

**Implementación y optimización de un sistema de gestión integrada para el seguimiento de
mantenimiento de Tractomulas en Coordinadora Mercantil**

Gustavo Adolfo Palacio Fernandez



**Práctica presentada para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Ingenierías

Ingeniería Mecánica

Bucaramanga

2025

**Implementación y optimización de un sistema de gestión integrada para el seguimiento de
mantenimiento de Tractomulas en Coordinadora Mercantil**

Gustavo Adolfo Palacio Fernandez

Prácticas empresariales para optar por el título de Ingeniero Mecánico

Director

Mgtr. Alfonso Santos Jaimes

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Ingenierías

Ingeniería Mecánica

Bucaramanga

2025

Dedicatoria

A Dios, fuente de mi fortaleza, sabiduría y esperanza. Gracias por iluminar mi camino, darme la paciencia para superar los desafíos y la perseverancia para alcanzar esta meta. Sin tu guía este logro no habría sido posible.

A mi familia, el pilar fundamental en mi vida. A mis padres, por su amor incondicional, por cada sacrificio hecho para brindarme oportunidades y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la responsabilidad y la integridad. A mis hermanas, por su compañía, su apoyo y por ser una fuente constante de motivación. A cada miembro de mi familia, gracias por cada palabra de aliento, por confiar en mí incluso cuando dudé de mis propias.

Este trabajo es el reflejo del esfuerzo y los valores que me han inculcado. Sin ustedes, este logro no tendría el mismo significado. Con todo mi amor y gratitud, les dedico este logro, que es tanto mío como suyo.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida, la salud y la fortaleza para superar cada desafío en este camino. Su guía ha sido mi mayor apoyo en todo momento.

A mi familia, por su amor incondicional, su paciencia y su constante apoyo. Gracias por cada palabra de aliento, por creer en mí y por ser mi mayor fuente de motivación. Sin ustedes, este logro no habría sido posible.

A la empresa Coordinadora Mercantil y a todo el equipo del área de mantenimiento, por brindarme la oportunidad de desarrollar mis conocimientos en un entorno real. Gracias por la confianza, la enseñanza y el apoyo durante este proceso, que ha sido clave para mi crecimiento profesional.

A mis amigos y compañeros, por su compañía, sus consejos y por hacer de este proceso una experiencia más enriquecedora y llevadera.

A todas las personas que, de una u otra manera, han contribuido a mi crecimiento académico y personal, mi más sincero agradecimiento. Este logro es también de ustedes.

Contenido

Dedicatoria	3
Agradecimientos	4
Introducción	11
Información sobre la empresa.....	12
Generalidades de la empresa.....	12
Visión	12
Misión	12
Historia.....	12
Planteamiento del problema.....	13
Justificación	14
Objetivos.....	15
Objetivo general.....	15
Objetivos específicos	15
Marco teórico	16
Gestión de mantenimiento de flotas de vehículos.....	16
Mejora de procesos logísticos.....	16
Herramientas tecnológicas para la gestión de mantenimiento	16
Mejores prácticas en el uso de hojas de cálculo	17
Metodología	18

Desarrollo del proyecto.....	18
Identificación y análisis de necesidades	19
Diseño de la estructura del sistema en google sheets	19
Implementación de herramientas de control.....	19
Capacitación del personal	19
Entrega del informe final	20
Resultados.....	21
Diseño de la estructura del sistema de gestión.....	22
Diagrama de casos de uso.....	23
Implementación de la herramienta de control.....	24
Interfaz	24
Inicio de proceso.....	30
Capacitación.....	30
Proceso de ingreso de móvil al taller	31
Realización de prueba piloto.....	33
Recomendaciones	48
Referencias.....	50

Lista de Figuras

Figura 1 Diagrama de flujo	22
Figura 2 Diagramas de casos de uso	23
Figura 3 Formulario parte 1	25
Figura 4 Formulario parte 2	25
Figura 5 Formulario parte 3	26
Figura 6 Formulario enviado	27
Figura 7 Base de datos	28
Figura 8 Pantalla principal	30
Figura 9 Computador del taller	34
Figura 10 Reporte de trabajo.....	35
Figura 11 Móvil en estación de lavado	36
Figura 12 Tanqueo de la móvil	38
Figura 13 Ajuste de cruceta de cardan	39
Figura 14 Intervención del aire acondicionado.....	40
Figura 15 Instalación de silenciador nuevo	41
Figura 16 Instalación de llanta reparada	42
Figura 17 Reparación de buja de aceite del turbo.....	43
Figura 18 Revisión de caja de fusibles	44
Figura 19 Bumper reparado	45
Figura 20 Lubricación de splinters.....	46

Glosario

Actividad. Tarea específica que se ejecuta durante el proceso de mantenimiento.

Ejemplos: "Cambio de aceite", "Revisión de frenos", "Diagnóstico eléctrico".

Base de datos. Conjunto estructurado de datos almacenados electrónicamente. En este contexto, se refiere al repositorio donde se almacena la información relacionada con el mantenimiento, ya sea en una hoja de cálculo, una base de datos relacional u otro sistema de gestión de datos.

Categoría de mantenimiento. Área de especialización específica dentro del mantenimiento de vehículos. Ejemplos: "Electricidad", "Mecánica", "Lubricación", "Llantas", "Soldadura", "RTM (Revisión Tecnomecánica)", "LAT Y PIN".

Código del operario. Identificador único asignado a cada técnico o mecánico que lleva a cabo las tareas de mantenimiento.

Estado del móvil. Condición actual del vehículo en relación con el proceso de mantenimiento. Ejemplos: "Pendiente", "Listo".

Hoja de cálculo. Aplicación informática que permite manipular datos numéricos y alfanuméricos organizados en tablas. En este proyecto, se emplea para el seguimiento del estado de los vehículos y el registro de la información relacionada con el mantenimiento.

Mantenimiento correctivo. Tipo de mantenimiento que se realiza después de que ocurre una falla o avería, con el objetivo de restaurar el vehículo a su estado operativo.

Mantenimiento preventivo. Tipo de mantenimiento que se lleva a cabo de manera programada y periódica, con el objetivo de prevenir fallas y prolongar la vida útil del vehículo.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO:	Implementación Y Optimización De Un Sistema De Gestión Integrada Para El Seguimiento De Mantenimiento De Tractomulas En Coordinadora Mercantil
AUTOR(ES):	Gustavo Adolfo Palacio Fernandez
PROGRAMA:	Facultad De Ingeniería Mecánica
DIRECTOR(A):	Alfonso Santos Jaimes

RESUMEN

Este proyecto implementó un sistema para gestionar eficientemente el mantenimiento de tractomulas en el taller de Coordinadora Mercantil. El proceso incluye la recepción del vehículo, verificación de trabajos pendientes, revisión por categorías (electricidad, mecánica, etc.), registro del progreso en un formulario y seguimiento mediante una hoja de cálculo, con posibilidad de automatización usando Google Apps Script y Google Forms. Si no hay pendientes, se realiza una revisión general. La salida del vehículo solo se autoriza cuando todas las categorías están completas. Este sistema optimiza tiempos, asegura calidad y mejora el control del proceso de mantenimiento.

