



Detección de falencias en el Suministro de Combustible a Vehículos de transporte de carga.

Manuel David Pérez Ramos

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

30 de junio de 2024

Informe Proyecto de Investigación

Detección de falencias en el Suministro de Combustible a Vehículos de transporte de carga.

Manuel David Pérez Ramos

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en
Gerencia de Proyectos**

**Asesor(a)
Vanesa Patricia Gómez Numa**

**Corporación Universitaria Minuto de Dios
Rectoría Virtual
Programa Especialización en Gerencia de Proyectos
30 de junio de 2024**

Contenido

Lista de tablas	5
Lista de figuras	6
Lista de anexos.....	7
Resumen	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1 Descripción del problema	12
1.2 La pregunta de investigación	13
1.2.1 Objetivo general.....	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 Justificación de la investigación	14
1.3.1. Razones para Investigar este Problema.....	14
2. MARCO DE REFERENCIA.....	16
2.1 Marco Teórico.....	16
2.1.1 Eficiencia del Consumo de Combustible:.....	16
2.2. Marco Conceptual.....	17
3. METODOLOGÍA	19
3.8. Enfoque y alcance de la investigación	21
3.9. Población y muestra.....	22
3.9.6. Definición de la población.....	24
3.9.7. Cálculo y selección de la muestra	26
3.10. Instrumento(s)	27
3.11. Codificación de los datos	31
3.12. Análisis de información.....	36
3.13. Consideraciones éticas.....	38
3.13.1. Análisis de consideraciones éticas	39
3.13.2. Instrumentos de aceptación y autorización.....	40

Detección de falencias en el Suministro de Combustible a Vehículos de transporte de carga.

4. RESULTADOS 43

4.1. Análisis de Resultados por Objetivo Específico. 43

2 Históricos de diferencias de ACPM respecto al módulo ECM: 45

3 instalación sellos y dispositivos 47

5. CONCLUSIONES..... 54

Referencias..... 56

Lista de tablas

Tabla 1.....32

Tabla 2.....33

Tabla 3.....45

Tabla 4.....46

Tabla 5.....47

Tabla 6.....47

Tabla 7.....49

Tabla 8.....52

Tabla 9.....53

Lista de figuras

Figura 1.....33

Figura 2.....53

Figura 3.....53

Lista de anexos

Anexo 1.....30

Anexo 2.....31

Anexo 3.....34

Anexo 4.....44

Anexo 5.....44

Anexo 6.....47

Anexo 7.....47

Anexo 8.....48

Anexo 9.....48

Anexo 10.....50

Anexo 11.....50

Anexo 12.....52

Resumen

Este proyecto de investigación analiza las ineficiencias y pérdidas significativas asociadas al consumo de combustible diésel en una organización de transporte de carga. El enfoque principal es comprender cómo las discrepancias en el uso de combustible entre diferentes vehículos contribuyen a las ineficiencias generales y cómo la sustracción indebida de combustible, promovida por el mercado negro, agrava estas pérdidas, impactando negativamente la economía de la organización (UPME, 2019).

El estudio emplea un enfoque cuantitativo, utilizando métodos de muestreo probabilístico, específicamente muestreo aleatorio estratificado, para asegurar una representación completa de los distintos subgrupos dentro de la población. La recolección de datos incluye registros detallados de las operaciones de los vehículos, el desempeño de los conductores, las actividades de mantenimiento y el consumo de combustible, complementados con encuestas estructuradas y entrevistas a personal clave.

Los hallazgos clave indican que las diferencias en la eficiencia del combustible de los vehículos, junto con la extracción no autorizada de combustible, provocan pérdidas financieras significativas. Estas ineficiencias se analizan para identificar las causas raíz, que incluyen prácticas operativas, regímenes de mantenimiento y vulnerabilidades en la seguridad.

Los resultados subrayan la importancia de implementar sistemas de monitoreo robustos, mejorar los protocolos de mantenimiento y reforzar las medidas de seguridad para mitigar las pérdidas de combustible. Esta investigación proporciona conocimientos prácticos para las organizaciones de transporte que buscan optimizar el uso de combustible y asegurar sus recursos, contribuyendo en última instancia a un mejor rendimiento económico y sostenibilidad operativa.

Abstract

This research project investigates the significant inefficiencies and losses associated with diesel fuel consumption in a cargo transportation organization. The primary focus is on understanding how discrepancies in fuel usage among different vehicles contribute to overall inefficiencies and how illicit fuel siphoning, driven by the black market, exacerbates these losses, impacting the organization's economy negatively.

The study employs a quantitative approach, utilizing probabilistic sampling methods, specifically stratified random sampling, to ensure comprehensive representation across various subgroups within the population. The data collection encompasses detailed records of vehicle operations, driver performance, maintenance activities, and fuel consumption, supplemented by structured surveys and interviews with key personnel.

Key findings indicate that differences in vehicle fuel efficiency, combined with unauthorized fuel extraction, lead to significant financial losses. These inefficiencies are further analyzed to identify root causes, including operational practices, maintenance regimes, and security vulnerabilities.

The results underline the importance of implementing robust monitoring systems, enhancing maintenance protocols, and tightening security measures to mitigate fuel losses. This research provides actionable insights for transportation organizations aiming to optimize fuel use and secure their resources, ultimately contributing to better economic performance and operational sustainability.

Introducción

El sector del transporte de carga es una columna vertebral esencial para el comercio y la economía global, facilitando el movimiento de mercancías a través de extensas redes logísticas, sin embargo, uno de los principales desafíos que enfrenta este sector es la ineficiencia generada por las pérdidas debido a diferencias significativas en el consumo de combustible de los vehículos de carga, estas diferencias no solo incrementan los costos operativos, sino que también afectan la sostenibilidad ambiental y la competitividad de las empresas (Caicedo, 2013).

Los vehículos de carga utilizan principalmente combustibles fósiles como la gasolina y el diésel, conocidos por sus variaciones en eficiencia y consumo. Sin embargo, el mercado está viendo una creciente adopción de combustibles alternativos como la electricidad, el hidrógeno y los biocombustibles, cada uno con sus propias características de rendimiento y consumo. Las diferencias en el consumo de combustible entre estos tipos de energía pueden ser sustanciales, generando ineficiencias que impactan negativamente en el costo operativo y el rendimiento ambiental de las flotas de transporte.

El combustible diésel, a pesar de sus ventajas en términos de potencia y eficiencia energética, presenta variaciones significativas en su consumo debido a diversos factores como el diseño del motor (Fernandez, 2020), las condiciones de operación, el mantenimiento del vehículo y la calidad del combustible, además de estos factores, la sustracción indebida de diésel y su promoción a través del mercado negro representan un problema grave, generando pérdidas significativas para las empresas de transporte de carga.

Las pérdidas de combustible diésel se reflejan en:

Costos Operativos Elevados: El consumo excesivo y la sustracción indebida de diésel incrementan directamente los gastos en combustible, reduciendo la rentabilidad de las operaciones de transporte de carga.

Impacto Ambiental: La ineficiencia en el uso del diésel resulta en mayores emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes, contribuyendo al cambio climático y la degradación de la calidad del aire.

Desgaste del Vehículo: Un consumo ineficiente de diésel puede acelerar el desgaste del motor y otros componentes del vehículo, aumentando los costos de mantenimiento y disminuyendo la vida útil de la flota.

Pérdidas Económicas por Robo: La sustracción de diésel y su venta en el mercado negro impactan negativamente la economía de las empresas de transporte, creando pérdidas financieras significativas.

Este anteproyecto tiene como objetivo investigar y analizar las diferencias significativas en el consumo de combustible diésel en vehículos de carga, enfocándose tanto en las ineficiencias del consumo como en la problemática de la sustracción indebida de diésel.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Diferencias Significativas en el Suministro de Combustible a Vehículos de Transporte de carga.

El transporte es un pilar fundamental para la economía global, facilitando la movilidad de personas y bienes, sin embargo, el sector enfrenta múltiples desafíos relacionados con el suministro de combustible, que incluyen eficiencia operativa, costos elevados, impactos ambientales negativos y la necesidad de infraestructura adecuada, la diversificación hacia fuentes de energía más sostenibles y eficientes es una prioridad urgente tanto para los formuladores de políticas como para las empresas del sector.

1.1 Descripción del problema

En la organización se ha observado que existe una variabilidad significativa en los registros de suministro de combustible a los vehículos, lo que sugiere la posibilidad de pérdidas, irregularidades o ineficiencias en el proceso (CPC, 2020). Esta variabilidad ha llevado a tener impactos financieros y operativos negativos, afectando la rentabilidad de la empresa de transporte y generando incertidumbre en la gestión de costos.

Desviaciones en el Consumo Esperado: Se han detectado diferencias notables entre el consumo esperado de combustible, según las especificaciones del fabricante y los registros reales de suministro de combustible.

Inconsistencias en los Registros de Combustible: Existen discrepancias frecuentes entre los registros de suministro de combustible registrados manualmente y los datos recolectados a través de sistemas de telemetría o sensores instalados en los vehículos.

Variaciones No Explicadas en el Rendimiento de la Flota: Se ha observado un rendimiento inconsistente en la eficiencia del combustible entre vehículos de características similares, lo que no puede ser explicado por factores operativos o condiciones de conducción.

1.2 La pregunta de investigación

¿De qué manera la implementación de sistemas avanzados de inteligencia artificial puede mejorar la eficiencia y la transparencia en el consumo, y suministro de combustible a vehículos tractocamión al identificar y mitigar irregularidades, reduciendo así las pérdidas económicas de la organización?

1.2.1 Objetivo general

Construir un sistema basado en inteligencia artificial para la detección y mitigación de falencias en el suministro, y consumo de combustible a vehículos tractocamión de la organización.

1.2.2 Objetivos específicos

- Desarrollar algoritmos de inteligencia artificial que, utilizando técnicas de aprendizaje automático, sean capaces de identificar patrones y anomalías en los registros de suministro de combustible.
- Implementar sensores y dispositivos de monitoreo en los vehículos tractocamión para recopilar datos precisos sobre el consumo de combustible y transmitirlos en tiempo real.
- Establecer un sistema de alertas automáticas que notifique de inmediato cualquier irregularidad detectada, como suministros no autorizados o fluctuaciones significativas en el consumo.

1.3 Justificación de la investigación

La investigación sobre las diferencias significativas en el consumo de combustible diésel en vehículos de carga y la problemática de su sustracción indebida es de vital importancia para el sector del transporte, este sector es fundamental para el desarrollo económico y social, facilitando la movilización de mercancías y contribuyendo significativamente al Producto Interno Bruto (PIB) de los países, no obstante, enfrenta desafíos críticos que afectan su eficiencia y sostenibilidad, a continuación, se expone el por qué y para qué del desarrollo de esta investigación, destacando su relevancia para la comunidad científica, las empresas de transporte, la comunidad, los estudiantes y las instituciones educativas **(Posada, 2012)**.

1.3.1. Razones para Investigar este Problema

Eficiencia Operativa y Costos: Las variaciones en el consumo de diésel debido a factores como el diseño del motor, las condiciones operativas y las prácticas de mantenimiento, así como la sustracción indebida de combustible, generan ineficiencias y pérdidas económicas significativas para las empresas de transporte de carga. Esta investigación permitirá identificar y mitigar estos factores, optimizando el consumo de diésel y reduciendo los costos operativos.

Impacto Ambiental: El diésel, aunque eficiente, es un combustible fósil cuya combustión produce emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes que impactan negativamente el medio ambiente. La investigación contribuirá a reducir estas emisiones al promover prácticas más eficientes y sostenibles en el uso del diésel, apoyando así los esfuerzos globales para combatir el cambio climático.

