años, se ha observado un incremento significativo en la adopción de tecnologías en logística. Por ejemplo, el nivel de utilización de tecnologías como el rastreo de pedidos aumentó de aproximadamente un 15 % en 2018 a más del 60 % en 2022. Asimismo, el uso de factura electrónica y rastreo de vehículos (GPS) mostró incrementos similares, pasando de niveles alrededor del 20 % en 2018 a valores superiores al 60 % en 2022. Este aumento en la adopción sugiere una tendencia hacia la digitalización en la cadena de suministro.

Otras tecnologías, como el código de barras y el sistema de gestión de almacenes (WMS), también registraron una mayor implementación, alcanzando niveles superiores al 30 % en 2022 en comparación con cifras inferiores al 20 % en 2018. Herramientas más complejas como el ERP, TMS, planeación de demanda y RFID experimentaron aumentos moderados, mostrando una adopción más gradual, pero con una tendencia al alza.

Este incremento en la utilización de tecnologías refleja la búsqueda de una mayor eficiencia operativa y control de procesos logísticos, permitiendo a las empresas mejorar la visibilidad de la cadena de suministro y optimizar la toma de decisiones en tiempo real.

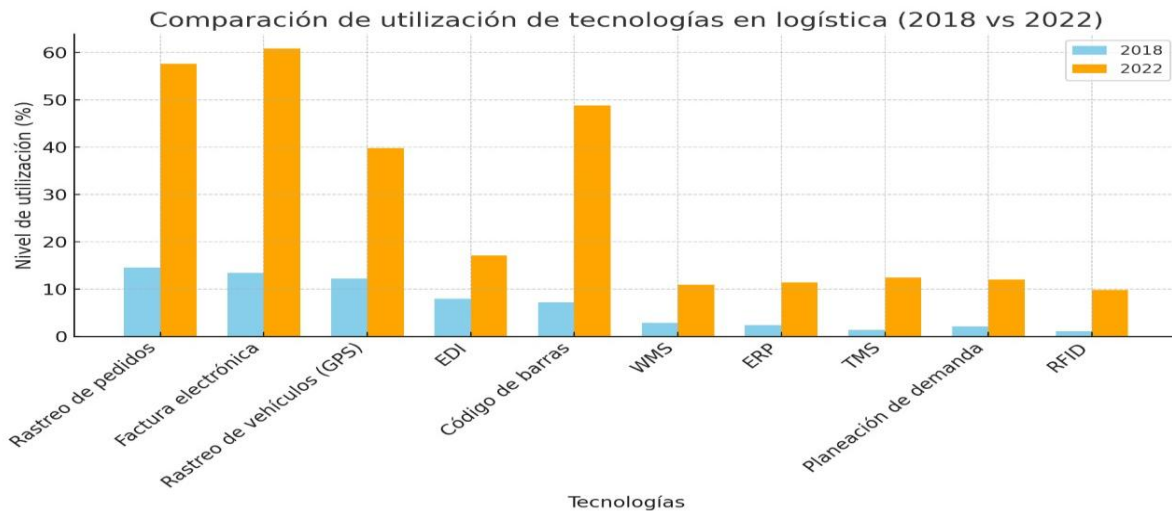


Figura 2 Comparación de utilización de tecnologías en el sector logístico colombiano (2018-2022), Elaboración propia según datos de la encuesta nacional de logística. (DNP,2018) (DNP,2022)

5.4 Gaps en la investigación

Aunque las tecnologías avanzadas prometen mejorar la eficiencia, su adopción en empresas medianas de transporte de carga en Colombia enfrenta barreras significativas. Malagon y Orjuela (2022) identifican obstáculos técnicos, económicos y legales que limitan la implementación de la logística 4.0. Este estudio se propone abordar estas barreras y ofrecer soluciones prácticas que maximicen el uso de tecnologías accesibles y rentables para mejorar la eficiencia operativa.

5.5 Fundamentación teórica

5.5.1 Industria 4.0

La Industria 4.0 representa la cuarta revolución industrial, enfocada en la digitalización y la interconexión de procesos de producción mediante tecnologías avanzadas. En logística, la Industria 4.0

implica la automatización de tareas, la integración de sistemas ciber físicos y el uso de Big Data para optimizar la cadena de suministro. Falkner et al. (2024) destacan que estas tecnologías permiten una mayor flexibilidad y eficiencia en la gestión logística. La investigación de Bertolini (2019), resalta la importancia de soluciones escalables y costo-efectivas, que son necesarias para empresas medianas con recursos limitados.

5.5.2 Inteligencia Empresarial (BI)

La inteligencia empresarial permite la recopilación, análisis y presentación de datos para apoyar la toma de decisiones. En logística, los sistemas de BI facilitan la visualización de indicadores clave de rendimiento (KPI) y la optimización de recursos. Chen et al. (2021) destacan que los tableros de control interactivos, al integrar datos en tiempo real, mejoran la eficiencia operativa y la rentabilidad. Para empresas medianas, la implementación de BI puede comenzar con soluciones básicas y accesibles que proporcionen informes y visualizaciones claras sin requerir inversiones extensivas (Few, 2017).

5.5.3 Gestión de la Información:

Una gestión eficiente de la información es crucial para el éxito de cualquier operación logística. La falta de administración adecuada de los datos puede llevar a decisiones subóptimas, pérdidas financieras y una asignación ineficiente de recursos. Singh, Wiktorsson y Baalsrud (2021) subrayan la importancia de contar con sistemas de gestión de información robustos que permitan a las empresas del sector logístico enfrentar los desafíos de la demanda y la logística inversa.

5.5.4 Internet de las Cosas (IOT):

La integración del Internet de las Cosas (IoT) es fundamental para la transformación digital de las empresas. Según López i Seuba (2019), el IoT permite una mayor interconexión de dispositivos y sensores, lo que resulta en una gestión más eficiente de las operaciones y una mejor toma de decisiones basada en datos en tiempo real. Este enfoque es esencial para la optimización logística, ya que facilita la visibilidad y el control de las operaciones, y permite una respuesta rápida a las condiciones cambiantes

del entorno. La aplicación de IoT en el contexto de la Industria 4.0 ofrece una ventaja competitiva significativa al mejorar la eficiencia operativa y reducir costos (López i Seuba, 2019).

Además, el libro Internet de las cosas: Acción empresarial explora cómo las empresas pueden implementar el IOT para optimizar sus procesos operativos. Este texto proporciona una visión detallada de las estrategias para integrar IOT en la gestión empresarial, resaltando los beneficios en términos de eficiencia y efectividad. La aplicación de estas estrategias puede ser clave para mejorar la logística en el sector del transporte de carga, facilitando una gestión más precisa y adaptable.

5.5.5 Requisitos de un tablero de control:

El concepto de “dashboard” no está claramente definido en la literatura, sin embargo, es definido como un sistema de información orientado a objetivos (KPI’s) permitiendo su análisis a todos los usuarios en todos los niveles de organización. Por tal motivo en el artículo de Pérez Acosta, A., Moreno Espino, M., y Bandón Casamayor, R. (2016) proponen los siguientes requisitos, que tomará en cuenta la investigación:

- a) **Alcance de la información:** El tablero debe proporcionar información relevante al usuario.
- b) **Gestión de la información:** La calidad, cantidad y corrección de los datos deben asegurarse.
- c) **Funciones:** El tablero debe proporcionar funciones que se ajusten a las necesidades de los tomadores de decisiones para mejorar la toma de decisiones.
- d) **Interfaz de usuario:** La información debe presentarse al tomador de decisiones de manera gráfica.
- e) Este artículo propone agregar una categoría más relacionada con el enfoque orientado a objetivos:
- f) **Orientado a objetivos:** El tablero debe estar destinado y alineado a lograr los objetivos de los tomadores de decisiones.

5.5.6 KPI's:

El artículo de Moufad y Jawab (2020) identifica los indicadores clave de desempeño (KPI) para evaluar el rendimiento del transporte de carga urbana dentro del marco del Balanced Scorecard (BSC). Los KPI se dividen en cuatro perspectivas:

a) Perspectiva Financiera:

- **Costo del Transporte de Carga:** Mide los gastos generales relacionados con el transporte de mercancías en áreas urbanas.
- **Rentabilidad:** Evalúa los márgenes de beneficio asociados con las operaciones de carga urbana.

b) Perspectiva del Cliente:

- **Satisfacción del Cliente:** Evalúa los niveles de satisfacción de los clientes que utilizan los servicios de carga urbana.
- **Calidad del Servicio:** Mide la calidad y fiabilidad de los servicios de transporte de carga proporcionados a los clientes.

c) Perspectiva de Procesos Internos:

- **Eficiencia Operativa:** Evalúa la eficiencia de las operaciones de carga, incluyendo los tiempos de entrega y la optimización de rutas.
- **Impacto Ambiental:** Evalúa la huella ambiental de las actividades de transporte, enfocándose en las emisiones y la sostenibilidad.

d) Perspectiva de Aprendizaje y Crecimiento:

- **Innovación y Mejora:** Mide la tasa de innovación y mejora continua en las operaciones de transporte de carga urbana.
- **Capacitación y Desarrollo de Empleados:** Evalúa la efectividad de los programas de capacitación para los empleados involucrados en el transporte de carga.