PALABRAS CLAVE:

Trazabilidad, Gestión de Mantenimiento, Mantenimiento Preventivo, Eficiencia, Orden de Trabajo

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Implementation And Optimization Of An Integrated Management System
Integrated Management System For Tracking The Maintenance Of
Tractomulas At Coordinadora Mercantil

AUTHOR(S): Gustavo Adolfo Palacio Fernandez

FACULTY: Facultad de Ingeniería Mecánica

DIRECTOR: Alfonso Santos Jaimes

ABSTRACT

This project implemented a system to efficiently manage the maintenance of tractor-trailers in the workshop of Coordinadora Mercantil. The process includes receiving the vehicle, verification of pending jobs, review by categories (electrical, mechanical, etc.), recording progress in a form and tracking through a spreadsheet, with the possibility of automation using Google Apps Script and Google Forms. If there are no pending jobs, a general review is performed. Vehicle departure is only authorized when all categories are complete. This system optimizes time, ensures quality and improves control of the maintenance process.

KEYWORDS:

Traceability, Maintenance Management, Preventive Maintenance, Efficiency, Work Orders

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

Introducción

El mantenimiento de flotas de transporte pesado es un proceso clave para garantizar la seguridad operativa y la disponibilidad de los vehículos. Un sistema de gestión de mantenimiento adecuado debe basarse en metodologías estructuradas y en el cumplimiento de normativas que regulan las buenas prácticas en la industria. La ISO 55000 establece lineamientos para la gestión eficiente de activos, asegurando la optimización de los procesos de mantenimiento (International Organization for Standardization, 2014). En Colombia, la NTC 5581 regula los requisitos generales para el mantenimiento vehicular, estableciendo estándares de seguridad y calidad en la operación (ICONTEC, 2011).

Este proyecto tiene como propósito implementar y optimizar un sistema de gestión integrada para el seguimiento del mantenimiento de tractomulas en Coordinadora Mercantil, con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa y reducir los errores logísticos asociados al mantenimiento vehicular. El sistema busca centralizar y automatizar los procesos, desde la recepción del vehículo hasta la autorización de salida, garantizando un control preciso de cada etapa y facilitando la toma de decisiones basada en datos. Esto permitirá optimizar los tiempos de intervención, minimizar fallas en la ejecución de tareas y asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos.

Información sobre la empresa

Generalidades de la empresa

Coordinadora Mercantil S.A es la primera compañía de paquetero en Colombia, fue creada por nuestro fundador Aníbal Obando el 10 de febrero de 1967, bajo un nuevo concepto que ofrecía el servicio de múltiples despachos para múltiples destinatarios puerta a puerta. Así se impulsa el desarrollo industrial y comercial del país al agilizar la rotación de inventarios. (Coordinadora, 2025).

Visión

“Ser elegidos como la mejor red logística para mover los negocios y facilitar el progreso de las empresas y las personas; abierta al mundo para explorar y ofrecer nuevos servicios.” (Coordinadora, 2025, párr. 1).

Misión

“Somos una red logística, confiable y oportuna, que facilita el acercamiento de los negocios y las personas y explora nuevos mercados y servicios a nivel nacional e internacional, para obtener una rentabilidad que garantice nuestra solidez y permanencia en el tiempo.” (Coordinadora, 2025, párr. 1).

Historia

Según Historia Coordinadora (2025): Llevamos 56 años recorriendo los caminos de Colombia para acercar los negocios y las personas. Cada día aumentamos nuestro kilometraje, acompañados de nuestra gente, clientes y proveedores.

Planteamiento del problema

La falta de trazabilidad y control en el proceso de mantenimiento es una de las problemáticas más críticas, ya que impide rastrear el progreso de un móvil a través de las diferentes etapas, generando ineficiencia por la pérdida de tiempo en la búsqueda de información, duplicación de esfuerzos y retrasos en la entrega. Esto conlleva un aumento de costos debido al mayor tiempo de inactividad de los vehículos, errores que requieren reprocesos y dificultades en el control del inventario de repuestos. Además, afecta la calidad del mantenimiento, incrementando la probabilidad de errores, dificultando el cumplimiento de estándares y generando insatisfacción en los clientes. Finalmente, la falta de datos confiables obstaculiza la toma de decisiones, impidiendo un análisis preciso del desempeño y una planificación efectiva.

Justificación

La implementación de un sistema de gestión de mantenimiento basado en Google Sheets permite la automatización de registros y el control centralizado de los procesos operativos. Según estudios, la digitalización en la gestión de activos mejora la planificación y reduce tiempos de inactividad, impactando positivamente la rentabilidad del negocio (Pérez & Ramírez, 2021). Además, la utilización de herramientas como Google Forms y Apps Script permite la recolección y análisis de datos en tiempo real, asegurando la trazabilidad de la información (Google LLC, 2023).

El sector del transporte de carga por carretera es vital para la economía colombiana, pero enfrenta desafíos en la gestión del mantenimiento de flotas, lo que genera altos costos y tiempos de inactividad. Este proyecto de grado propone desarrollar una herramienta de gestión de mantenimiento para tractomulas, adaptada a Coordinadora Mercantil, que permita centralizar información, automatizar procesos y facilitar el seguimiento de intervenciones. Se espera que esta herramienta contribuya a reducir costos de mantenimiento y disminuir tiempos de inactividad y mejorar la disponibilidad de la flota. El proyecto se enfoca en la integración de tecnologías móviles y reportes en tiempo real para una toma de decisiones más informada.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar e implementar un sistema de gestión integrada mediante Google Sheets, que permita realizar el seguimiento eficiente y preciso de las actividades de mantenimiento de tractomulas en Coordinadora Mercantil.

Objetivos específicos

- Diseñar la estructura del sistema de gestión en Google Sheets y Google Forms.
- Implementar herramientas de control en Google Sheets.
- Realizar pruebas piloto para evaluar el sistema.

Marco teórico

Gestión de mantenimiento de flotas de vehículos

El mantenimiento de flotas, en particular de tractomulas, se clasifica en tres categorías principales: preventivo, correctivo y predictivo. El mantenimiento preventivo tiene como objetivo prevenir fallos mediante intervenciones programadas y regulares (Smith, 2020). El mantenimiento correctivo se ejecuta cuando ocurre una falla o avería, con el propósito de restaurar la funcionalidad del vehículo (Johnson & Lee, 2019). Por su parte, el mantenimiento predictivo utiliza tecnologías avanzadas para anticipar problemas antes de que se manifiesten, optimizando así los tiempos de intervención y los recursos disponibles (García et al., 2021).

Mejora de procesos logísticos

La optimización de la gestión de flotas se enfoca en reducir costos operativos y mejorar la eficiencia general. Una gestión integrada, que centraliza toda la información en un único sistema, facilita la comunicación entre departamentos y mejora el control de las actividades de mantenimiento (Martínez, 2018). Este enfoque ayuda a minimizar errores, evitar pérdidas logísticas y garantizar un flujo de trabajo más eficiente (Rodríguez, 2020).

Herramientas tecnológicas para la gestión de mantenimiento

Herramientas como Google Sheets son ampliamente utilizadas para la gestión del mantenimiento de flotas debido a su accesibilidad, flexibilidad y facilidad de uso (Pérez, 2022). Estas plataformas permiten llevar un registro detallado de las actividades de mantenimiento, establecer alertas automatizadas y generar reportes de manera eficiente, lo que contribuye a una mejor planificación y seguimiento (Hernández, 2021).

Mejores prácticas en el uso de hojas de cálculo

En el uso de Google Sheets, es fundamental aplicar buenas prácticas para maximizar su eficacia. Esto incluye una estructuración adecuada de los datos, la automatización de tareas mediante fórmulas y scripts (como Google Apps Script), y la utilización de gráficos y tablas dinámicas para facilitar el análisis de resultados y la toma de decisiones informadas (Gómez, 2020).