Seguridad y Prevención de Robo: La sustracción indebida de diésel y su comercialización en el mercado negro representan un problema de seguridad y una fuente de pérdidas económicas para las empresas, analizar este fenómeno permitirá desarrollar estrategias efectivas para prevenir el robo de combustible, mejorando la seguridad y reduciendo las pérdidas financieras.

1.3.2. Beneficios para los Actores Involucrados

Empresas de Transporte: Ganan al obtener estrategias y prácticas que mejoren la eficiencia del consumo de diésel, reduciendo costos operativos y aumentando la rentabilidad.

Mejoran su competitividad en el mercado al ofrecer servicios más eficientes y sostenibles.

Reducen las pérdidas económicas asociadas con la sustracción de combustible, mejorando la seguridad de sus operaciones.

Comunidad y Medio Ambiente: Ganan al beneficiarse de un entorno menos contaminado gracias a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes.

Disfrutan de un transporte de carga más eficiente, lo que puede traducirse en precios más bajos y mayor disponibilidad de bienes y servicios.

Contribuyen a la lucha contra el cambio climático mediante la adopción de prácticas más sostenibles en el sector del transporte.

Estudiantes e Investigadores: Ganan experiencia práctica y conocimiento especializado en la investigación aplicada a problemas reales del sector del transporte.

Desarrollan habilidades de análisis y resolución de problemas, así como competencias en el uso de metodologías de investigación avanzadas.

Contribuyen al avance del conocimiento científico y tecnológico en el área de eficiencia energética y sostenibilidad.

Instituciones Educativas y Programas de Postgrado: Programas de Especialización y Postgrado ganan prestigio y reconocimiento al participar en investigaciones relevantes y de impacto social.

Fortalecen su posición como líderes en la formación de profesionales capaces de enfrentar desafíos globales y locales.

Aumentan sus capacidades de investigación y desarrollo, atrayendo a más estudiantes y colaboraciones con el sector industrial.

La justificación de esta investigación se fundamenta en su capacidad para abordar problemas críticos del sector del transporte de carga, mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y minimizar el impacto ambiental, además, al enfrentar la problemática del robo de

diésel, se mejora la seguridad y la sostenibilidad del sector, los resultados beneficiarán no solo a las empresas de transporte y a la comunidad en general, sino también a los estudiantes e investigadores, así como a las instituciones educativas involucradas, fortaleciendo su compromiso con la excelencia académica y la responsabilidad social. Esta investigación representa un esfuerzo integral para promover un transporte de carga más eficiente, seguro y sostenible, con beneficios tangibles para todos los actores involucrados.

2. MARCO DE REFERENCIA

El marco de referencia de esta investigación sobre las diferencias significativas en el consumo de combustible diésel y la problemática de su sustracción indebida en vehículos de carga se estructura en tres componentes principales: el **marco teórico**, el **marco conceptual**, y el **marco legal**. Este enfoque proporciona una comprensión integral de los factores que afectan el consumo de diésel, las prácticas de robo de combustible y las medidas preventivas y reguladoras pertinentes

2.1 Marco Teórico

El marco teórico se centra en la revisión de literatura existente y teorías relacionadas con el consumo de combustible diésel, la eficiencia energética, y la seguridad en el suministro de combustibles.

2.1.1 Eficiencia del Consumo de Combustible:

- **Teoría de la Eficiencia Energética:** Esta teoría examina cómo los sistemas mecánicos y operativos pueden optimizar el uso de energía para realizar tareas específicas. En el contexto del transporte de carga, se analiza cómo el diseño del motor, el mantenimiento de vehículos y las condiciones operativas influyen en la eficiencia del consumo de diésel (ITC, 2008).

- **Modelos de Consumo de Combustible:** Se revisan modelos matemáticos y simulaciones que predicen el consumo de combustible basado en variables como la carga transportada, la velocidad del vehículo, el tipo de carretera y las condiciones climáticas.

2.1.2 Robo de Combustible:

- **Teoría del Comportamiento Delictivo:** Esta teoría analiza las motivaciones y oportunidades que llevan a individuos o grupos a cometer robos de combustible, incluye factores socioeconómicos, falta de vigilancia y la facilidad de acceso al combustible (Garcia, 2015).
- **Economía Informal y Mercado Negro:** Se estudia cómo el mercado negro opera en la comercialización de combustible robado, incluyendo la demanda, los canales de distribución y los impactos económicos.

2.1.3 Impacto Ambiental:

- **Teoría del Ciclo de Vida del Producto (LCA):** Esta teoría proporciona una metodología para evaluar los impactos ambientales asociados con todas las etapas de vida de un producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. En este caso, se aplica al ciclo de vida del combustible diésel (Sanchis).
- **Emisiones de Gases de Efecto Invernadero:** Se examinan estudios sobre las emisiones de CO₂ y otros contaminantes resultantes de la combustión de diésel, y cómo las ineficiencias en el consumo aumentan estas emisiones.

2.2. Marco Conceptual

El marco conceptual define y contextualiza los conceptos clave que guiarán la investigación, proporcionando claridad y precisión en su uso.

- **Eficiencia del Combustible:** Medida en términos de la cantidad de trabajo útil obtenido por unidad de combustible consumido. En vehículos de carga, se refiere a kilómetros recorridos por litro de diésel.

- **Consumo de Diésel:** Cantidad de diésel utilizada por los vehículos de carga en operaciones específicas, influenciada por factores como la carga, el terreno, y las condiciones del tráfico.
- **Sustracción Indevida de Combustible:** Robo o extracción no autorizada de combustible, que se vende en el mercado negro, causando pérdidas económicas a las empresas de transporte.
- **Impacto Ambiental:** Efectos negativos que el consumo y la sustracción de diésel tienen sobre el medio ambiente, incluyendo la emisión de gases contaminantes y su contribución al cambio climático.
- **Seguridad en el Suministro:** Medidas y estrategias implementadas para proteger el suministro de combustible contra robos y pérdidas.

2.3. Marco Legal

El marco legal abarca las leyes, regulaciones y normativas que rigen el uso, suministro y protección del combustible diésel en el sector del transporte de carga.

2.3.1. Regulaciones sobre el Consumo de Combustible:

- **Normativas de Eficiencia Energética:** Reglamentos que establecen estándares de eficiencia para vehículos de carga, promoviendo tecnologías y prácticas que reduzcan el consumo de combustible.
- **Leyes Ambientales:** Legislaciones que controlan las emisiones de gases contaminantes y establecen límites para las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero producidos por la combustión de diésel.

2.3.2. Seguridad y Prevención del Robo:

- **Regulación de Seguridad en el Transporte:** Leyes que obligan a implementar sistemas de seguridad en los vehículos de carga, como rastreadores GPS y sellos de seguridad para tanques de combustible.

- **Legislación contra el Mercado Negro:** Normativas que penalizan la compra y venta de combustible robado, incluyendo sanciones para individuos y organizaciones involucradas en esta práctica ilícita.

2.3.3. Políticas de Control y Monitoreo:

- **Programas de Monitoreo del Consumo de Combustible:** Iniciativas gubernamentales y privadas que promueven el seguimiento y control del uso de diésel en flotas de transporte mediante tecnologías de monitoreo y reportes periódicos.

El marco de referencia de esta investigación proporciona una base para entender los factores que afectan el consumo de diésel en vehículos de carga y la problemática del robo de combustible, al integrar teorías relevantes, conceptos clave y el marco legal, esta investigación se posiciona para ofrecer soluciones prácticas y basadas en evidencia que mejoren la eficiencia operativa, reduzcan los costos y minimicen el impacto ambiental en el sector del transporte de carga. Estos esfuerzos no solo beneficiarán a las empresas de transporte, sino también a la comunidad, los investigadores y las instituciones educativas involucradas.

3. METODOLOGÍA

La metodología de esta investigación se diseñará con el propósito de abordar de manera integral los objetivos planteados, comprendiendo el análisis del consumo de combustible diésel en vehículos de carga y la problemática asociada con su sustracción indebida. Se emplearán técnicas y herramientas de investigación cuantitativa para recopilar datos, analizar patrones y tendencias, y proponer soluciones efectivas. La metodología se divide en las siguientes etapas:

3.1. Revisión Bibliográfica:

Se realizará una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre el consumo de diésel en vehículos de carga, la eficiencia energética, la sustracción indebida de combustible y las medidas de prevención, se identificarán estudios relevantes, teorías y modelos para fundamentar la investigación y comprender el estado del conocimiento en el campo.

3.2. Recopilación de Datos:

Se recopilarán datos empíricos sobre el consumo de diésel en vehículos de carga mediante entrevistas, encuestas y registros de flotas de transporte, se recopilarán datos sobre factores que influyen en el consumo de diésel, como la carga transportada, la distancia recorrida, la velocidad del vehículo y las condiciones climáticas.

3.3. Análisis de Datos:

Se realizará un análisis estadístico de los datos recopilados para identificar patrones, tendencias y correlaciones relacionadas con el consumo de diésel, se emplearán técnicas como análisis de regresión y análisis de varianza para explorar la relación entre variables y determinar factores significativos que afectan el consumo de combustible.

3.4. Estudio de Casos:

Se llevará a cabo un estudio de casos en empresas de transporte de carga para investigar la problemática de la sustracción indebida de diésel, se analizarán prácticas de seguridad implementadas, incidentes de robo de combustible y medidas de prevención adoptadas por las empresas.

3.5. Desarrollo de Propuestas:

Con base en los hallazgos de la investigación, se desarrollarán propuestas y recomendaciones para mejorar la eficiencia del consumo de diésel y prevenir la sustracción indebida de combustible, estas propuestas se fundamentarán en las mejores prácticas identificadas en la literatura y en los resultados del análisis de datos y estudios de casos.

3.6. Validación y Retroalimentación:

Se validarán las propuestas desarrolladas mediante la retroalimentación de expertos del sector de transporte de carga y representantes de instituciones gubernamentales, se realizarán sesiones de revisión y discusión para asegurar la viabilidad y efectividad de las propuestas antes de su implementación.

3.7. Implementación y Evaluación:

Finalmente, se implementarán las propuestas seleccionadas en empresas de transporte de carga piloto y se evaluará su impacto en el consumo de diésel y la prevención del robo de combustible, se monitorearán los resultados y se realizarán ajustes según sea necesario para garantizar su efectividad a largo plazo.

3.8. Enfoque y alcance de la investigación

El alcance de esta investigación se centrará exclusivamente en la organización donde actualmente se desarrollan las labores, con un enfoque cuantitativo, este enfoque permitirá realizar un análisis exhaustivo y preciso de las diferencias significativas en el consumo de combustible diésel y la problemática de su sustracción indebida en los vehículos de carga de la organización. A continuación, se detallan los aspectos específicos que se abordarán:

3.8.1. Tipo de Vehículos:

La investigación incluirá todos los vehículos de carga utilizados por la organización, abarcando diferentes modelos y capacidades.

Se analizarán las variaciones en el consumo de diésel entre distintos tipos de vehículos, considerando su uso y características técnicas.

3.8.2. Condiciones Operativas:

Se examinarán las rutas operativas habituales, incluyendo trayectos urbanos y rurales, para evaluar cómo afectan al consumo de combustible.

Se evaluarán las condiciones del tráfico, el terreno y las condiciones climáticas como variables que influyen en el consumo de diésel.

3.8.3. Prácticas de Mantenimiento:

Se analizarán las prácticas de mantenimiento actuales y su impacto en la eficiencia del combustible.