Estos KPI están diseñados para proporcionar una visión integral del rendimiento de los sistemas de transporte de carga urbana, permitiendo una mejor planificación estratégica y toma de decisiones para mejorar la eficiencia, la sostenibilidad y la satisfacción del cliente.

5.5.7 El Magic Quadrant de Gartner

Es una herramienta de investigación que ofrece una visión general de cómo se posicionan los competidores en un mercado tecnológico específico. Representa gráficamente a los proveedores según

su capacidad de ejecución y su comprensión del mercado, dividiéndolos en cuatro categorías: Líderes, Visionarios, Jugadores de Nicho y Retadores. Aunque los líderes suelen ser fuertes en el mercado, otros proveedores, como los jugadores de nicho o retadores, podrían alinearse mejor con objetivos específicos.

El Magic Quadrant también es interactivo, permitiendo a los usuarios personalizar la evaluación según sus propias necesidades y prioridades. Esto incluye la posibilidad de ajustar criterios y guardar versiones personalizadas para análisis internos. En resumen, el Magic Quadrant de Gartner ayuda a comprender el posicionamiento competitivo de los proveedores y facilita la comparación de sus fortalezas y desafíos con las necesidades del usuario final. (Gartner, 2023).

6 Marco Conceptual

A continuación, se relaciona la definición de conceptos claves para la investigación:

- a) **Optimización Logística:** Proceso de mejorar la eficiencia y efectividad de las operaciones logísticas, minimizando costos y maximizando la calidad del servicio.
- b) **Industria 4.0:** Revolución industrial que integra tecnologías avanzadas para automatizar y mejorar los procesos productivos.
- c) **Tablero de Control:** Herramienta visual utilizada para monitorear indicadores clave de rendimiento y apoyar la toma de decisiones.
- d) **Inteligencia Empresarial (BI):** Conjunto de tecnologías y procesos utilizados para analizar datos empresariales y proporcionar información procesable.
- e) **Internet de las Cosas (IoT):** Tecnología que conecta dispositivos y sensores a través de Internet, permitiendo la recopilación y análisis de datos en tiempo real.

La integración de la Industria 4.0 en el sector logístico, combinada con el IOT y los sistemas de inteligencia empresarial, permite una optimización efectiva de las operaciones. Los tableros de control se convierten en herramientas clave para gestionar y visualizar la información, facilitando decisiones informadas y mejorando la rentabilidad, incluso en contextos con recursos limitados.

6.1 Perspectiva de abordaje

El marco teórico ha abordado de manera exhaustiva las principales teorías y modelos relacionados con la Industria 4.0, la inteligencia empresarial y la gestión de la información. Este análisis ha permitido construir una base sólida para la investigación al integrar conceptos clave que son cruciales para la optimización de operaciones logísticas. Las teorías revisadas destacan cómo la adopción de tecnologías avanzadas, como la automatización y el Big Data, puede mejorar la eficiencia y la rentabilidad en el sector del transporte de carga.

La fundamentación teórica seleccionada es altamente pertinente para abordar los desafíos específicos identificados en la empresa de transporte de carga. Al combinar la optimización logística con la innovación tecnológica, el marco teórico proporciona un enfoque integral que no solo aborda las limitaciones actuales en la gestión operativa, sino que también facilita la implementación de soluciones basadas en tecnologías emergentes. Este enfoque permite que la investigación no solo identifique problemas y barreras, sino que también proponga estrategias efectivas para mejorar la eficiencia operativa y la competitividad en el contexto de la Industria 4.0.

7 Marco institucional

La empresa objeto de estudio es una empresa mediana que opera en el sector del transporte de carga en Colombia. Su enfoque principal es ofrecer soluciones logísticas integrales para diferentes tipos de carga, desde grandes volúmenes hasta cargas con medidas no estándar. Aunque la empresa cuenta con un parque automotor variado, enfrenta desafíos significativos debido a limitaciones en recursos tecnológicos y financieros. Esta situación demanda la adopción de tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones.

7.1 Información General

- **Ubicación:** Localidad de Fontibón. Bogotá D.C., Colombia.

- **Sector de la Economía:** Transporte y Logística (CIIU: 4923 - Transporte de carga por carretera)
- **Nichos de Mercado:** Importación y exportación, transporte de grandes volúmenes y carga extra dimensionada

7.2 Descripción de la Organización

La organización es una empresa colombiana dedicada a la prestación de servicios de transporte de carga por carretera. Fundada en 1990, ha experimentado un crecimiento significativo y actualmente cuenta con una flota de más de 300 vehículos y un equipo de más de 30 empleados.

Nichos de Mercado: La empresa se especializa en el transporte de carga pesada y peligrosa, ofreciendo servicios a sectores como de alimentos no perecederos, farmacéutica y la industria química. Ha desarrollado una sólida reputación por su capacidad para manejar cargas especiales y cumplir con estrictos requisitos de seguridad.

7.3 Principales Productos y Procesos:

- a) **Carga Masiva:** Despachos en cupos completos de vehículos desde un solo origen para un único destinatario, ideal para grandes volúmenes de mercancía que requieren entrega directa.
- b) **Carga Semi-masiva:** Incluye despachos en cupos completos de vehículos desde un solo origen hasta tres destinatarios, con la modalidad D.T.A. para facilitar el tránsito aduanero. Este servicio es crucial para la importación y exportación eficiente de mercancías, ya sea en contenedores o carga suelta.
- c) **Transporte de Carga Extra dimensionada:** Para proyectos que requieren transporte de mercancías con medidas no estándar, proporcionando soluciones integrales para carga extra dimensionada y extrapesada.

7.4 Estructura Organizacional

La organización tiene una estructura organizacional jerárquica con varias áreas funcionales clave que trabajan en conjunto para garantizar la eficiencia operativa:

- d) **Dirección General:** Responsable de la toma de decisiones estratégicas y la supervisión global de las operaciones.
- e) **Departamento de Operaciones:** Encargado de la planificación y ejecución de las rutas de transporte, así como de la gestión de la flota y el personal operativo.
- f) **Departamento de Logística:** Se ocupa de la coordinación y planificación de la cadena de suministro, incluyendo el almacenamiento y distribución de cargas.
- g) **Departamento de Mantenimiento:** Encargado del mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos, asegurando que todos los equipos estén en condiciones óptimas.
- h) **Departamento de Seguridad:** Responsable de cumplir con las normativas de seguridad, tanto en el transporte de cargas como en las operaciones diarias.
- i) **Departamento de Atención al Cliente:** Maneja las relaciones con los clientes, gestionando solicitudes, quejas y proporcionando soporte.

7.4.1 Desafíos:

- j) **Limitaciones Tecnológicas:** La empresa enfrenta restricciones en la implementación de tecnologías avanzadas debido a recursos financieros limitados. Esto afecta la capacidad para adoptar soluciones de Industria 4.0 y herramientas de inteligencia empresarial.
- k) **Gestión de Datos:** La falta de sistemas robustos para la gestión de datos y la visualización de información impacta la eficiencia en la toma de decisiones y en la planificación operativa.

7.4.2 Oportunidades:

- l) **Adopción de Tecnologías Emergentes:** La integración de tecnologías como el Internet de las Cosas (IOT) y el análisis de datos puede mejorar la visibilidad y la eficiencia operativa.

Implementar un tablero de control basado en estos principios podría ofrecer una solución efectiva para los desafíos actuales.

- m) **Optimización de Procesos:** La optimización de los procesos logísticos mediante el uso de herramientas avanzadas puede resultar en una reducción de costos operativos y una mejora en la satisfacción del cliente.

7.5 Elementos Particulares del Área de Estudio

El área de estudio se enfoca en la optimización de las operaciones logísticas mediante el uso de herramientas de inteligencia empresarial y análisis de datos. Esto incluye la implementación de un sistema de control y monitoreo en tiempo real que permita a la empresa mejorar la eficiencia en la gestión de rutas, reducir costos operativos y aumentar la satisfacción del cliente.

La empresa ha identificado la necesidad de integrar tecnologías avanzadas, como el aprendizaje automático y el análisis predictivo, para optimizar su cadena de suministro y mejorar la gestión de la flota. Este estudio busca analizar cómo la implementación de un tablero de control basado en datos puede transformar los procesos logísticos y contribuir al crecimiento sostenible de la organización.