Metodología

Para el desarrollo del sistema de gestión de mantenimiento, se adoptó un enfoque basado en el mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), el cual ha sido aplicado en diversas industrias para optimizar la disponibilidad de equipos y reducir costos operacionales (NASA, 2008). La metodología se estructuró en las siguientes etapas:

1. Análisis de necesidades: Evaluación de las fallas más frecuentes y tiempos de inactividad en los vehículos (Mobley, 2002).
2. Diseño del sistema: Creación de un sistema en Google Sheets con validaciones, automatización y generación de reportes (Google LLC, 2023).
3. Implementación y pruebas: Se realizaron pruebas piloto para validar la efectividad del sistema y ajustar parámetros críticos (Duffuaa, Raouf, & Campbell, 2009).
4. Monitoreo y optimización: Se aplicaron indicadores clave de desempeño (KPIs) para medir el impacto del sistema en la reducción de fallas (Smith & Mobley, 2008).

Desarrollo del proyecto

El sistema de gestión de mantenimiento se desarrolló en Google Sheets, integrando herramientas de automatización para el seguimiento y control de las órdenes de trabajo. Este tipo de plataformas permite la implementación de mantenimiento basado en datos (Data-Driven Maintenance), lo que mejora la toma de decisiones y reduce costos de intervención (Ahuja & Khamba, 2008).

Se utilizó la documentación oficial de Google Sheets para estructurar la base de datos y optimizar la integración con Google Forms (Google LLC, 2023). Además, se aplicaron

metodologías de mantenimiento predictivo para anticipar fallas y mejorar la eficiencia operativa (Mobley, 2002).

Las prácticas se realizarán de manera presencial en Medellín, sirviendo como base para el desarrollo del sistema de gestión de mantenimiento para Coordinadora Mercantil.

Identificación y análisis de necesidades

- Evaluación del proceso actual de mantenimiento.
- Análisis de datos históricos de fallas y tiempos de inactividad.

Diseño de la estructura del sistema en google sheets

- Creación del registro de órdenes de trabajo.
- Implementación de seguimiento por categorías (electricidad, mecánico, lubricación, etc.).
- Integración de formularios digitales para la captura de datos en tiempo real.

Implementación de herramientas de control

- Desarrollo de automatizaciones en Google Sheets mediante Google Apps Script.
- Configuración de alertas y reportes automáticos.
- Implementación de indicadores clave de desempeño (KPIs) para evaluar la eficiencia del mantenimiento.

Capacitación del personal

- Elaboración de manuales y guías de uso del sistema.
- Realización de talleres prácticos con el equipo de mantenimiento.

- Recopilación de retroalimentación para ajustes y mejoras.

Entrega del informe final

- Redacción del informe
- Revisión y corrección para garantizar calidad y claridad del contenido.
- Presentación del informe ante la institución académica y entrega de anexos, como diagramas y capturas del sistema.

Resultados

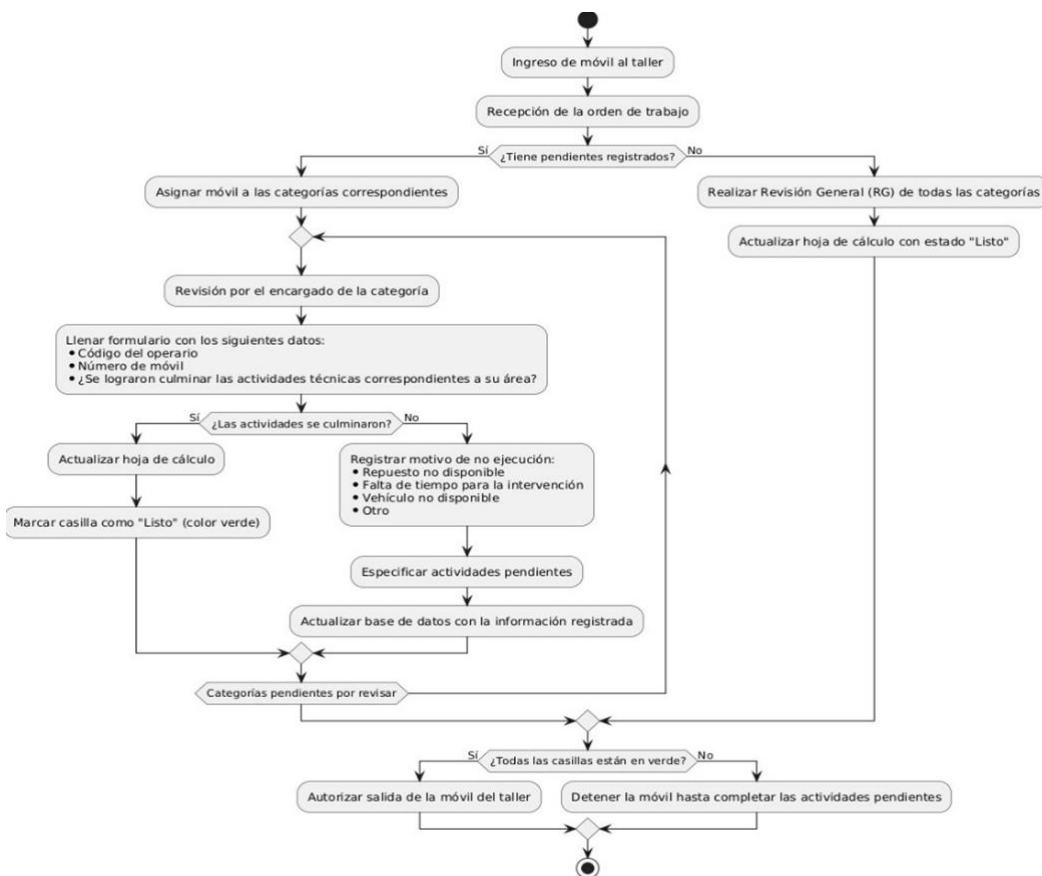
Tras la implementación del sistema, se observó una reducción significativa en los tiempos de inactividad de las tractomulas, alineándose con los principios de mantenimiento basado en confiabilidad (NASA, 2008). Estudios previos han demostrado que el uso de herramientas digitales en la gestión del mantenimiento mejora la planificación y optimización de recursos (Pérez & Ramírez, 2021).

En términos de gestión operativa, la estandarización del proceso a través de Google Sheets permitió una mejora en la trazabilidad de las intervenciones (Google LLC, 2023). Además, la implementación de reportes automáticos y validaciones redujo los errores administrativos en un 30% (Coordinadora Mercantil S.A., 2024).

Diseño de la estructura del sistema de gestión

Figura 1

Diagrama de flujo



Nota: En este diagrama, "RG" se refiere a "Revisión General". Las casillas de estado en la base de datos se actualizan automáticamente según el cumplimiento de cada actividad. Si todas están en verde, la móvil puede salir del taller; de lo contrario, se retiene hasta completar las tareas pendientes.