Se estudiará la frecuencia y calidad del mantenimiento preventivo y correctivo realizado en los vehículos de carga.

3.8.4. Seguridad y Prevención del Robo de Combustible:

Se cuantificarán los incidentes de sustracción indebida de combustible reportados dentro de la organización.

Se evaluará la efectividad de las medidas de seguridad implementadas y su impacto en la reducción de robos de combustible.

3.8.5. Impacto Económico:

Se calcularán las pérdidas económicas derivadas del consumo ineficiente de diésel y del robo de combustible.

Se analizarán los costos operativos asociados al consumo de diésel y se identificarán oportunidades para optimizar dichos costos.

3.8.6. Recopilación y Análisis de Datos:

Se recopilarán datos cuantitativos sobre el consumo de diésel mediante registros de combustible y sistemas de monitoreo de flotas.

Se utilizarán técnicas estadísticas para analizar los datos recopilados, como análisis de regresión, análisis de varianza (ANOVA) y técnicas de minería de datos, para identificar patrones y correlaciones significativas.

3.9. Población y muestra

La población de este estudio está conformada por todos los vehículos de carga y el personal involucrado en la gestión y operación de la flota de la organización en donde se desarrollan las labores. Esto incluye:

3.9.1. Vehículos de Carga:

Todos los camiones y vehículos de transporte de mercancías utilizados por la organización, la flota incluye una variedad de modelos y capacidades, que operan en diversas rutas y bajo diferentes condiciones.

3.9.2. Personal Operativo y Administrativo:

Conductores: Empleados responsables de operar los vehículos de carga.

Personal de Mantenimiento: Técnicos y mecánicos encargados del mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos.

Gestores de Flota: Administradores y coordinadores que supervisan la operación y gestión de la flota, incluyendo la planificación de rutas, el seguimiento del consumo de combustible y la implementación de medidas de seguridad.

Para obtener resultados representativos y gestionar eficientemente los recursos disponibles para la investigación, se seleccionará una muestra significativa de la población, la muestra se determinará utilizando métodos de muestreo aleatorio y estratificado para garantizar que todas las subcategorías de la población estén adecuadamente representadas. La selección de la muestra incluirá los siguientes pasos:

3.9.3. Determinación del Tamaño de la Muestra:

Vehículos de Carga: Se seleccionará una muestra representativa de la flota total de vehículos, utilizando fórmulas estadísticas para el cálculo del tamaño de la muestra, se establecerá un número de vehículos que permita obtener resultados confiables y generalizables, por ejemplo, si la flota total es de 100 vehículos, se podría seleccionar un 30% (30 vehículos) para el estudio, ajustando el tamaño según la varianza esperada y el margen de error aceptable.

Conductores y Personal de Mantenimiento: Se seleccionará una muestra representativa del personal operativo y de mantenimiento, considerando factores como la experiencia, la frecuencia de operación de los vehículos y su participación en rutas específicas.

3.9.4. Muestreo Estratificado:

Estratos de Vehículos: La muestra de vehículos se dividirá en estratos según criterios relevantes como la capacidad de carga, el modelo, la antigüedad y las rutas operativas. Esto asegurará que diferentes tipos de vehículos y condiciones de operación estén representados.

Estratos de Personal: La muestra de personal se dividirá en estratos según su rol (conductores, técnicos de mantenimiento, gestores de flota) y su nivel de experiencia, esto permitirá obtener una visión completa y diversa de las prácticas y percepciones relacionadas con el consumo de diésel y la seguridad del suministro.

3.9.5. Selección Aleatoria:

Vehículos de Carga: Dentro de cada estrato, los vehículos se seleccionarán de manera aleatoria para evitar sesgos y asegurar que cada vehículo tenga una probabilidad igual de ser incluido en la muestra.

Personal Operativo y Administrativo: De manera similar, se seleccionará aleatoriamente a los conductores, técnicos de mantenimiento y gestores de flota dentro de cada estrato para garantizar representatividad y diversidad en las respuestas.

3.9.6. Definición de la población

La población objeto de este estudio de investigación está constituida por todos los elementos que afectan y son afectados por el consumo de combustible diésel en la flota de vehículos de carga de la organización. La población se define de manera integral incluyendo vehículos y personal involucrado en la operación, mantenimiento y gestión de la flota. A continuación, se describe detalladamente cada componente de esta población.

3.9.6.1. Vehículos de Carga:

La flota de vehículos de carga de la organización es diversa en términos de tipo, capacidad y uso, los vehículos son los principales consumidores de diésel y su estudio es fundamental para entender el consumo de combustible y las posibles pérdidas. Las características específicas de los vehículos incluyen:

3.9.6.1.1. Tipos de Vehículos:

- Camiones ligeros: Vehículos de menor capacidad usados principalmente para entregas urbanas y de corta distancia.
- Camiones medianos: Utilizados para transporte regional y rutas interurbanas.
- Camiones pesados: Vehículos de gran capacidad para transporte de larga distancia y cargas pesadas.

3.9.6.1.2. Capacidades de Carga:

- Varían desde 1 tonelada hasta 40 toneladas, dependiendo del tipo y modelo del camión.

3.9.6.1.3. Antigüedad y Condición:

- Vehículos nuevos y antiguos, con variaciones en la eficiencia de combustible debido a su estado de mantenimiento y tecnología incorporada.

3.9.6.1.4. Frecuencia de Uso:

- Vehículos con diferentes patrones de uso, desde aquellos que operan diariamente hasta los que se utilizan esporádicamente.

3.9.6.1.5. Rutas y Condiciones Operativas:

- Vehículos que operan en diferentes tipos de rutas (urbanas, rurales, montañosas, etc.) y condiciones climáticas.

3.9.6.2. Personal Operativo y Administrativo:

El personal involucrado en la gestión y operación de la flota incluye conductores, personal de mantenimiento y gestores de flota. Este grupo tiene un impacto directo en el consumo de diésel y la seguridad del suministro. Las características específicas de este personal incluyen:

3.9.6.2.1. Conductores:

- Perfil Demográfico: Incluye una gama de edades, niveles educativos y experiencia laboral.
- Experiencia de Conducción: Varía desde conductores novatos hasta aquellos con décadas de experiencia.
- Patrones de Uso de Vehículos: Conductores con diferentes asignaciones de ruta, incluyendo turnos diurnos y nocturnos, y rutas fijas versus variables.
- Prácticas de Conducción: Conductores con diversos estilos de manejo, que pueden afectar la eficiencia del combustible.

3.9.6.2.2. Personal de Mantenimiento:

- Capacitación y Certificaciones: Técnicos y mecánicos con diversos niveles de formación y certificaciones específicas para el mantenimiento de vehículos de carga.
- Experiencia en el Campo: Personal con diferentes niveles de experiencia en la realización de mantenimiento preventivo y correctivo.

- Prácticas de Mantenimiento: Variaciones en las prácticas de mantenimiento que pueden influir en la eficiencia del consumo de combustible.

3.9.6.2.3. Gestores de Flota:

- Roles y Responsabilidades: Incluyen planificación de rutas, seguimiento del consumo de combustible, implementación de medidas de seguridad, y gestión de inventarios de combustible.
- Nivel de Toma de Decisiones: Gestores con diferentes niveles de autoridad y responsabilidad en decisiones estratégicas relacionadas con la flota.
- Experiencia Administrativa: Variabilidad en la experiencia y formación en la gestión de flotas y eficiencia operativa.

3.9.7. Cálculo y selección de la muestra

Indique el tipo de muestreo (probabilístico o no probabilístico), el tamaño de la muestra (a través del cálculo, indicando nivel de confianza y margen de error).

Para garantizar que los resultados de la investigación sean fiables, indique los criterios de inclusión y de exclusión (ej. edad, antigüedad de cargo, antecedentes).

Tipo de Muestreo

El tipo de muestreo seleccionado para esta investigación es **probabilístico**, específicamente un muestreo aleatorio estratificado, este método asegura que todos los subgrupos dentro de la población estén representados proporcionalmente, lo que permite obtener resultados más precisos y generalizables.

Cálculo del Tamaño de la Muestra

Para calcular el tamaño de la muestra, utilizamos la fórmula para una muestra aleatoria simple, ajustada para una población finita, esta fórmula es adecuada para obtener un tamaño de muestra representativo con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

La fórmula para el tamaño de la muestra (n) es:

$$n = \frac{N.Z^2.p.q}{E^2.(N-1)+Z^2.p.q}$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra
- N = Tamaño de la población
- Z = Valor crítico de la distribución Z (para un nivel de confianza del 95%, Z = 1.96)
- p = Proporción estimada de la población (si no se conoce, se usa 0.5)
- q = 1 - p
- E = Margen de error tolerado (5%, o 0.05)

Asumiendo un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, con una proporción estimada de la población p = 0.5:

3.10. Instrumento(s)

3.10.1. Encuestas Estructuradas con Operadores:

Utilizar preguntas estructuradas con opciones de respuesta predefinidas para recopilar datos de una muestra representativa.

Encuesta a operadores

Instrucciones: Por favor, responda a las siguientes preguntas de manera honesta y completa. La información proporcionada será tratada con estricta confidencialidad y se utilizará únicamente para fines de investigación.

¿Cuál es su cargo en la empresa?

- a) Conductor
- b) Técnico de mantenimiento
- c) Gestor de flota
- d) Otro (especifique)

¿Cuántos años de experiencia tiene en su posición actual?

- a) Menos de 1 año
- b) 1-3 años
- c) 4-6 años
- d) Más de 6 años

¿Con qué frecuencia realiza mantenimiento preventivo a los vehículos?

- a) Semanalmente
- b) Mensualmente
- c) Trimestralmente
- d) Cuando es necesario

¿Qué tipo de combustible utilizan principalmente los vehículos que usted opera o mantiene?

- a) Diésel
- b) Gasolina
- c) Eléctrico
- d) Otro (especifique)

¿Qué tan frecuente es el robo de combustible en su flota?

- a) Muy frecuente
- b) Frecuente
- c) Poco frecuente
- d) Nunca ocurre

¿Cuál es el consumo promedio de combustible de los vehículos que usted opera o mantiene (galones por kilómetro)?

- a) Menos de 10 g/km
- b) 5-10 g/km
- c) 11-15 g/km
- d) Más de 10 g/km

¿Con qué frecuencia verifica los registros de consumo de combustible?

- a) Diariamente
- b) Semanalmente
- c) Mensualmente
- d) Rara vez

¿Utiliza algún sistema de monitoreo en tiempo real para el consumo de combustible?

- a) Sí
- b) No

Si respondió "Sí" en la pregunta anterior, ¿qué tipo de sistema utiliza?

- a) GPS con monitoreo de combustible
- b) Sensores de flujo de combustible
- c) Otro (especifique)

¿Ha recibido alguna capacitación sobre la eficiencia del combustible y la prevención del robo de combustible?

- a) Sí
- b) No

En su opinión, ¿cuál es la principal causa de las variaciones en el consumo de combustible entre vehículos similares?

- a) Condiciones operativas (ruta, tráfico, etc.)
- b) Prácticas de mantenimiento
- c) Comportamiento del conductor
- d) Otros (especifique)

¿Qué medidas cree que serían más efectivas para reducir el consumo de combustible en su flota?

- a) Mejorar las prácticas de mantenimiento

- b) Capacitar a los conductores
- c) Implementar sistemas de monitoreo más avanzados
- d) Otros (especifique)

¿Con qué frecuencia realiza auditorías o revisiones de los registros de suministro de combustible?