8 Metodología

8.1 Enfoque, alcance y diseño de la investigación

De acuerdo con el problema planteado, el enfoque de investigación seleccionado será mixto, combinando metodologías cuantitativas y cualitativas. Por un lado, se evalúa cuantitativamente la rentabilidad y eficiencia operativa mediante el análisis de datos financieros y logísticos históricos de la empresa. Por otro lado, se integra la retroalimentación cualitativa de los usuarios finales del tablero de control para evaluar su uso, percepción y acciones de mejora.

El diseño de la investigación es no experimental, ya que no habrá manipulación de las variables y se trabajará con datos ya existentes. Será transversal, debido a que la recolección de datos se realizará en

un único punto temporal, utilizando la información histórica de la empresa desde 2022 para realizar un análisis retrospectivo.

Con respecto a los tipos de investigación, este estudio incluye las siguientes perspectivas:

1. **Descriptivo:** Identificar y caracterizar las principales ineficiencias logísticas y financieras de la empresa mediante el análisis de datos recopilados.
2. **Correlacional:** Establecer relaciones significativas entre las variables clave, como costos operativos, rentabilidad y eficiencia logística.
3. **Aplicado:** Orientar el desarrollo de un tablero de control integral, evaluando la efectividad para optimizar el monitoreo y seguimiento de la rentabilidad.

8.2 Definición de Variables

Las variables que se estudiarán en esta investigación las agrupamos en 2 grupos grandes, Financieras y logísticas, a continuación, se enuncian cuales se tratarán:

- Variables Financieras: Rentabilidad, costos operativos, costos fijos, centros de costos, ingresos, desviaciones en planificación.
- Variables Logísticas: Asignación de recursos, planificación de rutas, eficiencia en la ejecución de tareas, métricas operativas de la flota.

8.3 Definición conceptual y operacional

En esta sección, se procederá a definir las variables seleccionadas de manera conceptual y operacional, utilizando la terminología específica del sector logístico y de la empresa. Esta claridad en las definiciones permitirá relacionar cada variable con su método de cálculo y los parámetros involucrados, lo que facilitará una comprensión uniforme entre los distintos interesados.

Tabla 1

Definición de Variables Financieras

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones
Liquidez Corriente	Mide la capacidad de la empresa para cubrir sus pasivos a corto plazo con sus activos a corto plazo.	Liquidez Corriente = Activos Corrientes / Pasivos Corrientes	Activos Corrientes, Pasivos Corrientes
Razón de Endeudamiento	Evalúa qué parte de los activos de la empresa está financiada con deuda.	Razón de Endeudamiento = Total Pasivos / Total Activos	Total Pasivos, Total Activos
Rotación de Activos	Mide la eficiencia con la que la empresa utiliza sus activos para generar ingresos.	Rotación de Activos = Ventas Netas / Total Activos	Ventas Netas, Activos Totales
ROA (Retorno sobre Activos)	Mide la rentabilidad de la empresa en relación con sus activos totales.	ROA = (Utilidad Neta / Activos Totales) × 100	Utilidad Neta, Activos Totales
ROE (Retorno sobre el Patrimonio)	Mide la rentabilidad para los accionistas de la empresa.	ROE = (Utilidad Neta / Patrimonio) × 100	Utilidad Neta, Patrimonio
Ciclo de Conversión de Efectivo	Mide el tiempo que tarda una empresa en convertir sus inversiones en inventario y otros recursos en efectivo a través de ventas.	Ciclo de Conversión de Efectivo = Días de Inventario + Días de Cuentas por Cobrar - Días de Cuentas por Pagar	Días de Inventario, Días de Cuentas por Cobrar, Días de Cuentas por Pagar
Razón de Cobertura de Intereses	Indica la capacidad de la empresa para cubrir sus costos financieros (intereses) con sus utilidades operativas.	Razón de Cobertura de Intereses = EBIT / Gastos por Intereses	Utilidad Operativa (EBIT), Gastos por Intereses
EBITDA	Mide la capacidad de la empresa para generar utilidades antes de considerar intereses, impuestos, depreciación y amortización.	EBITDA = Utilidad Operativa + Depreciación + Amortización	Utilidad Operativa, Depreciación, Amortización

Margen de Utilidad Bruta	Indica el porcentaje de ingresos que una empresa retiene después de cubrir los costos asociados directos con la producción de bienes.	Margen de Utilidad Bruta = $(\text{Utilidad Bruta} / \text{Ventas Netas}) \times 100$	Ingresos, Costos Directos (COGS), Ventas Netas
Margen de Utilidad Operacional	Refleja la rentabilidad de la empresa basada en las operaciones, antes de deducir intereses e impuestos.	Margen de Utilidad Operacional = $(\text{Utilidad Operacional} / \text{Ventas Netas}) \times 100$	Utilidad Operacional, Ventas Netas
Margen de Utilidad antes de los Impuestos	Mide la ganancia de la empresa antes de aplicar los impuestos, considerando tanto los gastos operativos como financieros.	Margen de Utilidad antes de Impuestos = $(\text{Utilidad Antes de Impuestos} / \text{Ventas Netas}) \times 100$	Utilidad Antes de Impuestos, Ventas Netas, Gastos Financieros
Margen de Utilidad Neta	Indica el porcentaje de ingresos que queda después de que todos los gastos e impuestos han sido deducidos.	Margen de Utilidad Neta = $(\text{Utilidad Neta} / \text{Ventas Netas}) \times 100$	Utilidad Neta, Impuestos, Ventas Netas
Rentabilidad	Mide la capacidad de una empresa para generar ganancias en relación con sus ventas, activos o patrimonio.	Rentabilidad = $(\text{Utilidad Neta} / \text{Ventas}) \times 100$	Utilidad Neta, Ventas
Costos Operativos	Son los gastos incurridos en el proceso de operación del negocio, incluyendo costos de producción, administrativos y de ventas.	Costos Operativos = Costos Fijos + Costos Variables	Costos Fijos, Costos Variables
Costos Fijos	Son los costos que no cambian con el volumen de producción o ventas, como el alquiler, salarios de empleados permanentes, y servicios públicos.	Costos Fijos = Suma de todos los costos fijos	Alquiler, Sueldos, Servicios Públicos

Centros de Costos	Son divisiones dentro de una organización que no generan ingresos directamente, pero cuyos costos se pueden rastrear para evaluar su eficiencia y efectividad.	Centro de Costos = $(\text{Costos de la División} / \text{Total de Costos}) \times 100$	Costos de División
Ingresos	Se refiere a la cantidad total de dinero que una empresa recibe por la venta de bienes o servicios en un periodo determinado.	Ingresos = Ventas Netas	Ventas o servicios prestados
Desviaciones en la Planificación	Se refiere a las diferencias entre lo planificado y lo real, en términos de costos, ingresos y otros indicadores de rendimiento, que pueden afectar la toma de decisiones.	Desviaciones = $(\text{Valor Real} - \text{Valor Planificado}) / \text{Valor Planificado} \times 100$	Valores Planificados, Valores Reales

Fuente: Tabla creada a partir de entrevista realizada a la contadora de la compañía

Tabla 2

Definición de Variables Logísticas

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones
Asignación de Recursos	Distribución eficiente de recursos operativos (vehículos, conductores, combustible) para cumplir con los objetivos logísticos.	Se medirá evaluando la proporción de recursos disponibles frente a los requeridos para cumplir con las operaciones logísticas establecidas.	Recursos operativos, Objetivos logísticos
Planificación de Rutas	Diseño de rutas de transporte que optimizan el uso de recursos y minimizan costos.	Se evaluará mediante el análisis de la duración y costo de las rutas propuestas en comparación con las rutas alternativas.	Recursos utilizados, Costos, Tiempos

Eficiencia en la Ejecución	Capacidad para completar las operaciones logísticas dentro de los tiempos y costos planificados, minimizando el desperdicio de recursos.	Se medirá analizando el porcentaje de tareas logísticas completadas a tiempo y dentro del presupuesto asignado.	Tiempos de ejecución, Costos planificados
Métricas Operativas de la Flota	Indicadores que miden el desempeño de la flota de vehículos, incluyendo consumo de combustible, mantenimiento y disponibilidad.	Se medirá mediante el seguimiento de indicadores clave de desempeño (KPI) relacionados con la eficiencia operativa de la flota, como consumo promedio y tasas de disponibilidad.	Consumo de combustible, Mantenimiento, Disponibilidad
Análisis de Clientes Potenciales	Identificación de segmentos de mercado que pueden convertirse en clientes, basándose en datos demográficos y comportamientos de compra.	Se llevará a cabo mediante el análisis de datos de ventas y estudios de mercado para determinar qué segmentos son más rentables y tienen más potencial.	Segmentos de mercado, Datos de ventas
Tipología de Clientes	Clasificación de los clientes en función de sus características y necesidades, para identificar dónde la empresa tiene una mayor fortaleza.	Se medirá evaluando las ventas y servicios más demandados por los diferentes tipos de clientes en la cartera de la empresa.	Tipos de clientes, Volumen de ventas
Análisis de Flujos de Fletes	Estudio del comportamiento de los costos de fletes mes a mes, identificando tendencias y ajustando tarifas según el aumento de costos y demanda.	Se realizará un seguimiento mensual de las tarifas de fletes y su ajuste en relación con la demanda estacional, para determinar los momentos óptimos de ajuste.	Costos de fletes, Fechas de ajuste, Demanda