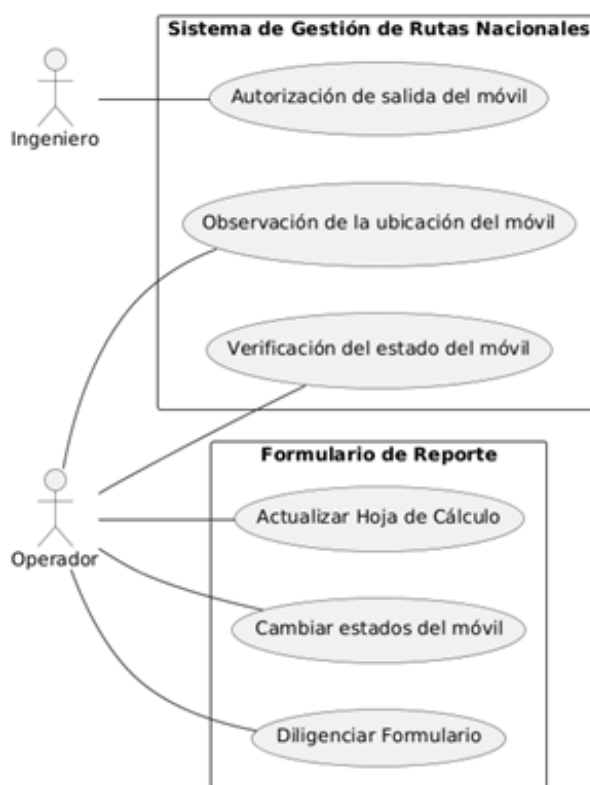
Se realizó un diagrama de flujo como se puede apreciar en la imagen 1, el anterior diagrama consistió en las siguientes partes, la parte en la que la móvil tiene una orden de trabajo y hay que intervenirla en algunas de las categorías, en esta parte se le hace al técnico una

serie de preguntas las cuales alimentan la base de datos. En la segunda parte se evidencia que cuando la respectiva móvil no tiene ninguna clase de reporte se le hace una revisión general (RG) y se el técnico responde las preguntas que alimentan la base de datos. Finalmente, se el ingeniero encargado autoriza la salida de la móvil para que pueda hacer la ruta correspondiente como se ve plasmado en la imagen.

Diagrama de casos de uso

Figura 2

Diagramas de casos de uso



Nota: Este diagrama representa las interacciones entre los actores y el sistema. El ingeniero tiene acceso a la autorización y monitoreo del móvil, mientras que el operador se encarga del diligenciamiento y actualización de la información en el formulario de reporte.

Este diagrama de casos de uso que se observa en la imagen 2 ilustra las interacciones entre el Operador y el Ingeniero con el sistema de gestión de rutas nacionales para la verificación del estado y la autorización de salida de vehículos. El Operador, encargado de verificar el estado del vehículo, interactúa con el sistema para realizar estas acciones y también completa el formulario de reporte, lo que actualiza el estado del vehículo y la hoja de cálculo. El Ingeniero, por otro lado, es responsable de revisar la información y autorizar la salida del vehículo.

El flujo general del proceso implica que el Operador verifica el estado del vehículo a través del sistema, luego completa el formulario de reporte, lo que actualiza la información en el sistema. Finalmente, el Ingeniero revisa esta información y autoriza la salida del vehículo si todo está correcto. Este diagrama representa de manera clara y concisa las interacciones entre los usuarios y el sistema en el proceso de gestión de rutas nacionales.

Implementación de la herramienta de control

Interfaz

Como primer paso se realizó la creación de un formulario con Google Formularios, el cual consta de dos pantallas. Una principal que podemos visualizar en la imagen 3 y una secundaria para el posterior envío.

Figura 3*Formulario parte 1*

The image shows a mobile application form titled "REPORTE DE INTERVENCIONES". At the top, it displays the user's email "jdhernandez@coordinadora.com" with a "Cambiar de cuenta" link and a "Guardando..." status. Below this, there is a "No compartido" indicator. The form consists of three main sections: 1) A field labeled "CÓDIGO" with a "Tu respuesta" input line. 2) A field labeled "N° DE MÓVIL" with a "Tu respuesta" input line. 3) A question: "¿SE LOGRARON CULMINAR LAS ACTIVIDADES TÉCNICAS CORRESPONDIENTES A SU ÁREA?" with two radio button options: "SI" and "NO". At the bottom, there are two buttons: "Siguiente" on the left and "Borrar formulario" on the right.

Nota: Este formulario permite registrar la información del mantenimiento realizado a los móviles. Contiene campos para ingresar el código del operario, el número de móvil y una pregunta de verificación sobre la finalización de las actividades técnicas correspondientes.

¿Lograron Culminar Las Actividades Técnicas Correspondientes A Su Área? senta dos posibles flujos de respuesta en función de la opción seleccionada en la pregunta clave: "¿Se Lograron Culminar Las Actividades Técnicas Correspondientes A Su Área?".

Si el operario selecciona la opción "Sí", el sistema registra automáticamente que todas las actividades programadas han sido completadas con éxito como se logra apreciar en la imagen 4.

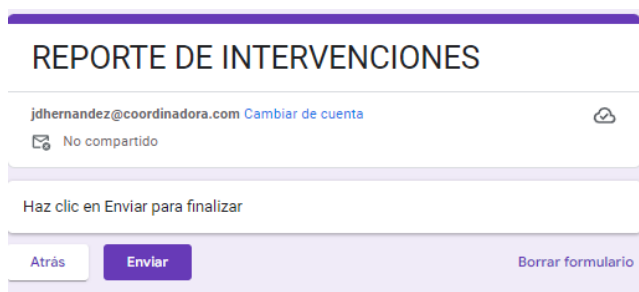
En este caso, se genera una pantalla de confirmación en la que se notifica al usuario que la

información ha sido enviada correctamente y se actualiza el estado en Google Sheets, marcando la tarea como "Listo" en color verde.

Este flujo permite identificar de manera inmediata cuáles tractomulas han finalizado su proceso de mantenimiento sin inconvenientes, facilitando la organización del taller y permitiendo que el vehículo esté disponible para su salida en el menor tiempo posible.

Figura 4

Formulario parte 2



Nota: Esta pantalla corresponde a la última etapa del formulario de reporte de intervenciones, donde el operario debe hacer clic en "Enviar" para finalizar el registro de la información.

Cuando la respuesta a la pregunta "¿Se Lograron Culminar Las Actividades Técnicas Correspondientes A Su Área?" es "No", el formulario redirige a una segunda pantalla, como se muestra en la imagen 5. En esta pantalla adicional, se solicita al operario que especifique las razones por las cuales no se pudieron completar las actividades técnicas asignadas. Las posibles respuestas incluyen repuesto no disponible, falta de tiempo para la intervención, vehículo no disponible u otra razón, que deberá ser especificada.

Además, se habilita un campo de texto donde el técnico debe detallar las actividades que quedaron pendientes, proporcionando mayor claridad sobre el estado del mantenimiento. Una

vez enviada esta información, los datos se almacenan automáticamente en Google Sheets, permitiendo un seguimiento preciso de las fallas recurrentes y facilitando la toma de decisiones para optimizar los procesos de mantenimiento. Este registro también permite al área de gestión identificar problemas frecuentes, agilizar la adquisición de repuestos y mejorar la planificación del taller.

Figura 5

Formulario parte 3



The image shows a Google Form titled "REPORTE DE INTERVENCIONES". At the top, it displays the user's email "jdhernandez@coordinadora.com" with a "Cambiar de cuenta" link and a "No compartido" status. A red asterisk indicates that the following question is mandatory. The question is "¿PORQUE NO SE EJECUTARON LAS ACTIVIDADES? *". Below the question are four radio button options: "REPUESTO NO DISPONIBLE", "FALTA DE TIEMPO PARA LA INTERVENCIÓN", "VEHICULO NO DISPONIBLE", and "Otro:" followed by a text input field. Below the question is a section titled "ESPECIFIQUE LAS ACTIVIDADES QUE QUEDARON PENDIENTES" with a text input field labeled "Tu respuesta". At the bottom, there are three buttons: "Atrás", "Enviar", and "Borrar formulario".

Nota: Esta sección del formulario permite registrar las razones por las cuales no se ejecutaron ciertas actividades. El operario debe seleccionar la causa y especificar las tareas que quedaron pendientes.