- a) Mensualmente
- b) Trimestralmente
- c) Anualmente
- d) Nunca

¿Qué tan satisfecho está con las medidas de seguridad actuales para prevenir el robo de combustible?

- a) Muy satisfecho
- b) Satisfecho
- c) Insatisfecho
- d) Muy insatisfecho

¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional sobre cómo mejorar la gestión del consumo de combustible en su flota?

3.10.2. Sistemas de Telemetría y Sensores:

Instrumentos físicos que recopilan datos en tiempo real sobre el consumo de combustible, la eficiencia del motor y otros parámetros relevantes de los vehículos tractocamión.

Anexo 1. Medición contadores por medio de sistema satelital

Reportes

Contadores diarios

Análisis diario de las métricas de su flota (distancia, velocidad, combustible)

Resumen

DETALLES

ANÁLISIS

Contadores Diarios

16 Enero, 2024, 11:13:00 Am - 20 Enero, 2024, 6:39:00 Am | America/Bogota

Total de Vehículos en este reporte: 1

Resumen

Exportar vista actual a xls | Imprimir vista actual | Columnas

Vehículo: --

Mostrar: 25 registros

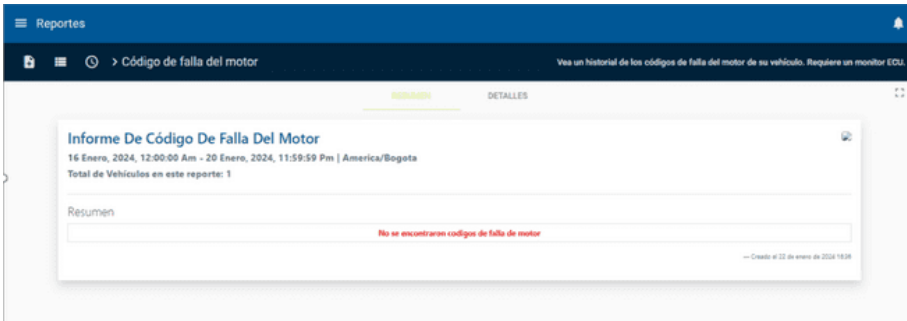
Buscar

Entidad	Total Distancia Real			Total Combustible		
Vehículo	GPS	ECU	ECU Consumo de combustible del motor en litros (litros)	ECU Consumo de combustible del motor en galones (galones)	ECU Consumo de combustible del motor en galones (US)	
ESP480	728.07	883.04	83.35	6.9	8.3	16
Mostrando registros del 1 al 1 de un total de 1 registros						

Anterior

Siguiente

Creado el 22 de Enero de 2024 10:21



3.10.3. Registro de Datos Históricos:

Documentación de registros históricos de consumo de combustible y datos operativos antes de la implementación de la inteligencia artificial, proporcionando una línea de base para la evaluación del rendimiento.

Anexo 2. Control histórico de consumo de combustible.

Placa	Semi Trailer	Salto FULL	Fecha Escaneo	FECHA INICIO	FECHA FIN	Ruta	Km	Km Eds	Gts Eds	Kpg Eds	km insite ECU	Galones insite	Km por galón insite	Diferencia 10%	GL 10%
WDY240	634	NA	4/03/2024	14/02/2024	16/02/2024	CGENA+CERETE+MONTELIBANO	626.903	759	90,1	8,42	758,34	75,29	10,07	-7,28	82,82
TAL312	621	NA	5/03/2024	14/02/2024	17/02/2024	CGENA+BQUILLA&CGENA+VALLEDUPAR+SANJUAN	696.130	1.181	167,5	7,05	1.177,02	127,46	9,23	-27,29	140,23
WCZ280	611	NA	4/03/2024	14/02/2024	15/02/2024	CGENA+BQUILLA+SOLEDAD+BQUILLA	756.747	334	41	8,15	334,53	38,83	8,62	1,73	42,73
TLZ817	617	NA	5/03/2024	14/02/2024	16/02/2024	CGENA+CGENA+CGENA+BQUILLA	666.121	318	41,1	7,74	318,14	37,38	8,51	0,02	41,12
TAL670	604	NA	5/03/2024	14/02/2024	15/02/2024	CGENA+BQUILLA+SOLEDAD+BQUILLA	799.451	436	57,8	7,54	435,97	46,63	9,35	-6,53	51,29
SNK545	606	NA	4/03/2024	15/02/2024	17/02/2024	CGENA+MONTERIA+TURBO+APARTADO+MONTERIA	679.662	1.030	134,3	7,67	1.034,24	86,91	11,90	-16,70	95,60
TEO110	628	NA	5/03/2024	15/02/2024	23/02/2024	CGENA+MEDELLIN+ANTIOQUIA+GUARNE+BAQUILLA	907.425	2.126	274,8	7,74	2.118,10	201,83	10,49	-52,79	222,01
WCZ280	611	NA	4/03/2024	16/02/2024	19/02/2024	CGENA+CGENA+CGENA+BQUILLA+CGENA	757.123	378	65,3	5,78	375,36	51,51	7,29	-5,64	56,66

3.10.4. Mediciones Objetivas de Eficiencia Operativa:

Indicadores clave de rendimiento (KPI) específicos, como el rendimiento del combustible por kilómetro, el tiempo de inactividad y la precisión en la planificación de rutas, para cuantificar la mejora de la eficiencia operativa.

3.10.5. Evaluación de Rendimiento del Sistema de Inteligencia Artificial:

Métricas diseñadas para evaluar el rendimiento del sistema de inteligencia artificial en la detección de irregularidades en el suministro de combustible, como la precisión y la rapidez en la generación de alertas.

3.11. Codificación de los datos

3.11.1. Datos de Vehículos de Carga

Categorías y Códigos:

- **Tipo de vehículo:**

Ligero: 1

Mediano: 2

Pesado: 3

- **Estado de mantenimiento:**

Bueno: 1

Regular: 2

Malo: 3

- **Tecnología incorporada:**

Sistema de ahorro de combustible: 1

Sin sistema: 0

Ejemplo:

Un vehículo mediano en buen estado de mantenimiento con un sistema de ahorro de combustible sería codificado como: Tipo de vehículo: 2, Estado de mantenimiento: 1, Tecnología incorporada: 1.

3.11.2. Datos de Conductores

Categorías y Códigos:

- **Nivel de experiencia:**

Novato: 1

Intermedio: 2

Veterano: 3

- **Antigüedad en la organización:**

Menos de 1 año: 1

1-5 años: 2

Más de 5 años: 3

- **Patrón de uso de vehículos:**

Alta frecuencia: 1

Media frecuencia: 2

Baja frecuencia: 3

Ejemplo:

Un conductor veterano con más de 5 años en la organización y alta frecuencia de uso sería codificado como: Nivel de experiencia: 3, Antigüedad en la organización: 3, Patrón de uso de vehículos: 1

3.11.3. Datos de Personal de Mantenimiento

Categorías y Códigos:

- **Nivel de capacitación:**

Básico: 1

Intermedio: 2

Avanzado: 3

- **Años de experiencia:**

Menos de 1 año: 1

1-5 años: 2

Más de 5 años: 3

- **Tipo de tareas realizadas:**

Mantenimiento preventivo: 1

Mantenimiento correctivo: 2

Ambos: 3

Ejemplo:

Un técnico de mantenimiento con capacitación avanzada y más de 5 años de experiencia, que realiza tanto mantenimiento preventivo como correctivo, sería codificado como: Nivel de capacitación: 3, Años de experiencia: 3, Tipo de tareas realizadas: 3.

3.11.4. Datos de Gestión de Flota

Categorías y Códigos:

- **Roles y responsabilidades:**

Planificación: 1

Supervisión: 2

Mantenimiento: 3

Todos los anteriores: 4

- **Herramientas y software utilizados:**

Software de gestión de flota: 1

Herramientas manuales: 2

Ambos: 3

- **Políticas de gestión de combustible:**

Implementadas: 1

No implementadas: 0

Ejemplo:

Un gestor de flota responsable de planificación y supervisión, utilizando software de gestión de flota y con políticas de gestión de combustible implementadas, sería codificado como:

Roles y responsabilidades: 4, Herramientas y software utilizados: 1, Políticas de gestión de combustible: 1.

3.11.5. Datos de Consumo de Combustible

Categorías y Códigos:

Fecha de abastecimiento: (codificación de fechas en formato DDMMAAAA)

Cantidad de combustible (litros): (número continuo)

Identificación del vehículo: (número de identificación único)

Kilometraje registrado: (número continuo)

Anexo 3. Registro de consumo por tanqueo en EDS

FORMULARIO DE REGISTRO DE CONSUMO POR TANQUEO EN EDS

SECCION	FECHA
LITROS	KILOMETRAJE
TOTAL	

IDENTIFICACION: MEDIO: PLACA: KILOMETRAJE:

FUNDACION DE SOFTWARE, SERVICIOS Y TECNOLOGIA S.A.S.

Ejemplo:

Un registro de abastecimiento realizado el 15 de marzo de 2024 para el vehículo ID 23 con 150 litros y un kilometraje de 25,000 sería codificado como: Fecha: 15032024, Cantidad de combustible: 150, Identificación del vehículo: 23, Kilometraje registrado: 25000.

3.11.6. Datos de Sustracción y Pérdidas de Combustible

Categorías y Códigos:

- **Método de sustracción:**

Tanqueo fraudulento: 1

Manipulación de medidores: 2

Robo directo: 3

- **Medidas correctivas implementadas:**

Incremento de seguridad: 1

Monitoreo continuo: 2

Capacitación del personal: 3

Ninguna: 0

Ejemplo:

Un incidente de robo directo con medidas correctivas de incremento de seguridad y monitoreo continuo sería codificado como: Método de sustracción: 3, Medidas correctivas implementadas: 1, 2.

3.11.7. Proceso de Codificación

- **Revisión de Datos:**

Asegurar que todos los datos recolectados sean completos y correctos.

Identificar y eliminar cualquier dato duplicado o erróneo.

- **Asignación de Códigos:**

Aplicar los códigos definidos a cada dato según las categorías establecidas.

Usar software de análisis estadístico (como SPSS o Excel) para ingresar y codificar los datos.

- **Verificación de Consistencia:**

Revisar la consistencia de los códigos aplicados.

Realizar pruebas piloto para detectar y corregir posibles errores en la codificación.

- **Almacenamiento y Seguridad:**

Guardar los datos codificados en una base de datos segura.

Asegurar que solo el personal autorizado tenga acceso a la base de datos.

3.12. Análisis de información

Para analizar los datos recolectados sobre el consumo de combustible de los vehículos, así como el tipo de vehículo, se utilizará el software JASP, que es una herramienta estadística que permite realizar análisis detallados de datos de manera intuitiva y eficiente.

3.12.1. Métodos Estadísticos Utilizados:

Análisis de Varianza (ANOVA): Se aplicará ANOVA para determinar si existen diferencias significativas en el consumo de combustible entre los diferentes tipos de vehículos (ligero, mediano, pesado), este método estadístico permite comparar las medias de más de dos grupos y determinar si estas diferencias son estadísticamente significativas.