Tasa de Accidentes	Análisis de los lugares y situaciones donde ocurren más accidentes, así como las indemnizaciones asociadas a cargue y descargue.	Se medirá registrando la frecuencia y gravedad de los accidentes en diferentes rutas y operaciones, así como las indemnizaciones pagadas.	Lugares de accidentes, Costos de indemnización
Sobrecostos Logísticos	Evaluación de costos adicionales derivados de vías cerradas, peajes, combustibles y transbordos que impactan la operación.	Se calculará sumando los costos imprevistos y comparándolos con los costos planificados en el presupuesto logístico.	Vías cerradas, Peajes, Costos de transbordo
Poder de la Negociación Comercial	Medida de la capacidad de los comerciales y operativos para negociar condiciones que impacten la rentabilidad de la empresa.	Se evaluará mediante el análisis de las tarifas acordadas con los proveedores y clientes, así como la variación en los costos operativos y de venta.	Tarifas negociadas, Rentabilidad
Cumplidos	Medida del porcentaje de cumplimiento de los indicadores de desempeño logístico y financiero.	Se medirá el porcentaje de metas cumplidas en relación con los objetivos establecidos en el plan logístico, considerando tiempos y costos.	Porcentaje de cumplimiento, Tiempo, Costos
Manifiestos	Documentos que detallan la carga transportada, incluyendo datos sobre el origen, destino y características de la mercancía.	Se analizarán los manifiestos para evaluar la consistencia de la carga transportada, los tiempos de carga y descarga, y el cumplimiento de regulaciones.	Porcentaje de cumplimiento, Tiempos de entrega, Costos

Remesas	Transferencias de dinero que se realizan entre diferentes partes, a menudo relacionadas con pagos por servicios de transporte y logística.	Se medirá el porcentaje de cumplimiento de las metas establecidas en los procesos de transporte y logística, incluyendo entregas a tiempo y costos dentro del presupuesto.	Origen de la remesa, Destino, Monto
Negociación	Proceso mediante el cual se establecen acuerdos y condiciones entre la empresa y sus proveedores o clientes para optimizar costos y servicios.	Se evaluará el éxito de las negociaciones mediante el análisis de las condiciones acordadas, los descuentos obtenidos y la satisfacción de ambas partes.	Condiciones acordadas, Descuentos, Satisfacción

Nota: Tabla creada a partir de entrevista realizada a la contadora de la compañía

8.4 Población y Muestra.

La población está constituida por los datos operativos y financieros de la empresa desde el año 2022. Se analizará una muestra representativa de estos datos para evaluar las tendencias y patrones en las ineficiencias logísticas y financieras. Este tipo de muestreo es por conveniencia o muestral (Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K. (2015)), debido a que existe disponibilidad de 2 años de datos para el estudio. Por lo tanto, se analizarán los siguientes informes financieros y operativos:

1. Informes financieros:

- Estado de resultados
- Balances generales
- Informes de costos operativos
- Informes de ingresos y gastos

2. Informes operativos:

- Registros de asignación de recursos (fletes, conductores, combustible)
- Planificación de rutas
- Métricas de la flota

Al considerar estos aspectos, se busca un panorama completo que ayude a identificar oportunidades de optimización y se asegure que el análisis refleje las operaciones de la empresa de manera precisa, facilitando el desarrollo de una mesa de control integral que optimice la rentabilidad y la eficiencia operativa a través de decisiones fundamentadas en datos.

8.5 Métodos o Instrumentos para Recolección de Información

a) Identificación de requerimientos y especificaciones:

- **Método:** Para identificar los requerimientos del tablero se utilizará **entrevistas estructuradas o semiestructuradas** con los interesados clave de la empresa, para obtener información cualitativa sobre sus necesidades y expectativas.
- **Instrumento:** El diseño que se utilizara es una guía de **entrevistas** que incluirá preguntas sobre los indicadores clave que desean visualizar, las áreas críticas de mejora en logística y finanzas, y las expectativas de los reportes.

b) Selección de herramientas y tecnologías:

- **Método:** Para seleccionar las herramientas adecuadas, se realizará una comparación técnica basada en criterios predefinidos como integración de datos, facilidad de uso, escalabilidad y costos.
- **Instrumento:** se utilizará el cuadro de Gartner para identificar las características de las distintas herramientas (Power BI, Tableau, etc.) de acuerdo con su capacidad para satisfacer los requisitos del proyecto.

c) Prototipo del tablero de control:

- **Método:** Para evaluar el prototipo se usará las pruebas de usuario con los “stakeholders” y técnicas de bocetado rápido. Esto permite recoger información cualitativa y cuantitativa sobre la usabilidad y efectividad del tablero.
 - **Instrumento:** Se utilizará un formulario de evaluación de prototipos, con escalas para medir la satisfacción del usuario, la facilidad de uso y la capacidad del tablero para presentar la información de manera clara y útil.
- d) Integración de datos:**
- **Método:** Se realizará una revisión documental y consultas de datos, para definir cómo se integrarán las bases de datos.
 - **Instrumento:** Se creará un diagrama de flujo de integración de datos, que documente cómo se conectan las distintas fuentes de datos con el tablero de control.

8.6 Técnicas de Análisis de Datos

a) Análisis de requerimientos:

Se utilizará un análisis cualitativo de los datos obtenidos en las entrevistas para identificar patrones en las necesidades de los interesados y establecer los KPI que serán incluidos en el tablero.

b) Análisis comparativo de herramientas:

Se empleará una matriz de comparación para analizar su posicionamiento en el mercado, sus funcionalidades, las necesidades de la empresa y seleccionar cuál herramienta satisface mejor los criterios establecidos.

c) Análisis del prototipo:

Para los resultados de las pruebas de usuario, se utilizarán técnicas de estadística descriptiva y análisis de frecuencias para calcular la satisfacción del usuario y analizar las tendencias en la retroalimentación para hacer ajustes al prototipo.

d) Integración de datos:

Una vez que el esquema de integración esté definido, se necesitara un análisis de flujo, donde se utilizaran diagramas y modelado de procesos, esto con el fin de ayudar a entender cómo se deberían organizar las interacciones en un sistema completo.

Tabla 3

Integración de datos

Instrumento	Técnica de Análisis	Descripción
Datos históricos	Estadística Descriptiva e Inferencial	Análisis de costos, eficiencia, rentabilidad; correlaciones entre variables financieras y logísticas
Encuestas de usabilidad	Análisis de contenido	Evaluación de las respuestas cualitativas sobre la percepción de los usuarios acerca del tablero de control.

9 Análisis de los resultados

Para diagnosticar el proceso actual de la empresa, se llevó a cabo un análisis estructurado en colaboración con el director logístico. Este diagnóstico abarcó todas las etapas del proceso logístico, desde la recepción de pedidos hasta el cierre del ciclo de transporte, considerando su importancia para garantizar la eficiencia y efectividad en la entrega de mercancías a los clientes.

Cada fase del proceso fue claramente definida, identificando las métricas clave para evaluar su desempeño, como costos, ingresos y rentabilidad. Además, se analizó el manejo de la documentación esencial, incluyendo remesas y manifiestos, asegurando un control adecuado en cada punto del flujo operativo. Este enfoque estructurado tiene como objetivo optimizar el flujo de trabajo y garantizar la satisfacción del cliente en cada entrega.