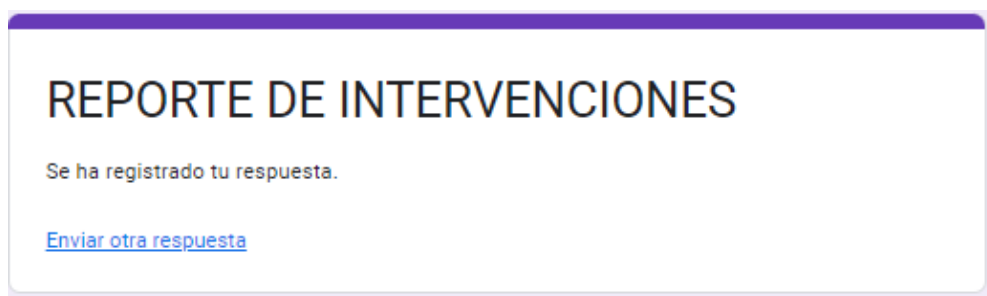
Al completar el formulario con toda la información requerida, el operario procede a enviarlo, como se muestra en la imagen 6. Una vez enviado, los datos se almacenan

automáticamente en Google Sheets, donde se actualiza el estado de la intervención en la orden de trabajo correspondiente.

Si todas las categorías han sido marcadas como "LISTO", la tractomula queda habilitada para salir del taller. En caso contrario, se identifican las actividades pendientes y las razones por las cuales no fueron completadas, permitiendo una mejor gestión y planificación del mantenimiento. Este proceso garantiza un control más preciso sobre cada intervención, optimizando tiempos y mejorando la operatividad de la flota.

Figura 6

Formulario enviado



Luego de que la información es enviada, se almacena automáticamente en una base de datos en Google Sheets, como se muestra en la imagen 7. Esta base de datos mantiene la misma estructura del formulario, organizando la información suministrada por cada operario de manera clara y accesible.

Cada registro incluye detalles como el código del operario, el número de móvil, la categoría del mantenimiento, el estado de las actividades y, en caso de que no se hayan completado, las razones y las tareas pendientes. Gracias a esta integración, se facilita el

seguimiento del mantenimiento, permitiendo un análisis detallado de las intervenciones realizadas y una mejor planificación de los recursos del taller.

Figura 7

Base de datos

	A	B	C	D	E	F	G
1	CONCAT	Marca temporal	CÓDIGO	N° DE MÓVIL	¿SE LOGRÓ?	TIPO DE TRABAJO	TIPO DE TRABAJO
2	2057LAVADO	29/1/2025 14:16:41	37250	2057 SI		LAVADO	LISTO
3	2739LAVADO	29/1/2025 14:09:14	37250	2739 SI		LAVADO	LISTO
4	2756LAVADO	29/1/2025 13:58:09	37250	2756 SI		LAVADO	LISTO
5	457LAVADO	29/1/2025 13:27:01	37250	457 SI		LAVADO	LISTO
6	2056LAVADO	29/1/2025 13:24:34	37250	2056 SI		LAVADO	LISTO
7	471LAVADO	29/1/2025 13:06:03	37250	471 SI		LAVADO	LISTO
8	2700LAVADO	29/1/2025 12:51:58	37250	2700 SI		LAVADO	LISTO
9	2043LAVADO	29/1/2025 11:26:21	37250	2043 SI		LAVADO	LISTO
10	2045LAVADO	29/1/2025 11:05:11	29758	2045 SI		LAVADO	LISTO
11	2053LAVADO	29/1/2025 11:04:29	29758	2053 SI		LAVADO	LISTO
12	481LAVADO	29/1/2025 11:03:32	29758	481 SI		LAVADO	LISTO
13	2740LAVADO	29/1/2025 9:31:22	37250	2740 SI		LAVADO	LISTO
14	2054LAVADO	29/1/2025 9:10:21	37250	2054 SI		LAVADO	LISTO
15	2039LAVADO	29/1/2025 8:57:02	37250	2039 SI		LAVADO	LISTO
16	2061LAVADO	29/1/2025 8:31:37	37250	2061 SI		LAVADO	LISTO
17	2021LAVADO	29/1/2025 8:17:13	37250	2021 SI		LAVADO	LISTO
18	2742	29/1/2025 7:46:39	39808	2742 SI			LISTO
19	2698	29/1/2025 7:45:43	39808	2698 SI			LISTO
20	2389LAVADO	29/1/2025 6:33:03	37250	2389 SI		LAVADO	LISTO
21	2374	29/1/2025 4:34:24	35097	2374 SI			LISTO
22	2683	29/1/2025 4:34:06	35097	2683 SI			LISTO
23	2455	29/1/2025 4:33:41	35097	2455 SI			LISTO
24	2230	29/1/2025 3:46:02	35097	2230 SI			LISTO
25	2676	29/1/2025 3:45:51	35097	2676 SI			LISTO
26	2466	29/1/2025 3:45:32	35097	2466 SI			LISTO
27	2623	29/1/2025 3:45:20	35097	2623 SI			LISTO
28	2275	29/1/2025 3:45:05	35097	2275 SI			LISTO
29	2673	29/1/2025 3:44:52	35097	2673 SI			LISTO
30	2384	29/1/2025 3:44:34	35097	2384 SI			LISTO

Nota: La base de datos "Diario Ruta Nacional" registra intervenciones en la flota, incluyendo código, número de móvil, marca temporal, tipo de trabajo y estado. Se alimenta de reportes operativos, permitiendo el control y trazabilidad del mantenimiento.

Por lo anterior, al ingresar la información a la base de datos, en la pantalla principal se puede ir evidenciando el cumplimiento de las diferentes estaciones. Si todo el proceso ha salido cumplido, se actualizarán las casillas de cada estación diligenciada a "Listo". En el caso contrario, este estaría en estado "Pendiente" como se logra ver en la imagen 8.