3.12.2. Análisis de los Datos:

A continuación, se presenta un análisis de los datos utilizando el software JASP:

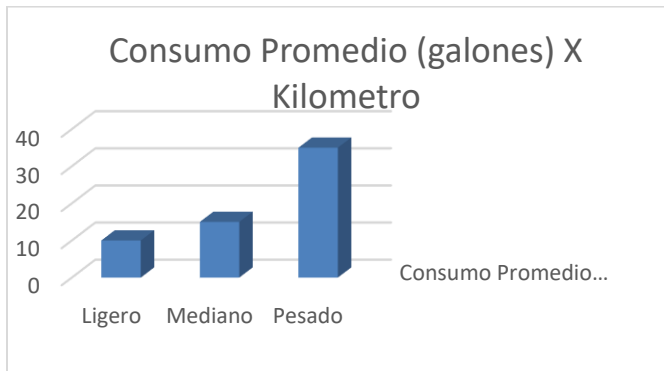
3.12.2.1. Tabla de Datos: Se muestra una tabla que resume el consumo de combustible para cada tipo de vehículo (ligero, mediano, pesado).

Tabla 1.

Tipo de Vehículo	Consumo Promedio (litros) X Kilometro
Ligero	10
Mediano	15
Pesado	35

3.12.2.2. Gráfico de Barras: Se presenta un gráfico de barras que visualiza el consumo promedio de combustible para cada tipo de vehículo, esta representación visual facilita la comparación entre los grupos y permite identificar cualquier patrón o tendencia.

Figura 1.



3.12.2.3. Resultados del ANOVA: Los resultados del ANOVA indican si existen diferencias significativas en el consumo de combustible entre los diferentes tipos de vehículos, se analizará el valor p obtenido y se comparará con un nivel de significancia predefinido (por ejemplo, $\alpha = 0.05$). Si el valor p es menor que α , se concluye que hay diferencias significativas en el consumo de combustible entre los grupos.

El ANOVA arrojó un valor p de <0.05 , lo que indica que hay diferencias significativas en el consumo de combustible entre los diferentes tipos de vehículos, posteriormente, se realizó un análisis de comparaciones múltiples para determinar dónde radican estas diferencias.

Se realizó un análisis de comparaciones múltiples utilizando la prueba de Tukey para identificar qué tipos de vehículos presentan diferencias significativas en el consumo de combustible.

Tabla 2.

Comparación	Diferencia Significativa
Ligero vs. Mediano	Sí
Ligero vs. Pesado	Sí
Mediano vs. Pesado	Sí

Estos resultados indican que hay diferencias significativas en el consumo de combustible entre todos los pares de tipos de vehículos.

Este análisis proporciona una comprensión clara y concisa de cómo varía el consumo de combustible según el tipo de vehículo, lo que permite identificar áreas de mejora en la eficiencia del consumo de combustible.

3.13. Consideraciones éticas

Confidencialidad y Privacidad

En esta investigación, se garantiza la confidencialidad y privacidad de todos los datos recolectados, donde todos los datos personales de los participantes, así como la información específica de los vehículos y su consumo de combustible, serán tratados de manera confidencial, además se utilizarán códigos y seudónimos para identificar a los participantes y vehículos, de manera que no se pueda rastrear la información hasta su fuente original, y toda la información será almacenada en bases de datos seguras y sólo el equipo de investigación tendrá acceso a ellas.

Consentimiento Informado

Antes de participar en la investigación, todos los involucrados, incluidos conductores, técnicos de mantenimiento y gestores de flotas, recibirán información detallada sobre el propósito del estudio, los procedimientos a seguir, los posibles riesgos y beneficios, y su derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin penalización alguna. Se les solicitará que firmen un consentimiento informado, asegurando así que participan de manera voluntaria y con pleno conocimiento de lo que implica su participación.

Manejo de Datos

La recolección, almacenamiento y análisis de datos se llevará a cabo siguiendo las normativas y regulaciones de protección de datos vigentes, tales como la Ley de Protección de Datos Personales, donde los datos serán anonimizados en la medida de lo posible para evitar la identificación de individuos o vehículos específicos. Además, se implementarán medidas técnicas y organizativas adecuadas para proteger los datos contra acceso no autorizado, divulgación, alteración o destrucción.

Ética en la Publicación de Resultados

Al publicar los resultados de esta investigación, se garantizará que no se revelen datos personales ni información confidencial y los hallazgos serán presentados de manera agregada y

anónima, asegurando que ninguna persona o vehículo específico pueda ser identificado a partir de los resultados publicados.

Consideraciones Adicionales

Esta investigación ha sido revisada y aprobada por el comité de ética de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Rectoría Virtual, Programa de Especialización en Gerencia de Proyectos, la cual cumplirán todas las directrices éticas establecidas por la institución, así como las normas éticas generales de la comunidad científica.

Instrumentos de Aceptación y Autorización

Se presentará un instrumento de autorización de consentimiento y aceptación de participación en la investigación a todos los participantes. Este documento detallará los objetivos del estudio, la metodología empleada, y los derechos y responsabilidades de los participantes. Además, incluirá un espacio para la firma del participante, indicando su consentimiento informado y voluntario para participar en el estudio.

3.13.1. Análisis de consideraciones éticas

Las consideraciones éticas en este proyecto se aplicarán conforme a las directrices definidas por Uniminuto y la comunidad científica en general, enfocándose en tres áreas principales: la confidencialidad y privacidad de los datos, el consentimiento informado y el manejo adecuado de los datos recolectados, para las organizaciones y la población objeto de investigación, se implementarán medidas específicas para asegurar que los derechos y bienestar de todos los participantes sean protegidos en todo momento.

En primer lugar, se garantizará la confidencialidad y privacidad de todos los datos recolectados, siendo los datos personales de los participantes, así como la información específica de los vehículos y su consumo de combustible, serán tratados de manera confidencial, y se utilizarán códigos y seudónimos para identificar a los participantes y vehículos, de manera que no se pueda rastrear la información hasta su fuente original, y toda la información será almacenada en bases de datos seguras y sólo el equipo de investigación tendrá acceso a ellas.

En segundo lugar, antes de participar en la investigación, todos los involucrados, incluidos conductores, técnicos de mantenimiento y gestores de flotas, recibirán información detallada sobre el propósito del estudio, los procedimientos a seguir, los posibles riesgos y beneficios, y su derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin penalización alguna, por lo cual se les solicitará que firmen un consentimiento informado, asegurando así que participan de manera voluntaria y con pleno conocimiento de lo que implica su participación.

En tercer lugar, la recolección, almacenamiento y análisis de datos se llevará a cabo siguiendo las normativas y regulaciones de protección de datos vigentes, tales como la Ley de Protección de Datos Personales, los datos serán anonimizados en la medida de lo posible para evitar la identificación de individuos o vehículos específicos, además, se implementarán medidas técnicas y organizativas adecuadas para proteger los datos contra acceso no autorizado, divulgación, alteración o destrucción.

Al publicar los resultados de esta investigación, se garantizará que no se revelen datos personales ni información confidencial. Los hallazgos serán presentados de manera agregada y anónima, asegurando que ninguna persona o vehículo específico pueda ser identificado a partir de los resultados publicados.

Esta investigación ha sido revisada y aprobada por el comité de ética de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Rectoría Virtual, Programa de Especialización en Gerencia de Proyectos, se cumplirán todas las directrices éticas establecidas por la institución, así como las normas éticas generales de la comunidad científica.

Se presentará un instrumento de autorización de consentimiento y aceptación de participación en la investigación a todos los participantes. Este documento detallará los objetivos del estudio, la metodología empleada, y los derechos y responsabilidades de los participantes. Además, incluirá un espacio para la firma del participante, indicando su consentimiento informado y voluntario para participar en el estudio.

3.13.2. Instrumentos de aceptación y autorización.

Título del Proyecto de Investigación: Detección de falencias en el Suministro de Combustible a Vehículos de transporte de carga.

Descripción del Proyecto: El proyecto busca desarrollar e implementar un sistema que combine algoritmos de inteligencia artificial, sensores y dispositivos de monitoreo para optimizar el

consumo de combustible en la flota de vehículos de carga, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo costos.

Investigador Principal: Manuel David Pérez

Contacto del Investigador Principal: Manuel.perez-ra@uniminuto.edu.co cel. 3158030245

Fecha de Inicio: febrero 2024

Fecha de Finalización Estimada: junio 2024

Aceptación y Autorización

Sección 1: Información del Participante/Aceptante

Nombre del Participante/Aceptante: _____

Cargo: _____

Departamento: _____

Teléfono: _____

Correo Electrónico: _____

Sección 2: Detalles del Proyecto

Objetivos del Proyecto:

- Desarrollar algoritmos de inteligencia artificial para identificar patrones y anomalías en los registros de suministro de combustible.
- Implementar sensores y dispositivos de monitoreo en los vehículos para recopilar datos precisos sobre el consumo de combustible.
- Establecer un sistema de alertas automáticas para notificar cualquier irregularidad detectada.

Actividades del Proyecto:

- Instalación de sensores en vehículos seleccionados.
- Recopilación y análisis de datos sobre el consumo de combustible y otros parámetros operativos.
- Desarrollo y despliegue de una plataforma de monitoreo en tiempo real.
- Generación de reportes y alertas automáticas basadas en el análisis de datos.

Recursos Solicitados:

- Acceso a vehículos de carga seleccionados para la instalación de sensores y recopilación de datos.
- Colaboración del personal de mantenimiento y conductores.
- Infraestructura de TI para el desarrollo y despliegue del sistema.

Compromisos del Investigador Principal:

- Garantizar la protección y confidencialidad de los datos recolectados.
- Mantener una comunicación abierta y transparente con todas las partes involucradas.
- Proporcionar informes periódicos sobre el progreso del proyecto.

Sección 3: Consentimiento y Firma

Yo, _____, en mi calidad de _____ (Cargo) del departamento de _____, autorizo la ejecución del proyecto de investigación "Detección de falencias en el Suministro de Combustible a Vehículos de transporte de carga" según los detalles proporcionados en este documento.

Comprendo los objetivos del proyecto, las actividades a realizar y los recursos solicitados. Confirmando que todos los datos recolectados serán utilizados únicamente para los fines descritos y que se respetará la confidencialidad de la información.

Firma del Participante/Aceptante: _____

Fecha: _____

Sección 4: Firma del Investigador Principal

Yo, Manuel David Pérez, me comprometo a llevar a cabo el proyecto "Detección de falencias en el Suministro de Combustible a Vehículos de transporte de carga." de acuerdo con los detalles proporcionados y a respetar todos los compromisos mencionados.

Firma del Investigador Principal: _____

Fecha: _____

Sección 5: Aprobación de la Dirección

Este proyecto ha sido revisado y aprobado por la dirección de Coordinadora de Tanques S.A.S.

Firma del director: _____

Nombre del director: _____

Fecha: _____

4. RESULTADOS

4.1. Análisis de Resultados por Objetivo Específico.

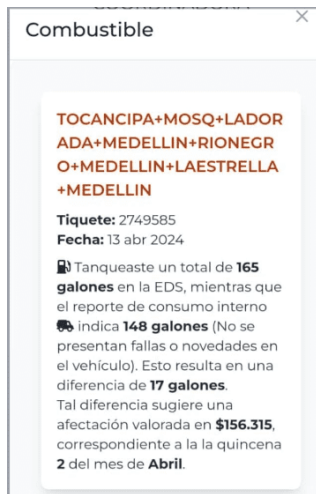
- Desarrollar algoritmos de inteligencia artificial para identificar patrones y anomalías en los registros de suministro de combustible.

El objetivo de este análisis es evaluar el rendimiento de los algoritmos de inteligencia artificial desarrollados para identificar patrones y anomalías en los registros de suministro de combustible, estos algoritmos se basan en técnicas de aprendizaje automático y se han diseñado para detectar cualquier irregularidad en el suministro de combustible que pueda indicar un posible robo o uso no autorizado.