Tabla 4

Diagrama de Flujo del Proceso Logístico en la Empresa de Transporte de Carga

Proceso	Concepto	Métricas
Inicio		
Recepción de pedidos	Inicio del proceso donde se reciben las solicitudes de transporte de mercancías de los clientes. En esta etapa se genera la remesa y se inicia el ciclo administrativo con la creación del expediente de cada pedido.	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de respuesta - Número de pedidos recibidos por día - Expedientes abiertos
Planificación de rutas	Se planifican las rutas principales a utilizar, priorizando corredores establecidos. En caso de bloqueos, se seleccionan rutas alternas y se actualiza la documentación asociada al manifiesto.	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de planificación - % de uso de rutas alternas - Costos adicionales por cambios en la ruta - Ingresos generados por ruta según tarifas CICETAC
Asignación de vehículos	Asignación de los vehículos adecuados según disponibilidad, tipo de carga y distancia de entrega. En esta etapa se asignan los manifiestos a los vehículos	<ul style="list-style-type: none"> - % de vehículos disponibles - Tasa de ocupación - Tiempo de asignación - Documentación validada - Costos operativos del vehículo (combustible, mantenimiento) - Ingresos esperados por tipo de carga (tarifas CICETAC) - Rentabilidad esperada
Carga de mercancía	Gestión de la carga de mercancía en los vehículos asignados. Se asegura que la carga coincida con el manifiesto correspondiente, y se actualizan los registros administrativos del ciclo (verificación de peso, volumen y contenido).	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de carga - Número de paquetes cargados - % de coincidencia entre manifiesto y carga - Costos de personal en la carga y manipulación de mercancía
Monitoreo sin GPS por auxiliares de tráfico	Monitoreo manual de las rutas a través de los auxiliares de tráfico. Los reportes de seguimiento son documentados y se actualizan en el sistema asegurando que la información esté alineada con los manifiestos.	<ul style="list-style-type: none"> - Número de reportes por vehículo - Tiempo de respuesta a incidencias - Costos de monitoreo manual (auxiliares de tráfico)
Ruta de entrega	Ejecución de la ruta de entrega, asegurando que se cumpla con los tiempos estipulados en el manifiesto y que toda la información esté reflejada correctamente en las remesas.	<ul style="list-style-type: none"> - Distancia recorrida - Tiempo estimado vs. real de entrega - % de entregas a tiempo - Costos de transporte (combustible, peajes, tiempo del conductor)

		<ul style="list-style-type: none"> - Ingresos esperados según tarifas CICETAC - Rentabilidad por ruta
Entrega al cliente	Culminación del proceso logístico con la entrega de la mercancía al cliente, quien firma y confirma la recepción en el manifiesto.	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de entrega - Satisfacción del cliente - % de devoluciones - Documentación de entrega finalizada - Costos asociados a devoluciones o reentregas (si aplica)
Cierre del ciclo de transporte	<p>Finalización del proceso con el retorno de los vehículos y la revisión de los manifiestos y remesas. Incluye generación de la factura, archivo de documentación y análisis de rentabilidad. Esto incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generación de la factura para el cliente según el servicio prestado. - Archivo de la documentación relacionada (remesas, manifiestos, facturas) para futuros controles. - Análisis de la rentabilidad del servicio y ajustes necesarios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de retorno - Registro de incidentes - Auditoría de documentos finalizada - Cierre del ciclo administrativo (facturación y archivado) - Ingresos totales por el servicio - Costos totales de operación - Rentabilidad final
Fin		

9.1 Selección de la herramienta de visualización de datos más adecuadas

Para este apartado utilizaremos "El Cuadrante Mágico para plataformas de análisis e inteligencia empresarial 2024 donde destaca las capacidades y desafíos de las principales soluciones en el mercado, evaluando factores como integración de datos, facilidad de uso, escalabilidad y costos." (Schlegel et al., 2024). A continuación, se relaciona la siguiente figura que contiene dichos cuadrantes y los proveedores que ofrecen dichas soluciones:



Figura 3 "Cuadrante mágico para plataformas de análisis e inteligencia empresarial," por K. Schlegel, A. Ganeshan, D. Pidsley, J. Sun, G. O'Callaghan, C. Long, K. Quinn, F. Fei, E. Macari, y J. O'Brien, 20 de junio de 2024, Gartner. © 2024 Gartner, Inc.

Como podemos apreciar en la Figura 3, para este caso de investigación, utilizaremos los proveedores de servicio que se encuentran en el cuadrante "Leaders", ya que estos pueden garantizar una mejor toma de decisiones, ahorro de costos, innovación, seguridad y escalabilidad, por ello desarrollamos un cuadro comparativo que permita analizar por proveedor, la integración de datos, la facilidad de uso, Escalabilidad y sus costos.

Tabla 5

Cuadro comparativo de los proveedores de servicios de inteligencia de negocios.

Proveedor	Integración de Datos	Facilidad de Uso	Escalabilidad	Costos
Power BI (Microsoft)	Otros ecosistemas como GCP y AWS	Interfaz intuitiva, pero los clientes encuentran desafíos en la gobernanza del contenido analítico.	Muy escalable gracias a la integración con Azure, pero limitado a la nube de Azure.	Competitivo con precios flexibles. Cambiará al F-SKU para Fabric a partir de julio de 2024.
Qlik	Ecosistemas de Talend y Attunity.	Fuerte en análisis y automatización, pero su popularidad	Escalable en todas las principales	Competitivo, especialmente con la reciente adquisición de

	Conexiones con AWS y Microsoft Fabric.	ha disminuido ligeramente, lo que puede afectar la percepción de facilidad de uso.	nubes y muy adecuado para entornos multicloud.	Talend, pero su falta de un ecosistema propio puede afectar la percepción de valor.
Looker	Google Cloud (BigQuery, Vertex AI) y Google Workspace Soporta arquitectura multicloud.	Más adecuado para desarrolladores debido a su enfoque en el modelado basado en código (LookML). Ha mejorado con Looker Studio para autoservicio.	Altamente escalable, especialmente en el ecosistema de Google Cloud.	Ofrece Looker Studio sin costo y opciones de pago para Looker, lo que puede ser ventajoso para algunas empresas.
Thought Spot	Modularidad destacado para la pila de datos moderna. Buena integración con bases de datos mediante consultas directas y API.	Enfocado en una experiencia de usuario centrada en la búsqueda y análisis generativo, pero puede carecer de capacidades avanzadas de visualización.	Escalable con consultas directas a bases de datos.	Independiente de la nube, con opciones de "traiga su propio modelo", pero su falta de un ecosistema completo puede afectar los costos operativos a largo plazo.

9.2 Elección de la Herramienta

Del cuadro comparativo, podemos concluir que Power BI (Microsoft) es la opción más adecuada para la empresa de transporte de carga terrestre, considerando los siguientes puntos:

1. **Integración de Datos:** Power BI ofrece una fuerte integración con diferentes ecosistemas, incluyendo GCP y AWS. Esta capacidad es crucial para acceder y unificar datos de diversas fuentes sin necesidad de soluciones adicionales.
2. **Facilidad de Uso:** La interfaz intuitiva de Power BI permite a los usuarios no técnicos crear informes y visualizaciones fácilmente. Aunque algunos usuarios mencionan desafíos en la gobernanza del contenido analítico, la mayoría encuentra que la herramienta facilita la creación y manejo de datos.

3. **Escalabilidad:** La escalabilidad de Power BI, gracias a su integración con Azure, asegura que puede manejar mayores volúmenes de datos a medida que la empresa crece. Aunque está limitado a la nube de Azure, esto no representa un problema significativo dada la compatibilidad existente con las soluciones de Microsoft.
4. **Costos:** Power BI es competitivo en términos de costos, con precios flexibles que se adaptan a diferentes necesidades empresariales. La empresa ya cuenta con licencias de Microsoft Office y personal certificado en Excel, lo cual facilita la adopción y maximiza el uso de los recursos existentes.

9.3 Análisis del prototipo

Para abordar los problemas anteriormente mencionados, se desarrolló un prototipo de tablero de control con indicadores clave de rendimiento (KPI). Este prototipo fue evaluado mediante una encuesta a la parte estratégica y táctica de la empresa para optimizar su efectividad y usabilidad.

A continuación, relacionamos el enlace de la encuesta aplicada:

https://docs.google.com/forms/d/1-2fly6FpExAyMNPqBj6iQcfmB7VSUUdDOo2Rk6tzsJ8/viewform?edit_requested=true

Los resultados de la encuesta reflejan una recepción positiva del prototipo del tablero de control, con una moda de 4 en cada una de sus respuestas, el análisis planteado es basado en la metodología DOFA lo cual permite evaluar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del prototipo.