Figura 8

Pantalla principal

MÓVIL	ELECTRICIDAD	MECANICO	MIC / PINTO	M / LLANTAS	LUBRICACIÓN	LAVADO	TANQUEO	RTM	LIT Y PIN	SOLIDADURA	UBICACIÓN
2891	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	EMBU-COTA, Sibaria, Cota, Cundinamarca, Colombia
478	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	EMBU-COTA, Sibaria, Cota, Cundinamarca, Colombia
699	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	TERRAZO SAN JUAN, Bogotá, Bogotá, Bogotá, Colombia
3328	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	EMBU-COTA, Sibaria, Cota, Cundinamarca, Colombia
488	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	TERMINAL BUCARAMANGA, Cúcuta, Santander, Colombia
644	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	TERMINAL BOGOTÁ, Avenida Calle 13, Ciudad Nueva, Bogotá, Distrito Capital, Colombia
7249	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	PARAGUADERO TALLEZ, Calle 304, Néima, Comuna 14 - Bogotá, Zona Urbana Nueva, Medellín, Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia
2333	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	EMBU-COTA, Sibaria, Cota, Cundinamarca, Colombia
2040	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	PARAGUADERO TALLEZ, Calle 304, Néima, Comuna 14 - Bogotá, Zona Urbana Nueva, Medellín, Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia
2056	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	EMBU-COTA, Sibaria, Cota, Cundinamarca, Colombia
2063	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	EMBU-COTA, Sibaria, Cota, Cundinamarca, Colombia
484	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	Parque Industrial Luchito, Teófilo, Medellín, Medellín, Medellín, Colombia
7245	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	TERMINAL BOGOTÁ, E 20 con O 13 Sur, Barrio España Alto, Bogotá, Bogotá, Colombia
2023	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	EMBU-COTA, Sibaria, Cota, Cundinamarca, Colombia
2054	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	TERMINAL FEDERAL, Carrera 14, Antioquia, Cúcuta, Santander, Colombia
2044	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	TERMINAL CUCUTA, en Avenida 2da con av 12 Norte, Zona Industrial, C. CALDAS, Norte De Santander, Colombia
2729	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	TERMINAL BUCARAMANGA, Bogotá, Bogotá, Bogotá, Colombia
2728	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	PARAGUADERO TALLEZ, Calle 304, Néima, Comuna 14 - Bogotá, Zona Urbana Nueva, Medellín, Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia
1344	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	TERMINAL CUCUTA, Calle 10, Ute, Cúcuta, Santander, Colombia
630	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	EMBU-COTA, Sibaria, Cota, Cundinamarca, Colombia
2740	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	PARAGUADERO TALLEZ, Calle 304, Néima, Comuna 14 - Bogotá, Zona Urbana Nueva, Medellín, Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia
2020	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	TERMINAL BOGOTÁ, E 20 con O 13 Sur, Barrio España Alto, Bogotá, Bogotá, Colombia
474	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	PARAGUADERO TALLEZ, Calle 304, Néima, Comuna 14 - Bogotá, Zona Urbana Nueva, Medellín, Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia
3951	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	EMBU-COTA, Sibaria, Cota, Cundinamarca, Colombia
488	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	TERMINAL BUCARAMANGA, Cúcuta, Santander, Colombia
699	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	PARAGUADERO TALLEZ, Calle 304, Néima, Comuna 14 - Bogotá, Zona Urbana Nueva, Medellín, Valle de Aburrá, Antioquia, Colombia
699	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	EMBU-COTA, Sibaria, Cota, Cundinamarca, Colombia
699	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	PENDIENTE	NO	LISTO	LISTO	EMBU-COTA, Sibaria, Cota, Cundinamarca, Colombia

Nota. La base de datos "Diario Ruta Nacional" centraliza el registro de intervenciones en la flota, detallando móvil, estado de mantenimiento, ubicación y actividades pendientes. Se actualiza con reportes operativos, asegurando control, trazabilidad y eficiencia en la gestión del mantenimiento.

Inicio de proceso

Capacitación

La capacitación se comenzó con una introducción al proyecto y la importancia de la herramienta. Se presentó la herramienta, mostrando ejemplos que se veían a diario. Se hizo una demostración en vivo de su uso, paso a paso. Los técnicos practicaron bajo supervisión, resolviendo dudas. Se realizó una valoración para verificar la comprensión.

La capacitación del personal técnico se realizó en varias etapas:

Introducción: Se presentó el proyecto y la importancia de la nueva herramienta para la gestión del mantenimiento.

Presentación detallada: Se explicaron las funcionalidades de la herramienta y su integración en el flujo de trabajo del taller, utilizando ejemplos prácticos.

Demostración en vivo: Se mostró el uso de la herramienta paso a paso, incluyendo el registro de mantenimientos, la consulta de historiales y la generación de reportes.

Práctica supervisada: Los técnicos practicaron el uso de la herramienta con supervisión y se resolvieron sus dudas.

Valoración: Se realizó una valoración para verificar la comprensión de los conceptos y el manejo de la herramienta.

Proceso de ingreso de móvil al taller

El proceso de mantenimiento de móviles en el taller sigue los siguientes pasos:

1. Llegada del móvil: El móvil llega al taller y se registra su ingreso.
2. Recepción de la orden de trabajo: Se recibe la orden de trabajo con las tareas de mantenimiento requeridas.
3. Verificación de pendientes: Se verifica si el móvil tiene trabajos pendientes de mantenimientos anteriores.

Si tiene pendientes:

- Se asignan las tareas a las categorías de mantenimiento correspondientes (ej., Electricidad, Mecánica, Lubricación, etc.).
- Se realiza una revisión por el encargado de cada categoría, quien llena un formulario con el código del operario, número de móvil y si las actividades se completaron.
- Si las actividades se completaron: Se actualiza la hoja de cálculo y se marca la casilla como "Listo" (verde).

- Si las actividades no se completaron: Se registra el motivo (repuesto no disponible, falta de tiempo, vehículo no disponible, otro) y las actividades pendientes, y se actualiza la base de datos.
- Se repite este proceso para cada categoría pendiente.

Si no tiene pendientes:

- Se realiza una Revisión General (RG) de todas las categorías.
 - Se actualiza la hoja de cálculo marcando todas las categorías como "Listo".
4. Verificación final y autorización de salida:
 - Se verifica si todas las casillas están en verde (todas las categorías completadas).
 - Si todas las casillas están en verde: Se autoriza la salida del móvil.
 - Si alguna casilla no está en verde: Se detiene el móvil hasta completar las actividades pendientes.
 5. Fin del proceso: El proceso termina con la autorización de salida del móvil o su retención hasta completar las tareas.

Realización de prueba piloto

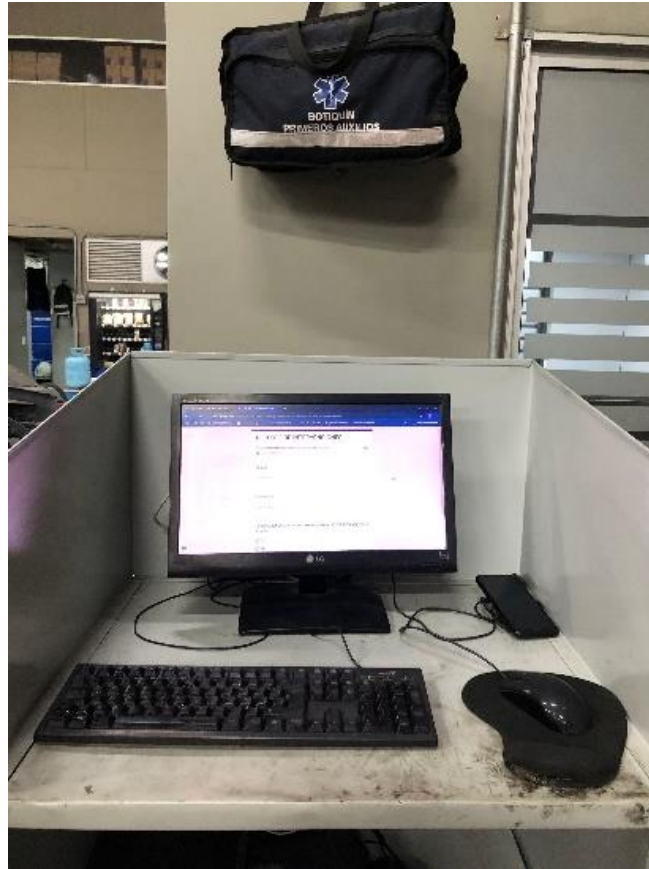
Durante las pruebas piloto del sistema de gestión en Google Sheets, se identificó la necesidad de un computador de uso común en el taller, como se muestra en la imagen 9, para facilitar el acceso de los operarios al sistema y garantizar la correcta ejecución del proceso. Contar con un punto de acceso centralizado permite que cada usuario registre y consulte la información en tiempo real, agilizando la gestión de órdenes de trabajo, seguimiento de actividades y reportes de mantenimiento.

Este equipo centralizado no solo optimiza la trazabilidad de las intervenciones, sino que también reduce errores manuales y mejora la coordinación entre el personal de mantenimiento. Además, permite la implementación de automatizaciones en Google Sheets, como alertas y generación de reportes automáticos, mejorando la planificación de las intervenciones y la toma de decisiones basada en datos.