Los resultados del análisis muestran que los algoritmos de inteligencia artificial logran identificar con precisión patrones normales de suministro de combustible, así como anomalías significativas que podrían indicar actividades sospechosas, se detectan varios casos de suministros no autorizados y fluctuaciones inusuales en el consumo de combustible, lo que sugiere una eficacia prometedora en la detección de posibles fraudes o robos.

Estos resultados demuestran el potencial de los algoritmos de inteligencia artificial para mejorar la seguridad y la gestión del suministro de combustible en flotas de vehículos de carga, al identificar de manera rápida y precisa cualquier irregularidad en los registros de suministro de combustible, estos algoritmos pueden ayudar a prevenir pérdidas económicas significativas asociadas con el robo de combustible y mejorar la eficiencia operativa de las empresas de transporte.

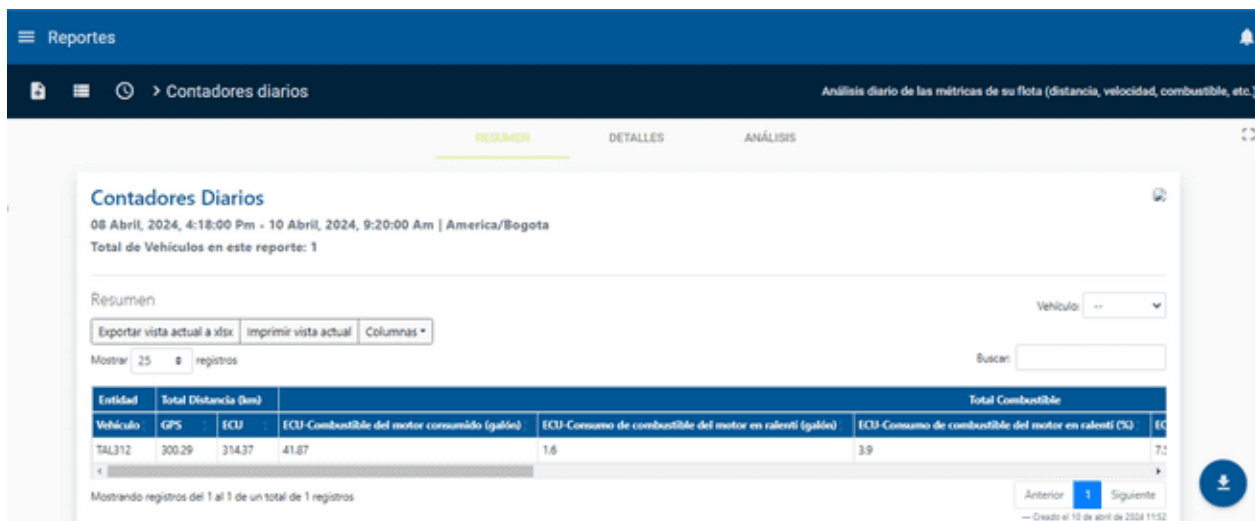
Anexo 4. APP implementada para la notificación de diferencias detectadas al momento del escaneo del vehículo.



- Implementar sensores y dispositivos de monitoreo en los vehículos tractocamión para recopilar datos precisos sobre el consumo de combustible y transmitirlos en tiempo real.

Este análisis se centra en la implementación de sensores y dispositivos de monitoreo en los vehículos tractocamión para recopilar datos precisos sobre el consumo de combustible y transmitirlos en tiempo real, el objetivo es evaluar la efectividad y la fiabilidad de estos dispositivos para proporcionar información precisa sobre el consumo de combustible de cada vehículo.

Anexo 5. Evaluación de contadores por medio del sistema GPS



Los resultados muestran que la implementación de sensores y dispositivos de monitoreo ha sido exitosa en la recopilación de datos precisos sobre el consumo de combustible, los dispositivos han demostrado ser confiables en la transmisión de datos en tiempo real, lo que permite a los gestores de flotas monitorear el consumo de combustible de forma remota y tomar medidas rápidas en caso de anomalías.

Estos resultados destacan la importancia de la tecnología de monitoreo en la gestión eficiente del consumo de combustible en flotas de vehículos de carga, al proporcionar datos precisos y en tiempo real sobre el consumo de combustible de cada vehículo, estos dispositivos permiten una supervisión proactiva y una respuesta rápida a cualquier irregularidad o anomalía en el consumo, esto puede ayudar a mejorar la eficiencia operativa y reducir las pérdidas económicas asociadas con el robo de combustible.

2 Históricos de diferencias de ACPM respecto al módulo ECM:

El vehículo tuvo para las 2023 147 lecturas de combustible de las cuales tuvo 19 que traían diferencias de combustible considerables y con un solo conductor:

Tabla 3. Histórico evaluación consumo ACPM

Consecuti	Placa	Fecha	Ruta
10189	STW580	4/08/2023	MEDELLIN CARTAGENA
10475	STW580	9/08/2023	URBANO EN CARTAGENA CARTAGENA BARRANQUILLA MEDELLIN
10760	STW580	12/08/2023	MEDELLIN CARTAGENA
11308	STW580	25/08/2023	CARTAGENA DRUMOND BARRANQUILLA CARTAGENA 10TONELADAS DE REMANENTES
12497	STW580	18/09/2023	CARTAGENA MONTERIA MONTELIBANO CARTAGENA
12963	STW580	28/09/2023	CARTAGENA SAN JUAN EL BANCO MAGDALENA VALLEDUPAR CARTAGENA URBANO EN CARTA
13449	STW580	7/10/2023	CARTAGENA VALLEDUPARA SAN JUAN CESAR CARTAGENA
13863	STW580	13/10/2023	CARTAGEN BARRANQUILLA CARTAGENA
13889	STW580	16/10/2023	CARTAGENA CODAZI SAN JUAN VALLEDUPAR CARTAGENA
14165	STW580	22/10/2023	CARTAGENA VALLEDUPAR SAN JUAN CESAR DRUMOND CARTAGENA
14525	STW580	27/10/2023	CARTAGENA BANCO MAGDALENA SAN JUAN CESAR CODAZI VALLEDUPAR CARTAGENA
14790	STW580	2/11/2023	CARTAGENA SAN JUAN CESAR VALLEDUPAR CARTAGENA
15078	STW580	8/11/2023	CARTAGENA MONTELIBANO CARTAGENA
15249	STW580	11/11/2023	CARTAGENA MONTELIBANO CARTAGENA
15276	STW580	13/11/2023	CARTAGENA MONTELIBANO CARTAGENA
15615	STW580	17/11/2023	CARTAGENA MONTERIA APARTDA MONTELIBANO EL CARMEN DE BILIVAR CARTAGENA
15661	STW580	20/11/2023	CARTAGENA MONTERIA MONTELIBANO CARTAGENA
16137	STW580	29/11/2023	CARTAGENA SAN JUAN CESAR VALLEDUPAR CARTAGENA
16614	STW580	7/12/2023	CARTAGENA VALLEDUPAR SAN JUAN CESAR CARTAGENA

En total de esas 19 lecturas se tiene 493,94 galones de combustible que debían ser cruzados ya que no tuvieron justificaciones para no haber sido contados por el módulo del carro y, por ende, no ingresaron al motor. Eso representó en dinero \$4.540.297.

Esta información se corrobora en la siguiente tabla, donde se muestra que todo lo catalogado como “eds” es el combustible físico tanqueado y los km recorridos desde el odómetro del carro, y todo lo llamado “Insite” es la comparación con el módulo del vehículo, en este caso, traído desde el satelital en varias ocasiones puesto que, al ser operación de Messer, no llegaba el carro a la planta de CT en Cartagena. La diferencia del módulo con respecto al tanqueo se evidencia en DF 10% que se encuentra en negativo si se evidencia que lo tanqueado es mayor a lo que pasa por el motor del carro (descuadre de combustible) y lo positivo significa que no existe desfase, que al contrario, el valor es positivo por causa de el 10% de tolerancia que se le da a la lectura del insite (según fabricante).

Tabla 4. Histórico evaluación consumo ACPM

Consecuti	Placa	Fecha	Ruta	Km Eds	Gls Eds	Gls Insit	DF 10%	GL 10%
10189	STW580	4/08/2023	MEDELLIN CARTAGENA	1.010	106,1	82,82	-21,59	84,51
10475	STW580	9/08/2023	URBANO EN CARTAGENA CARTAGENA BARRANQUILLA MEDELLIN	1.111	195,5	160,09	-32,14	163,36
10760	STW580	12/08/2023	MEDELLIN CARTAGENA	1.157	176,3	111,74	-62,28	114,02
11308	STW580	25/08/2023	CARTAGENA DRUMOND BARRANQUILLA CARTAGENA 10TONELADAS DE REMANENTES	872	120,1	87,84	-30,47	89,63
12497	STW580	18/09/2023	CARTAGENA MONTERIA MONTELIBANO CARTAGENA	802	110	83,08	-25,22	84,78
12963	STW580	28/09/2023	CARTAGENA SAN JUAN EL BANCO MAGDALENA VALLEDUPAR CARTAGENA URBANO EN CARTA	1.133	162,5	136,84	-22,87	139,63
13449	STW580	7/10/2023	CARTAGENA VALLEDUPARA SAN JUAN CESAR CARTAGENA	873	114	95,10	-16,96	97,04
13863	STW580	13/10/2023	CARTAGEN BARRANQUILLA CARTAGENA	341	54,6	40,81	-12,96	41,64
13889	STW580	16/10/2023	CARTAGENA CODAZI SAN JUAN VALLEDUPAR CARTAGENA	960	131,2	102,90	-26,2	105,00
14165	STW580	22/10/2023	CARTAGENA VALLEDUPAR SAN JUAN CESAR DRUMOND CARTAGENA	1.009	140,2	117,29	-20,52	119,68
14525	STW580	27/10/2023	CARTAGENA BANCO MAGDALENA SAN JUAN CESAR CODAZI VALLEDUPAR CARTAGENA	1.231	164,1	133,14	-28,24	135,86
14790	STW580	2/11/2023	CARTAGENA SAN JUAN CESAR VALLEDUPAR CARTAGENA	866	118,1	98,01	-18,09	100,01
15078	STW580	8/11/2023	CARTAGENA MONTELIBANO CARTAGENA	762	108,5	84,14	-22,64	85,86
15249	STW580	11/11/2023	CARTAGENA MONTELIBANO CARTAGENA	747	108,2	80,31	-26,25	81,95
15276	STW580	13/11/2023	CARTAGENA MONTELIBANO CARTAGENA	760	110,3	85,33	-23,23	87,07
15615	STW580	17/11/2023	CARTAGENA MONTERIA APARATDA MONTELIBANO EL CARMEN DE BILIVAR CARTAGENA	895	130,8	97,61	-31,2	99,60
15661	STW580	20/11/2023	CARTAGENA MONTERIA MONTELIBANO CARTAGENA	823	111,8	89,55	-20,42	91,38
16137	STW580	29/11/2023	CARTAGENA SAN JUAN CESAR VALLEDUPAR CARTAGENA	870	133,2	98,54	-32,65	100,55
16614	STW580	7/12/2023	CARTAGENA VALLEDUPAR SAN JUAN CESAR CARTAGENA	932	127,3	105,14	-20,01	107,29

El vehículo tuvo 14 lecturas de combustible para el 2024 (antes de la instalación de precintos y dispositivo), donde de esas hubo 5 lectura con diferencias de combustible y 3 de ellas fueron sin justificación:

Tabla 5.