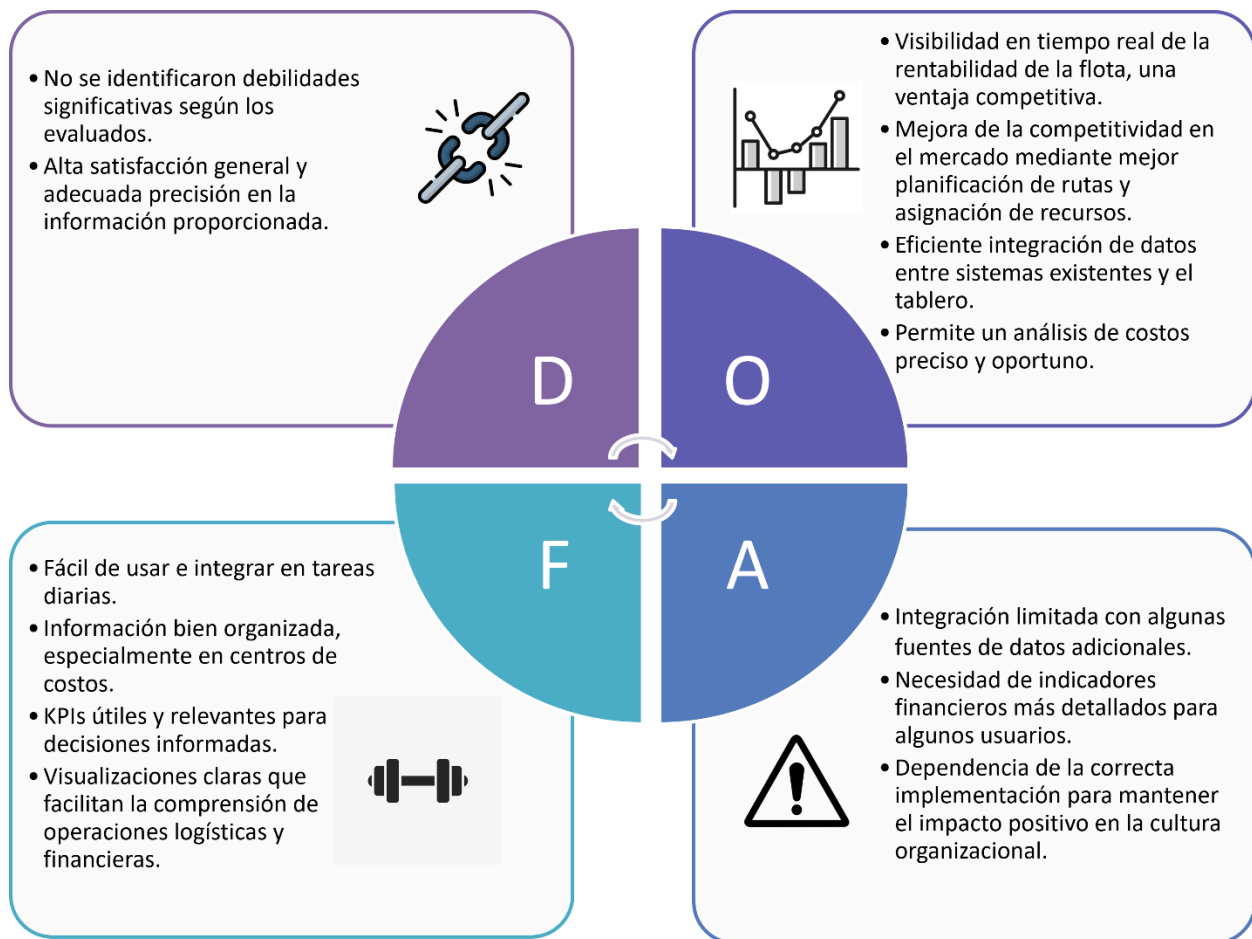


Figura 4 Elaboración propia de acuerdo con los resultados de la encuesta realizada

9.4 Integración de datos propuesto

El diagrama de integración de datos (Figura 5) que se presentará es una propuesta para mejorar la disponibilidad de la información y la toma de decisiones basada en datos de la empresa de transporte de carga terrestre. Actualmente, la empresa utiliza diversos sistemas y herramientas para gestionar sus operaciones, como AVANZAT para logística, Word Office Contable para contabilidad y Helisa para nómina, y genera informes a partir de archivos Excel.

Este diagrama propone un enfoque más integrado, que ilustra cómo los datos de diferentes fuentes pueden recopilarse, transformarse y almacenarse para proporcionar una visión coherente y unificada, facilitando así la toma de decisiones y la gestión operativa eficiente. El diagrama se divide en varias

secciones clave que representan el flujo de datos desde la entrada hasta la salida, pasando por varias etapas de procesamiento:

9.4.1 Fuentes de Datos y Procesos Documentales:

Actualmente, la empresa gestiona diversos procesos documentales esenciales para sus operaciones, como la recepción de pedidos, planificación de rutas, asignación de vehículos, carga de mercancía, monitoreo GPS, ruta de entrega, entrega al cliente y cierre del ciclo de transporte.

Estos procesos generan datos almacenados en archivos Excel, los cuales son exportados desde los sistemas AVANZAT, Word Office Contable y Helisa.

9.4.2 Recolección y Almacenamiento Inicial:

La propuesta sugiere que los datos de los archivos Excel se integren inicialmente en una base de datos espejo. Este paso asegurará que todos los datos recopilados de diferentes fuentes estén centralizados para su posterior procesamiento.

9.4.3 Control de Calidad (QA):

Antes de realizar cualquier transformación de datos, se implementará un control de calidad para verificar la integridad y consistencia de los datos. Esta etapa es crucial para garantizar que los datos sean precisos y estén listos para su procesamiento. En este punto es importante el uso de tecnologías que versátiles y escalables como Python para la validación de la información.

9.4.4 Proceso ETL (Extracción, Transformación y Carga):

El proceso ETL se encargará de la limpieza, normalización y transformación de los datos, asegurando que estén en el formato adecuado para su análisis. Este paso incluirá la eliminación de duplicados, agregación de datos y otros procesos necesarios para mejorar la calidad de los datos. Aquí se utilizará herramientas como Python y procedimientos almacenados para realizar estas tareas.

9.4.5 Almacenamiento en Data Warehouse:

Los datos transformados se almacenarán en un Data Warehouse, base centralizada que permitirá el análisis y la generación de informes. Al final, este almacén de datos proporcionará una visión integrada de la información de toda la empresa.

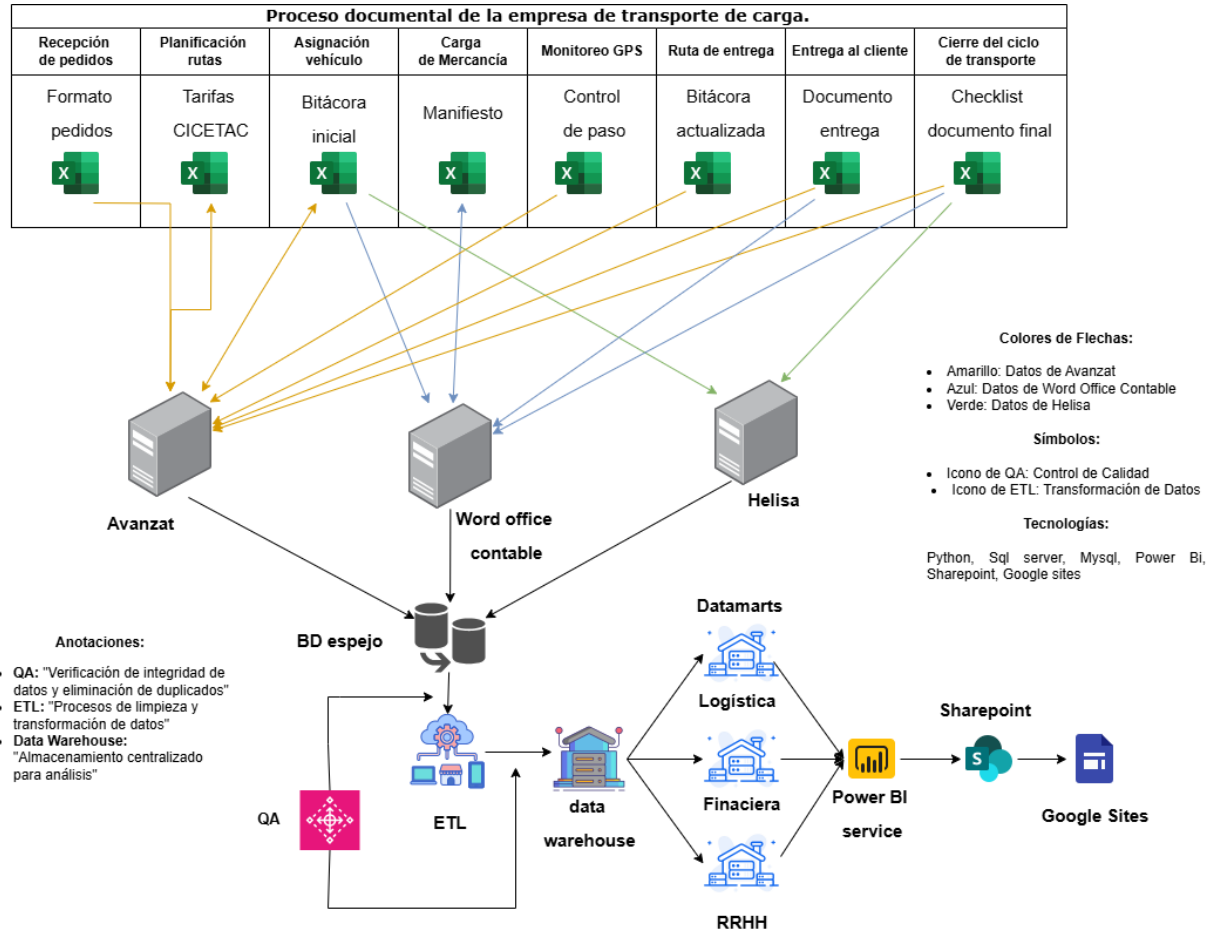


Figura 5 Diagrama de integración de datos, Elaboración propia (2024)

9.4.6 Análisis y Visualización de Datos:

El Data Warehouse alimentará diversos "datamarts" específicos para áreas como logística, finanzas y recursos humanos (RRHH). Estos "datamarts" se utilizarán para realizar análisis detallados y específicos para cada área.