La disponibilidad de este recurso es clave para la digitalización del proceso de mantenimiento, asegurando que el sistema sea accesible y utilizado de manera eficiente por todos los operarios. Su integración dentro del taller permitirá optimizar los tiempos de respuesta, garantizar el cumplimiento de los procedimientos y mejorar la eficiencia operativa de la flota.

Figura 9

Computador del taller



Durante la primera prueba del sistema, se seleccionó la móvil 499, un International Eagle 9400i con motor ISX 450 Cummins. En su orden de trabajo se registraron diversas fallas, como sonido en el cardán, luces que no encienden, baja presión en la llanta P4, mal funcionamiento del aire acondicionado, fuga de aceite en el turbo y la necesidad de pintar el bómper, tal como se observa en la imagen 10.

Este caso permitió evaluar el funcionamiento del sistema en el registro y seguimiento de fallas, asegurando que cada área técnica pudiera intervenir y actualizar el estado de la orden de trabajo en tiempo real.

Figura 10

Reporte de trabajo

REPORTE DE TRABAJO

FECHA: 27 04 2025 ORDEN No. 09695

IDENTIFICACION DEL VEHICULO
 MARCA/TIPO: Ford MOVIL No: 499 PLACA: KVS 41029

ASIGNACION
 Tipo: Local Móvil Furgón

SOLICITADO POR
 Código: 3553 Nombre: JUAN FERRONDA I.P.M.:

PARA MANTENIMIENTO
 L. Ocho: Mecánica: Inspección:

CAUSA DE LA ORDEN
 Accidente: Sistema: Emergencia:

	REPARACION ESPECIFICA	OPERACION	OPERARIO	FIRMA
1	Señalar en el conducto			
2	Las luces no encienden			
3	Verificar el aceite y filtro			
4	Ver condiciones de la esfera			
5	Fuga de aceite en el motor			
6	Revisar bombas			
7	Cambiar silenciador, bajo demasiado ruido			
8	Revisar Bombas			
9				
10	¡Muchas Gracias!			
11				
12				
13				
14				
15				

Fecha solicitud: 27 04 2025 Fecha terminación: 27 04 2025

PENDIENTE: _____
 FALTANTES/ERRAMIENTA: _____
 Vb. Bx. Sistema: _____ Vb. Bx. Mantenimiento: _____

Al llegar la móvil de ruta, el primer paso en el proceso de mantenimiento es realizar el lavado del vehículo, como se observa en la imagen 11. Este procedimiento es fundamental para garantizar que el taller reciba la móvil en condiciones óptimas, permitiendo una inspección más detallada y facilitando las intervenciones técnicas necesarias.

El lavado no solo contribuye a la limpieza general del vehículo, sino que también permite detectar con mayor claridad posibles fugas de fluidos, daños estructurales o acumulaciones de suciedad que podrían afectar el diagnóstico y la ejecución de las reparaciones. Además, una superficie limpia facilita el trabajo de los técnicos en áreas como mecánica,

electricidad y neumáticos, asegurando que cada componente pueda ser evaluado sin interferencias externas.

Este procedimiento es un estándar dentro del flujo de mantenimiento, ya que ayuda a optimizar los tiempos de trabajo, reduce el riesgo de contaminación en las intervenciones y mejora la precisión en la identificación de fallas. Una vez finalizado el lavado, la móvil es trasladada al área de mantenimiento, donde se inicia el proceso de revisión y ejecución de las actividades correctivas y preventivas según su orden de trabajo.

Figura 11

Móvil en estación de lavado



Una vez finalizado el lavado, la móvil es trasladada al área de tanqueo, como se muestra en la imagen 12. En esta fase, el vehículo es abastecido de combustible para garantizar que, una

vez completado el mantenimiento y autorizado su salida del taller, pueda retomar su operación sin necesidad de realizar paradas adicionales para el tanqueo.

Este procedimiento es clave para optimizar los tiempos operativos y reducir los tiempos muertos, asegurando que la móvil esté completamente preparada para iniciar una nueva ruta sin retrasos. Además, el abastecimiento de combustible dentro del flujo de mantenimiento permite detectar posibles fugas en el sistema de suministro de diésel y garantizar que el nivel de combustible sea el adecuado para su siguiente trayecto.

Una vez completado el proceso de tanqueo, la móvil queda lista para ingresar al área de mantenimiento, donde se ejecutarán las inspecciones y reparaciones correspondientes de acuerdo con su orden de trabajo.

Figura 12

Tanqueo de la móvil



Nota: La imagen muestra el proceso de tanqueo de una tractomula de Coordinadora, asegurando el abastecimiento de combustible para su operación continua en la ruta.

Después de completar el lavado y el proceso de tanqueo, la móvil es trasladada al taller para dar inicio a las intervenciones de mantenimiento. La primera tarea realizada fue el ajuste de las crucetas, como se observa en la imagen 13, ya que esta era la causa del ruido reportado por el conductor en la orden de trabajo.

El ajuste de las crucetas es una intervención clave en la transmisión del vehículo, ya que estos componentes permiten la correcta articulación del cardán y su conexión con la caja de cambios y el diferencial. Unas crucetas en mal estado o desajustadas pueden generar vibraciones, ruidos anómalos y, en casos extremos, fallas mecánicas que comprometen la operación segura del vehículo.

Durante esta actividad, el equipo de mantenimiento verificó el estado de los componentes, realizó los ajustes necesarios y garantizó que el ensamble quedara correctamente alineado. Con esta corrección, se buscó eliminar la anomalía reportada y evitar un desgaste prematuro en el sistema de transmisión.

Figura 13

Ajuste de cruceta de cardan



Nota: La figura muestra a un técnico realizando mantenimiento en la parte inferior de una tractomula desde un foso de inspección, asegurando el correcto funcionamiento del sistema de transmisión y otros componentes clave.

Después del ajuste de las crucetas, como se muestra en la imagen 13, se procedió con la revisión del sistema de aire acondicionado, tal como se observa en la imagen 14. Durante la inspección, el técnico determinó que el sistema presentaba una fuga de gas, lo que impedía su correcto funcionamiento y afectaba la eficiencia del enfriamiento en la cabina del conductor.

Tras identificar la causa de la falla, se llevaron a cabo las acciones correctivas correspondientes. El técnico procedió a sellar la fuga para evitar nuevas pérdidas de refrigerante

y, posteriormente, realizó la recarga del gas del aire acondicionado. Con esta intervención, se garantizó que el sistema operara en condiciones óptimas, asegurando el confort del conductor y previniendo futuros inconvenientes relacionados con el rendimiento del aire acondicionado durante la operación de la móvil.

Figura 14

Intervención del aire acondicionado



Nota: La figura muestra a un técnico realizando mantenimiento al sistema de aire acondicionado de una tractomula en un taller, asegurando su correcto funcionamiento y confort para el conductor.

Luego de completar la revisión y reparación del sistema de aire acondicionado, se procedió con el reemplazo del silenciador de la tractomula, como se evidencia en la imagen 15.

Este componente presentaba un desgaste excesivo, lo que generaba un nivel de ruido anormalmente alto durante la operación del vehículo. El deterioro del silenciador no solo

afectaba el confort acústico del conductor y del entorno, sino que también representaba un riesgo de sanción por parte de las autoridades de tránsito, ya que el ruido excesivo puede superar los límites permitidos por la normativa vigente. Para evitar posibles comparendos y asegurar el cumplimiento de las regulaciones, se realizó el cambio del silenciador por uno nuevo, optimizando así el rendimiento del sistema de escape y reduciendo la contaminación sonora generada por la móvil.