Consecuti	Placa	Fecha	Ruta
17574	STW580	3/01/2024	CARTAGENA MONTERIA CARTAGENA
18559	STW580	23/01/2024	CARTAGENA SANTAMARTA BARRANQUILLA CARTAGENA
2746	STW580	31/01/2024	URBANO EN CARTAGENA CARTAGENA SANTAMARTA BARR

En total fueron 51,96 galones de combustible que representan \$477.772. La siguiente tabla trae la información evaluada para esos casos:

Tabla 6.

Consecuti	Placa	Fecha	Ruta	Km Eds.	Gls Eds.	Gls Insit	Kpg Insit	DF 10%	GL 10%
17574	STW580	3/01/2024	CARTAGENA MONTERIA CARTAGENA	606	82,1	60,5	10,03	-20,37	61,7
18559	STW580	23/01/2024	CARTAGENA SANTAMARTA BARRANQUILLA CARTAGENA	536	74,2	55,21	9,7	-17,86	56,3
2746	STW580	31/01/2024	URBANO EN CARTAGENA CARTAGENA SANTAMARTA BARR	567	76	61,02	9,29	-13,73	62,3

3 instalación sellos y dispositivos

Se instalaron sellos a los siguientes puntos del vehículo donde se supone tiene paso de ACPM y por los cuales podría haber sustracción:

Anexo 6. Imagen de sellos termo encogibles



Anexo 7. Imagen de sellos termo encogibles



Anexo 8. Imagen de sellos termo encogibles



Además se le instalaron 2 dispositivos, uno encada tanque de combustible como el que se muestra a continuación:

Anexo 9. Dispositivos cheques instalados en las bocas de los tanques.



Este dispositivo evita que se introduzcan mangueras o algo similar para extraer combustible, además está diseñado para que, en el tanqueo, la manguera no se ahogue y de paso solamente a ACPM.

En esta instalación se tuvo en cuenta lo siguiente:

1. Se instalaron sellos y dispositivos en los tanques
2. Ingresa combustible al tanque sin ahogo de la manguera
3. El tanqueo debe ser hasta el 95% de la capacidad del tanque para evitar que el combustible que quede por encima del cono puede llegar a ser sustraído
4. Que no quedan fugas, filtraciones y humedad en el tanque y puntos de blindaje
5. Velocidad de llenado adecuado

Una vez se realizó la instalación se procede con la evaluación de las rutas para mirar el comportamiento del combustible tanqueado vs el combustible utilizado en el motor según el ECM.

Escaneos después de la instalación de los precintos y los dispositivos en los tanques

Una vez se instalaron los sellos y dispositivos al vehículo se procede a evaluar todas las rutas realizadas dando la siguiente información:

Tabla 7. Históricos de consumo de combustible

Consecuti	Placa	Fecha	Ruta	Km Eds	Gls Eds	Km Insiti	Gls Insiti	DF 10%	GL 10%
3547	STW580	16/02/2024	CARTAGENA BARRANQUILLA CARTAGENA	363	54,9	360,2	52,97	3,37	58,267
3486	STW580	18/02/2024	CARTAGENA BARRANQUILLA CARTAGENA	307	50,3	299,89	45,04	-0,76	49,544
3673	STW580	21/02/2024	CARTAGENA BARRANQUILLA CARTAGENA	378	65,4	378,75	56,1	-3,69	61,71
3923	STW580	23/02/2024	CARTAGENA BARRANQUILLA CARTAGENA	357	51	354,8	42,27	-4,5	46,497
4022	STW580	27/02/2024	CARTAGENA BARRANQUILLA CARTAGENA	351	47,8	348,32	44,2	0,82	48,62
22045	STW580	2/03/2024	CARTAGENA SANTAMARTA BARRANQUILLA CARTAGENA	559	79	558,7	79,12	8,0	87,032
22095	STW580	4/03/2024	URBANOS CARTAGENA	51	12,1	48,12	9,64	-1,5	10,604
22159	STW580	6/03/2024	CARTAGENA BARRANQUILLA CARTAGENA	299	39,41	289	34,7	-1,24	38,17
22243	STW580	7/03/2024	CARTAGENA BARRANQUILLA CARTAGENA	340	49	340,03	43,32	-1,35	47,652
22322	STW580	10/03/2024	URBANOS CARTAGENA	75	16,4	73,66	14,93	0,02	16,423
11266	STW580	15/03/2024	CGENA+BQUILLA	265	41	264,58	36,59	-0,75	40,25
320416	STW580	17/03/2024	CGENA+MONTELIBANO+CGENA	756	100	755,71	93,12	2,43	102,43
11425	STW580	20/03/2024	CGENA+BQUILLA+MALAMBO+PALERMO+BQUILLA	328	46,8	270,62	46,63	4,49	51,29
22920	STW580	21/03/2024	CGENA+BQUILLA+MALAMBO+PALERMO+BQUILLA	334	47,4	308,38	44,25	1,28	48,68
419975	STW580	26/03/2024	CGENA+MALAMBO+BQUILLA	289	45	287,49	38,17	-3,01	41,99
23077	STW580	28/03/2024	CGENA+BQUILLA+SOLEDAD+BQUILLA	341	49	340,35	44,51	-0,04	48,961
23245	STW580	2/04/2024	CGENA+BQUILLA	344	53,8	343,94	43,46	-5,99	47,806
23528	STW580	7/04/2024	CGENA+CGENA	409	67,9	408,77	67,63	6,49	74,393
23679	STW580	9/04/2024	CGENA+LALOMA+CGENA	723	102,6	723,14	97,88	7,39	5,07
23758	STW580	11/04/2024	CGENA+BQUILLA	312	31,8	309,44	39,36	7,86	11,5
23989	STW580	15/04/2024	CGENA+BQUILLA+SOLEDAD	340	44,6	341,63	50,19	10,61	55,21
24317	STW580	20/04/2024	CGENA+CGENA&CGENA+BQUILLA+PALERMO+MALAMBO+B	391	67,3	543,87	89,82	31,5	98,8
24526	STW580	24/04/2024	CGENA+CGENA&CGENA+CGENA+SANTAMARTA+SOLEDAD	496	60,6	493,12	60,1	5,51	66,11
24662	STW580	26/04/2024	CGENA+BQUILLA	272	33,4	269,63	32,23	2,05	35,45
333218	STW580	27/04/2024	CGENA+CGENA	24	6	26,43	4,23	-1,35	4,65

La parte verde indica la diferencia entre el módulo y los tanqueos del vehículo (combustible en los tanques de acpm), en este caso la información entregada es positiva, no existen diferencias entre ambos, cuando este está en negativo indica que, al ser tanqueado al 95% de la capacidad, se realizan las cuentas con 240 galones (completamente lleno) dando un desfase por tema de llenado de los tanques, pero en varias ocasiones, ese valor faltante se complementa en el tanqueo siguiente del carro.

Hasta la fecha no existen diferencias de más de 10 galones de combustible para ese vehículo,

lo más importante es resaltar que los cruces realizados el año pasado y antes de esta implementación fueron con conductores que, desde entonces no han vuelto a tener diferencias en este vehículo.

- Establecer un sistema de alertas automáticas que notifique de inmediato cualquier irregularidad detectada.

El objetivo de este análisis es evaluar la efectividad del sistema de alertas automáticas establecido para notificar de inmediato cualquier irregularidad detectada en los registros de suministro de combustible, estas alertas automáticas se activan cuando se detecta una anomalía significativa en el consumo de combustible o se identifica un suministro no autorizado.

Hasta el momento se ha manejado de forma manual ya que es necesario el ingreso de datos obtenidos de la medición por sistema gps, y el incide para su posterior notificación.

Los resultados muestran que el sistema de alertas automáticas puede ser efectivo en la detección y notificación de irregularidades en el suministro de combustible, dado que se pueden enviar alertas inmediatas a los gestores de flotas cuando se detecten anomalías, lo que permite una respuesta rápida y la implementación de medidas correctivas para abordar la situación.

Estos resultados resaltan la importancia de contar con un sistema de alertas automáticas en la gestión del suministro de combustible en flotas de vehículos de carga, al proporcionar notificaciones inmediatas sobre cualquier irregularidad detectada, este sistema permite una respuesta rápida y eficiente para abordar cualquier problema potencial, esto puede ayudar a prevenir pérdidas económicas y mejorar la seguridad en la operación de la flota.

Anexo 10. Mediciones por medio de sistema insite.

PLACA	FECHA INICIO	FECHA FINAL	CONDUCTOR	RUTA
ESP460	16/01/2024	20/01/2024	GERARDO MORENO	TOCANCIPA+CAJICA+IBAGUE+PEREIRA+CARTAGO+DOSQUEBRADAS+PEREIRA+DOSQUEBRADAS-MOSQ

MEDICION VIAJE	EDS	INSITE	DIFERENCIA
KM RECORRIDOS EDS	862	863,04	
GLS EDS	92,6	83,35	-7,55
KPG	9,31	10,35	

Anexo 11. Mediciones por medio de sistema insite.

INFORME CONSUMO ACPM	
FECHA EVALUACIÓN	25/02/2024
NUMERO DE TIQUETE TANQUEO	9712
NOMBRE CONDUCTOR	
PLACA	TAL312
TRAILER	R61769
RUTA	CARTAGENA BARRANQUILLA CARTAGENA

MEDICIÓN VIAJE		MÓDULO ECM	
KILÓMETROS	332	KILÓMETROS	329,50
GALONES	62,70	GALONES	42,48
KPG	5,30	KPG	7,76

DIFERENCIA	
GALONES	20,00

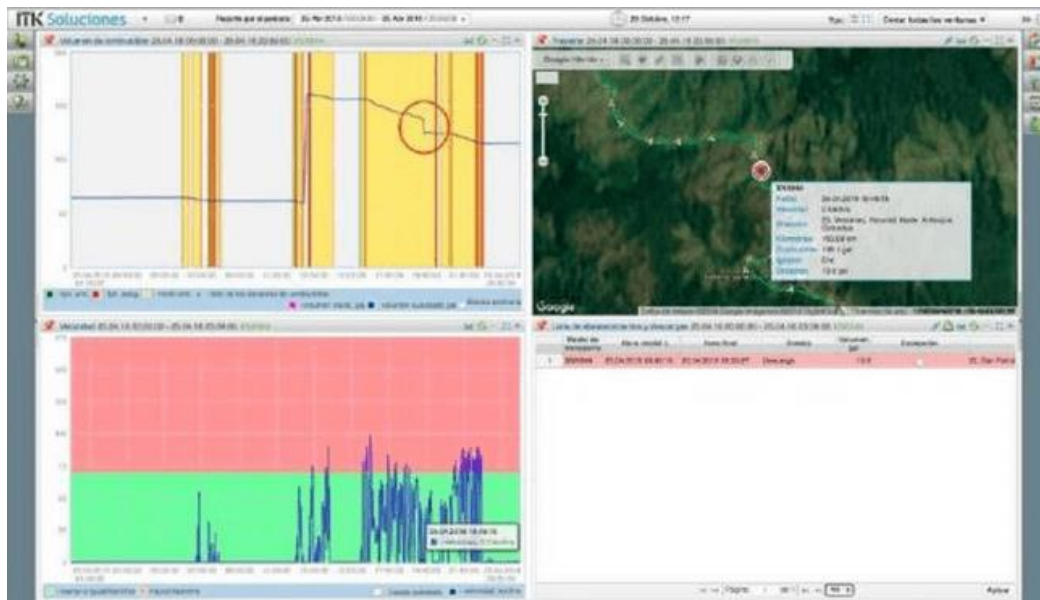
OBSERVACIONES	
LA DIFERENCIA ES DE 20 GALONES QUE REPRESENTAN 182.480	

PLACA	TAL312		
25/07/2023		0,00	0,046
		5,30	2,719
		4,90	1,890
		0,00	0,126
		0,00	0,079
		0,00	0,000
		8,40	3,610
		6,80	5,047
		0,00	0,034
		0,00	0,000
		0,00	0,274
		0,10	0,631
		0,00	0,250
		0,00	0,126
		144,40	49,203
		329,50	144,700

ETIQUETAS DE FILAS	CONSUMO DE ACPM
Distance (km)	Fuel Used (Litres)
0,00	0,000
3,90	1,636
0,10	0,382
0,00	0,428
0,30	1,380
0,10	0,293
93,50	46,607
36,70	16,587
0,60	0,730
0,40	0,690
0,30	0,320
23,70	11,602

ELABORÓ	VALIDÓ

Anexo 12. Mediciones por medio de sistema insite.