Power BI se utilizará para la visualización de datos, proporcionando informes interactivos que ayudarán en la toma de decisiones.

Finalmente, los informes generados se compartirán a través de plataformas como SharePoint y Google Sites, asegurando que toda la organización tenga acceso a la información relevante.

A continuación, puede visualizar el reporte generado para este proyecto:

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMjE5ZDE5YTEtODc3NC00ZWRhLTgyY2QtNmQzNmFjMjliNzYwliwidCI6ImMwNmZiNTU5LTFiNjgtNGI4NC1hMTRmLTQ3ZDBkODM3YTVhYiIsImMiOiR9>

- **Modelo ER**

Se plantea el siguiente modelo tipo estrella, con una base central de hechos nombrada como viajes, que contiene toda la información asociada a los viajes realizados para cada carga que transporta la empresa en un determinado periodo de tiempo. Esta tabla se conecta con otras tablas secundarias mediante un identificador o llave con las diferentes dimensiones de la información, en este caso se puede obtener información con mayor detalle de los clientes, vehículos, conductores y mercancías. Así como una conexión a una tabla de tiempos y una tabla de localización sincronizada con la última base de información del DANE.

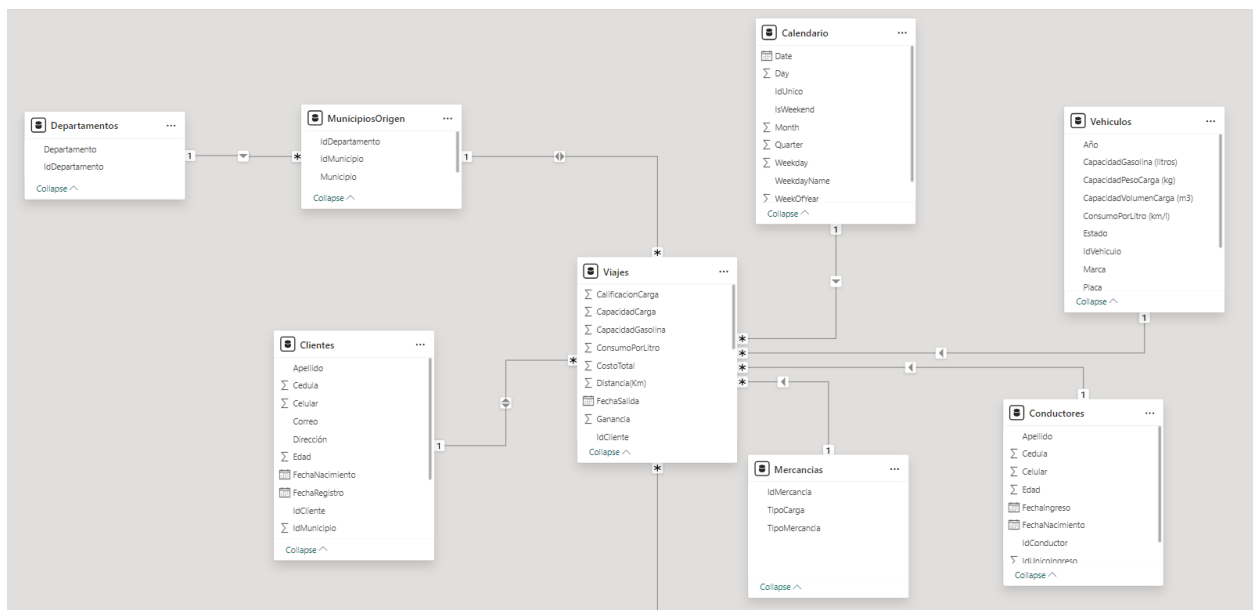


Figura 6 Diagrama ER modelo de datos, Elaboración propia (2024)

10 Conclusiones

El desglose detallado de cada fase del proceso logístico permitió identificar y documentar claramente los requerimientos y especificaciones del tablero de control. Este enfoque estructurado, basado en consultas con stakeholders clave, asegura que el sistema responde eficazmente a las necesidades específicas de las áreas de logística y finanzas, optimizando el flujo de trabajo y mejorando la satisfacción del cliente.

Power BI (Microsoft) se destaca como la herramienta más adecuada para la empresa de transporte de carga terrestre. Su integración con el ecosistema de Microsoft, facilidad de uso, escalabilidad y costos competitivos la convierten en la opción ideal para mejorar la toma de decisiones, optimizar costos y soportar el crecimiento de la empresa.

En general, el prototipo del tablero de control ha sido bien recibido por los usuarios, quienes destacan su facilidad de uso, organización lógica de los datos y capacidad para encontrar información rápidamente. Estas características son cruciales para abordar las debilidades operativas de la empresa. Además, se espera que el tablero mejore la visibilidad de la rentabilidad y la competitividad de la empresa en el mercado, mostrando un gran potencial para optimizar la gestión logística.

A pesar de algunas sugerencias para mejoras adicionales, la alta satisfacción general indica que el prototipo está en el camino correcto para convertirse en una herramienta valiosa. Con iteraciones basadas en la retroalimentación de los usuarios, se anticipa que el tablero alcanzará niveles aún mayores de efectividad y usabilidad, contribuyendo significativamente a la operación eficiente y rentable de la flota.

El diagrama de integración de datos propuesto representa un paso significativo hacia la mejora de la disponibilidad de la información y la toma de decisiones basada en datos para la empresa de transporte de carga terrestre. Al centralizar los datos en un "Data Warehouse" y utilizar herramientas de visualización avanzadas como Power BI, la empresa puede asegurar la calidad de sus datos y facilitar el acceso a información crítica para la toma de decisiones. Este enfoque integrado no solo mejorará la eficiencia operativa, sino que también proporcionará una base sólida para el crecimiento y la innovación continua dentro de la empresa. Con la implementación de esta propuesta, la empresa pasará de gestionar sus

informes a través de archivos Excel a tener una infraestructura robusta y automatizada para la gestión de datos.

Esta gestión de los datos estará liderada por la plataforma de visualización (Power BI). La figura 5 muestra la entidad relación de las tablas utilizadas para la construcción del tablero. Estas tablas deben residir en los datamarts específicos de cada área de la empresa, asegurando una actualización e integración continua basada en el gobierno de datos asignado a cada uno. Este esquema de integración no solo mejora la disponibilidad y calidad de la información, sino que también fortalece la estructura de los datos, permitiendo una mejor visibilidad y gestión eficiente de la operación logística. Con la implementación de este modelo, la empresa podrá abandonar la dependencia de archivos Excel, migrando hacia una infraestructura de datos más robusta y automatizada que potenciará la toma de decisiones estratégicas.

11 Referencias

1. Acosta, A., Moreno, E., & Casamayor, R. (2015). Goal-oriented dashboard's requirements with i*: A case study. *Revista Chilena de Ingeniería*, 24(4), 680-681.
2. Enetic. (2023). Guía de Power BI para empresas de logística. Recuperado de <https://enetic.es/power-bi-logistica/>
3. Falkner, D., Bogl, M., Gatteringer, A., Stainko, R., Zenisek, J., & Affenzeller, M. (2024). Integrating machine learning into supply chain management: Challenges and opportunities. *Elsevier B.V.*, 1779-1788.
4. García Sabater, J. P. (2020). Introducción al Transporte de Mercancías. Nota Técnica. *Repositorio Oficial UPV Riunet*. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/138752/Introduccion%20al%20Transporte%20de%20Mercancias.pdf>
5. Gómez, J., Martínez, A., & Ruiz, L. (2022). Desarrollo de dashboards en el contexto de la inteligencia de negocios. *Revista de Sistemas de Información*, 28(2), 45-60.
6. Kuzeljeich, J. (2013, marzo). Can business intelligence improve your transport operations? *Inside Logistics*, 8.
7. Malagon, C., & Orjuela, J. (2022). Challenges and trends in Logistics 4.0. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 1-28.
8. Wuennenberg, M., Meissner, S., & Fottner, J. (2022). Data driven logistics-oriented value stream mapping 4.0: A guideline for practitioners. *IFAC PapersOnLine*, 364-369.
9. Singh, A., Wiktorsson, M., & Baalsrud, J. (2021). Trends in machine learning to solve problems in logistics. En *9th CIRP Global Web Conference – Sustainable, Resilient, and Agile Manufacturing and Service Operations: Lessons from COVID-19* (pp. 67-72). Södertälje: Elsevier B.V.
10. Zhou, C., Stephen, A., Cao, X., & Wang, S. (2020). A data-driven business intelligence system for large-scale semi-automated logistics facilities. *Taylor & Francis Group*, 2250-2268.

11. Visualitics. (2023). Análisis predictivo con Power BI: Guía completa y ejemplos prácticos.
Recuperado de <https://www.visualitics.es/analisis-predictivo-con-potencia-bi-guia-completa-y-ejemplos-practicos/>
12. Barreto, R., Amaral, J. M., & Pereira, M. (2017). *Logística e Supply Chain: Teorias e Práticas*. Editora XYZ.
13. Bareño Gutiérrez, R., & Barbosa Castro, N. D. (2023). *Ucompensar: La academia motor en la transformación digital y automatización de la industria 4.0* (1a ed.). Fundación Universitaria Compensar.
14. Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2021). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165-1188. Recuperado de <https://experts.arizona.edu/en/publications/business-intelligence-and-analytics-from-big-data-to-big-impact>
15. Chen, X., Wang, Y., & Li, Z. (2021). An Interactive Dashboard Using a Virtual Assistant for Visualizing Smart Manufacturing, 1-2.
16. Sánchez, F. J., & Hernández, J. E. (2021). Optimización de la cadena de suministro en la industria del transporte: Un enfoque de logística 4.0. *Revista de Ingeniería*, 31(2), 123-135.
Recuperado de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/reving/article/view/18492>
17. Falkner, W., Müller, J., & Schlegel, L. (2024). *La Industria 4.0 y su impacto en la logística*. Editorial ABC.
18. Joyanes Aguilar, L., & Fernández, D. (Eds.). (2017). *Industria 4.0: La cuarta revolución industrial*. Alfaomega.
19. Babae Tirkolaee, Erfan & Sadeghi Darvazeh, Saeid & Mooseloo, Farzaneh & Rezaei Vandchali, Hadi & Aeni, Samira. (2021). Application of Machine Learning in Supply Chain Management: A Comprehensive Overview of the Main Areas. *Mathematical Problems in Engineering*. 2021. 1-14. 10.1155/2021/1476043.

20. Silva, D. V., & Moori, R. G. (2019). Papel mediador do big data analytics entre gestão da cadeia de suprimentos de serviços e desempenho operacional na satisfação do cliente. *Contextus (Fortaleza)*, 17(3), 114-138. <http://periodicos.ufc.br/contextus/article/view/42468>
21. Singh, M., Wiktorsson, M., & Baalsrud, H. (2021). Gestión de la información en la logística moderna. *Editorial DEF*.
22. Zhou, J., Xie, X., & Wang, Y. (2020). The impact of business intelligence systems on logistics performance: Evidence from China. *Journal of Business Research*, 108, 248-257. https://www.researchgate.net/publication/369430588_The_Impact_of_Business_Intelligence_and_Analytics_Adoption_on_Decision_Making_Effectiveness_and_Manual_Work_Performance
23. Zhou, C., Stephen, A., Cao, X. y Wang, S. (2020). Un sistema de inteligencia empresarial basado en datos para instalaciones logísticas semiautomatizadas a gran escala. *International Journal of Production Research*, 59 (8), 2250–2268.
24. Few, S. (2017). *Data Visualization for Human Perception*. Elsevier.
25. Muehlbauer, M., Rupprecht, F., & Müller, M. (2022). Data mining and machine learning for logistics planning and control. *International Journal of Logistics Management*, 33(1), 60-78 https://www.researchgate.net/publication/352669452_Application_of_Machine_Learning_in_Supply_Chain_Management_A_Comprehensive_Overview_of_the_Main_Areas
26. Yu, F. R., & Song, M. (2009). Ultra-wideband-based next-generation wireless communications. *IEEE Signal Processing Magazine*, 26(4), 43-51. <https://www.csit.carleton.ca/~fyu/Papers/09241736.pdf>
27. García, J. E., & López, J. S. (2020). Modelo de optimización de la cadena de suministro en el sector de transporte: Un enfoque basado en simulación. *Revista de la Universidad del Rosario*. Recuperado de <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/6762/7276>
28. Pérez Cortés, A., Parra Victorino, J. B., & Parra Victorino, J. B. (2010). Implementación de tableros de control (indicadores) en el área de mejora continua en una empresa de fabricación. Instituto Tecnológico de Puebla.

29. López i Seuba, M. (2019). *Internet de las cosas: la transformación digital de la sociedad* (1a ed.). Ram-ma.
30. Kranz, M. (2015). *Internet de las cosas: Acción empresarial*. 14-18
31. Moufad, I., & Jawab, F. (2020). The performance of the urban freight transport proposal for a balanced scorecard. *2020 13th International Colloquium of Logistics and Supply Chain Management, LOGISTIQUA 2020*, Article 9353906.
<https://doi.org/10.1109/LOGISTIQUA49782.2020.9353906>
32. Gartner, Inc. (2023, abril 5). Gartner Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms. Recuperado de <https://www.gartner.com/en/doc/4567890>
33. Pérez Acosta, A., Moreno Espino, M., & Bandón Casamayor, R. (2016). Goal-oriented dashboard's requirements with i: A case study [Requisitos de un Dashboard orientado a metas con i*: Un caso de estudio].* *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24*(4), 680-689.
34. Ivanov, D., Dolgui, A., Sokolov, B., Werner, F., & Ivanova, M. (2020). A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*, 31(2-3), 232-247. <https://sci-hub.se/downloads/2020-05-21/19/10.1080@09537287.2020.1768450.pdf>
35. Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K. (2015). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 42(5), 533-544.
36. Gutiérrez, A., & Cortés, J. (2023). Industria 4.0 impacta la logística inversa. *Revista de Logística*, 17(2), 35-48. <https://doi.org/10.23850/25907441.5277>
37. Cáceres, A., & Rojas, A. (2023). Diseño de una arquitectura de referencia en la logística de abastecimiento inteligente de almacenes mediante el uso de tecnologías de la Industria 4.0: Caso Almacenes Retail de la Ciudad de Pilar. *Revista de Tecnología y Logística*, 5(1), 67-80.
<https://doi.org/10.61598/s.r.c.a.v3i2.56>

38. Cruz, Luis Aníbal, (2023). *Gestión logística integral - 3ra edición: Las mejores prácticas en la cadena de suministro*.
39. Gonzalez Vasquez, J. A., Caciano Arroyo, M. E., Horna Maguiña, M. M., Lopez Asto, M. K., Solano Quincho, L. M., & Vasquez Cabrera, A. F. (2023). *Tecnologías del Internet de las Cosas Aplicadas en la Cadena de Suministro. Una Revisión Sistemática*. *Gestión De Operaciones Industriales*, 2(01), 8-26. Recuperado de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RINGIND/article/view/5408>
40. Schlegel, K., Ganeshan, A., Pidsley, D., Sun, J., O'Callaghan, G., Long, C., Quinn, K., Fei, F., Macari, E., & O'Brien, J. (2024). *Cuadrante mágico para plataformas de análisis e inteligencia empresarial*. Gartner. Disponible en: <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2HW1JC8Q&ct=240620&st=sb>
41. Asociación Nacional de Industriales. (2018). Informe sobre la adopción de la cuarta revolución industrial en Colombia.
42. Calatayud, A. y Katz, R. (2018). Cadena de suministro 4.0: Mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina. Inter-American Development Bank.
43. Cámara de Comercio de Bogotá. (2018). Observatorio de la economía digital de Colombia. Cámara de Comercio de Bogotá. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/22589>
44. Knut, A., Rexhausen, D. y Seyfert, A. (2017, 6 de abril). Supply chain 4.0 in consumer goods. McKinsey. <https://www.mckinsey.com/industries/consumer-packaged-goods/our-insights/supply-chain-4-0-in-consumer-goods> Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2020). Informe sobre digitalización y desarrollo sostenible.
45. Patrucco, A. Moretto, A., Golini, R. y Rivera, L. (en prensa). Improving information sharing in supply chains: The role of cloud computing and track and tracing technologies. *Supply Chain Management: An International Journal*.
46. Departamento Nacional de Planeación. (2018). Encuesta nacional de logística 2018. <https://www.andi.com.co/Uploads/Encuesta%20Nacional%20Log%C3%ADstica%202018.pdf>

47. Departamento Nacional de Planeación. (2022). Encuesta nacional de logística 2022.

<https://rutadelasostenibilidad.org/wp-content/uploads/2023/12/Encuesta-nacional-logistica-1.pdf>