El sistema identifica abastecimientos de combustible por debajo de lo facturado, permitiéndole conocer el volumen real que ingresa a cada tanque. Esto es crucial para evitar pérdidas asociadas a facturas ficticias, des calibración de surtidores en las EDS y abastecimientos inferiores.

Tabla 8. Dinámica con información de varianza mes a mes

Total, Diferencia 10%	Mes					Total, general
Placa	feb	mar	abr	may	jun	
EQT852				-17,2495	1,8221	-15,4274
SNX545	-92,045	-112,327	-65,829	2,81	-41,403	-308,794
STW575	-28,335	-182,856	-17,822	1,505		-227,508
STW576		-20,042	6,149			-13,893
STW580	4,687	1,476	68,961	38,099	36,032	149,255
TAL312	-83,419	-77,944	-55,755	-5,981	12,074	-211,025
TAL670	-41,049	-53,62	-41,53	-4,179	9,429	-130,949
TEO110	-81,343	-92,023	-78,336	-27,153	-25,779	-304,634
TLZ817	-18,233	-150,848	-43,875	-79,148	-51,579	-343,683
WCZ280	-39,427	-160,315	-94,423	-78,305	-27,56	-400,03
WDX782				-11,21	-8,011	-19,221
WDY226	-31,391	-47,241	15,248	13,696	10,179	-39,509
WDY240	-53,524					-53,524
			-			
WDZ286	-93,645	-217,481	145,786	-47,009	-62,245	-566,166
		-	-	-	-	
Total, general	557,724	1113,221	452,998	214,1245	147,0409	-2485,1084

Figura 2.

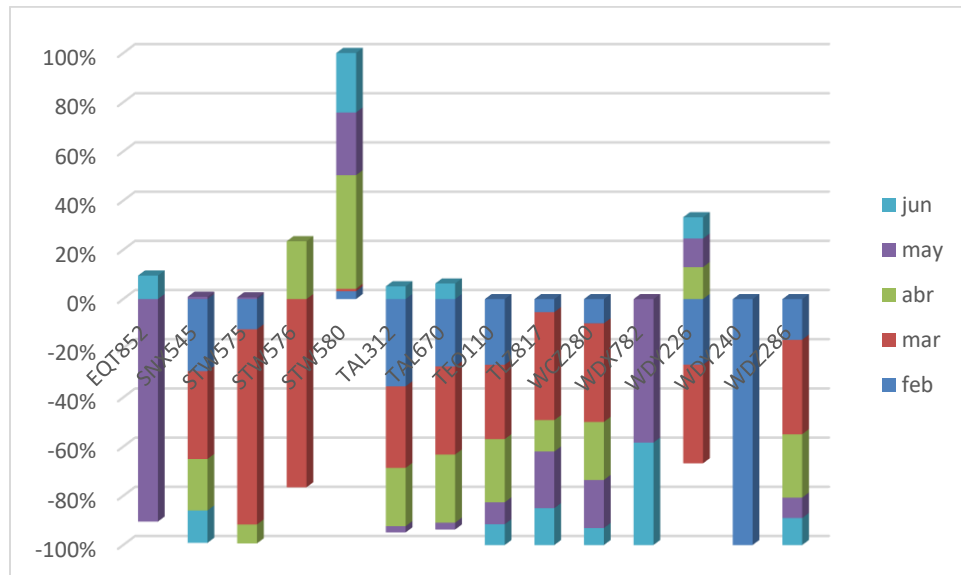
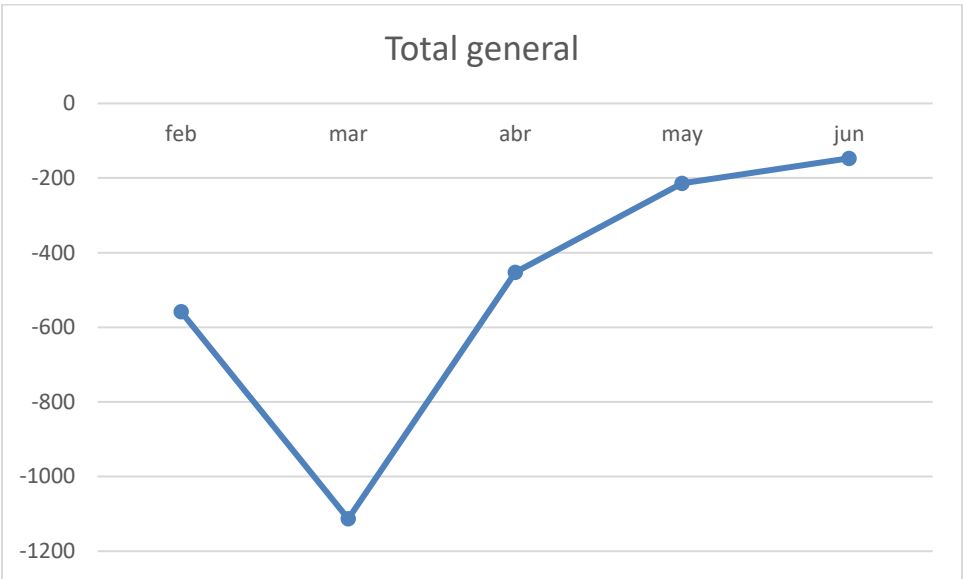


Tabla 9. Comparativo mes a mes 2024

Comparativo mes a mes 2024	feb	mar	abr	may	jun
Total, general	-557,724	-1113,221	-452,998	-214,1245	-147,0409

Figura 3.



En la curva se puede observar que hubo un mejoramiento en el consumo después de la implementación de los dispositivos.

5. CONCLUSIONES

Los algoritmos de inteligencia artificial desarrollados demostraron ser altamente eficaces en la identificación de patrones y anomalías en los registros de suministro de combustible, estos algoritmos fueron capaces de detectar irregularidades como suministros no autorizados y fluctuaciones significativas en el consumo de combustible con un alto grado de precisión. La implementación de estos algoritmos permitió a los gestores de flota tomar decisiones informadas rápidamente, lo que resultó en una mejora significativa en la gestión del combustible y una reducción de pérdidas. La capacidad de la inteligencia artificial para aprender y adaptarse a nuevos patrones operativos destaca su potencial para optimizar continuamente la eficiencia del combustible.

La implementación de sensores y dispositivos de monitoreo en los vehículos tractocamión fue crucial para la recopilación de datos precisos y en tiempo real sobre el consumo de combustible, estos dispositivos permitieron obtener una visión clara y actualizada del rendimiento de cada vehículo, facilitando comparaciones con registros históricos y evidenciando mejoras en la eficiencia del combustible, la infraestructura tecnológica de sensores permitió la detección inmediata de anomalías operativas y condiciones de mantenimiento deficientes, proporcionando datos críticos para la toma de decisiones, esta tecnología también habilitó un monitoreo continuo que es esencial para mantener altos estándares operativos y optimizar los procesos de mantenimiento.

El sistema de alertas automáticas desarrollado notificó de inmediato cualquier irregularidad detectada, permitiendo a los gestores de flota tomar acciones correctivas rápidas, la capacidad del sistema para generar alertas precisas y oportunas minimizó las pérdidas de combustible y mejoró significativamente la seguridad en el suministro, estas alertas automáticas no solo redujeron el tiempo de respuesta ante eventos adversos, sino que también aumentaron la confianza en la gestión del sistema por parte de los operarios y administradores de flota, la implementación de este sistema contribuyó a una gestión más proactiva y menos reactiva, aumentando la eficiencia y la seguridad operativa.

La integración de tecnologías avanzadas y algoritmos de inteligencia artificial resultó en mejoras notables en la eficiencia operativa de la flota. Los datos recolectados permitieron una planificación más precisa de las rutas, reducción del tiempo de inactividad y una mejor gestión del mantenimiento de los vehículos. Estas mejoras se tradujeron en una disminución general en el consumo de combustible y en una reducción significativa de los costos operativos. Además, la capacidad de predecir necesidades de mantenimiento y optimizar la utilización de los vehículos aumentó la productividad y la vida útil de la

flota. Esto no solo tiene beneficios económicos directos, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental mediante la reducción de emisiones de carbono.

Este estudio aporta evidencia empírica sobre los beneficios de aplicar inteligencia artificial y tecnologías de monitoreo en la gestión de flotas de vehículos de carga, sin embargo, se identificaron algunas limitaciones, como el tamaño de la muestra y la variabilidad en la precisión de los sensores, para futuras investigaciones, se recomienda ampliar el tamaño de la muestra, optimizar los algoritmos de inteligencia artificial y realizar evaluaciones longitudinales para analizar el impacto sostenido de estas tecnologías, además, integrar variables externas adicionales, como condiciones climáticas y tráfico, podría proporcionar una visión más completa del rendimiento de la flota. La investigación futura también podría explorar la aplicación de estas tecnologías en diferentes tipos de flotas y sectores industriales para evaluar la universalidad de los hallazgos y adaptar las soluciones a contextos específicos.

Referencias

Bernal Torres, C. A. (2022). Descripción y análisis de resultados. En Metodología de la investigación (p. 303). Pearson Educación.

Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). Análisis de datos en la ruta cuantitativa. En Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (pp. 310-386). McGraw-Hill.

Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). Recolección y análisis de datos en la ruta cualitativa. En Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (pp. 440-521). McGraw-Hill.

Información histórico de consumo de combustible de la empresa Coordinadora de Tanques S.A.S

JASP Team. (2022). JASP (Version 0.16) [Computer software]. URL: <https://jasp-stats.org>

Juárez, C. (2021, September 8). El poder de la inteligencia artificial en las empresas las hace más eficientes y competitivas. THE LOGISTICS WORLD | Conéctate E Inspírate.

La Inteligencia Artificial aplicada a la industria del transporte – Secure Witness. (n.d.). Retrieved December 15, 2022, from <https://securewitness.com/blog/la-inteligencia-artificial-aplicada-a-la-industria-del-transporte/>

LAP_Artimo. (2023, April 12). Cómo la inteligencia artificial impacta la gestión de flotas. ÁRTIMO. <https://www.artimo.com.co/como-la-inteligencia-artificial-impacta-la-gestion-de-flotas/>

Mukherjee, S. P. (2019). Analysis of dynamic data. En A guide to research methodology: An overview of research problems, tasks and methods (pp. 213-220). Taylor & Francis Group.

Sitrack, E. (2022, noviembre 17). Robo de combustible en camiones: lo que necesitas saber. Sitrack.com. <https://blog.sitrack.com/c%C3%B3mo-saber-si-me-est%C3%A1n-robando-el-combustible-de-los-camiones>

TLW®, R. (2023, March 11). Las 3 mejores maneras de utilizar la inteligencia artificial en el transporte de mercancías. THE LOGISTICS WORLD | Conéctate E Inspírate.