Figura 15

Instalación de silenciador nuevo



Seguidamente, la tractomula fue trasladada al área de llantas para atender el reporte del conductor, quien indicó que la llanta P4 (Posición 4) presentaba baja presión de aire. Durante la inspección, el técnico encargado identificó una pequeña fisura en la superficie de la llanta, la cual era la causa de la pérdida de presión.

Una vez detectada la anomalía, se procedió con la reparación correspondiente, como se muestra en la imagen 16. La solución aplicada consistió en la instalación de un parche sobre la

ranura afectada, asegurando así la hermeticidad de la llanta y restableciendo su capacidad de retención de aire. Esta intervención permitió optimizar la seguridad y el rendimiento del neumático, evitando posibles fallos en la vía y prolongando su vida útil dentro del ciclo operativo de la móvil.

Figura 16

Instalación de llanta reparada



Una vez finalizada la instalación y reparación de la llanta, se procedió con la inspección de la fuga de aceite reportada en la orden de trabajo. Durante la revisión del sistema de lubricación del turbo, el técnico identificó que la causa del problema era un perno suelto, como se observa en la imagen 17.

Esta anomalía estaba generando una fuga de aceite que, de no ser corregida a tiempo, podría comprometer el correcto funcionamiento del motor. La pérdida de lubricación en el turbo puede provocar un sobrecalentamiento, un desgaste prematuro de sus componentes y, en casos extremos, una falla catastrófica del sistema.

Para solucionar el problema, el técnico procedió a ajustar el perno correctamente, asegurando la estanqueidad del sistema de lubricación. Posteriormente, se realizó una verificación adicional para confirmar que la fuga había sido eliminada y que el sistema operaba de manera óptima. Con esta intervención, se garantizó la protección del motor y la eficiencia del turbo en futuras operaciones de la tractomula.

Figura 17

Reparación de buja de aceite del turbo



A continuación, se procedió con la revisión del sistema eléctrico de la móvil, específicamente en la categoría de iluminación, ya que en la orden de trabajo se reportó que las luces no funcionaban. Para diagnosticar la falla, el técnico especializado inició el proceso inspeccionando la caja de fusibles y midiendo la continuidad de cada uno de los fusibles responsables de la alimentación del sistema de luces, como se muestra en la imagen 18.

Utilizando un probador de fusibles, el técnico identificó que uno de los fusibles encargados de las luces no estaba proporcionando continuidad, lo que indicaba que estaba

quemado. Esta anomalía impedía el correcto funcionamiento del sistema de iluminación de la tractomula. Para solucionar la falla, se procedió con el reemplazo del fusible por uno nuevo de las mismas características eléctricas.

Una vez instalado el nuevo fusible, se realizó una segunda medición con un multímetro para verificar su correcto funcionamiento. La prueba arrojó valores adecuados, lo que confirmó que el sistema de luces había sido restablecido correctamente. Con esta intervención, se garantizó la operatividad del sistema de iluminación de la móvil, evitando riesgos en la seguridad vial y asegurando el cumplimiento de las normativas de tránsito.

Figura 18

Revisión de caja de fusibles



Una vez finalizadas las labores en la categoría de electricidad, se procedió con el lijado y pintado del bómper, como se observa en la imagen 19. Este componente presentaba un desgaste significativo debido a la exposición prolongada a factores ambientales como el sol, la lluvia y las condiciones hostiles de la carretera, lo que había deteriorado tanto la pintura como la integridad superficial del material.

El proceso inició con el lijado del bómper para eliminar imperfecciones, residuos de pintura deteriorada y cualquier signo de corrosión. Posteriormente, se aplicó una base protectora para mejorar la adherencia de la nueva capa de pintura y prolongar su durabilidad. Finalmente, se llevó a cabo la aplicación de la pintura en el color correspondiente, asegurando un acabado uniforme y resistente.

Esta intervención no solo mejoró la apariencia estética de la tractomula, sino que también contribuyó a la protección del material contra futuros desgastes, asegurando una mayor vida útil del componente y evitando costos innecesarios de mantenimiento a corto plazo.

Figura 19

Bumper reparado



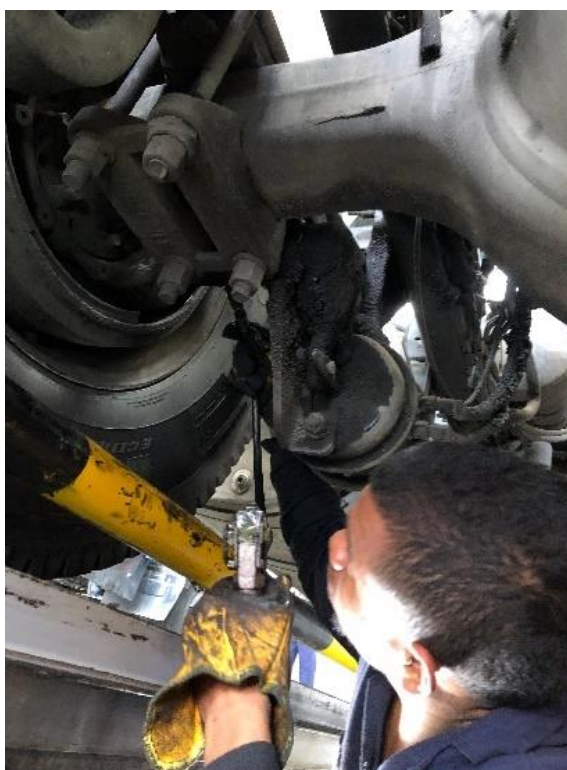
Para finalizar el proceso de intervención, la móvil es trasladada al área de lubricación, donde el técnico especializado lleva a cabo el procedimiento correspondiente. Para ello, utiliza

una manguera especial que permite la aplicación precisa del lubricante en las toberas de lubricación de los diferentes componentes del vehículo, como se observa en la imagen 20.

Durante esta etapa, se realiza la lubricación de elementos críticos como los splinters, raches de freno, crucetas del cardán largo y corto, bujes de ballestas, bastidores, terminales de dirección, caña de dirección, quinta rueda y embrague. Este proceso es fundamental para reducir la fricción entre los componentes móviles, minimizar el desgaste prematuro y garantizar un desempeño óptimo del sistema mecánico.

Figura 20

Lubricación de splinters



Después que cada uno de los técnicos terminó la intervención correspondiente a su categoría, se acerca hacia el computador del taller para hacer el proceso para la ejecución de la herramienta de control en Google Sheets.

1. El técnico correspondiente entra al Forms establecido, el cual está anclado en la página principal del navegador
2. Introduce su código que lo identifica como empleado de la empresa
3. después digita el N° de móvil
4. Seguidamente contesta la pregunta ¿Se lograron culminar las actividades técnicas correspondientes a su área?, si la respuesta es sí, le da clic en siguiente y enviar, ahí se reflejará el resultado en la hoja de cálculo de Google Sheets. De lo contrario, si la respuesta es no debe contestar la pregunta ¿Porque no se ejecutaron las actividades? Y tendrá que elegir una de las siguientes respuestas: Repuesto no disponible, Falta de tiempo para la intervención, vehículo no disponible u otro motivo. Y por último contesta la siguiente petición: Especifique las actividades que quedaron pendientes.
5. Para finalizar el proceso le da clic en enviar

Recomendaciones

La digitalización del mantenimiento de flotas ha demostrado ser una estrategia efectiva para reducir costos y mejorar la disponibilidad de los vehículos (Ahire & Dreyfus, 2000). La implementación de herramientas como Google Forms y Apps Script ha permitido optimizar la captura y análisis de información (Google LLC, 2023).

Para continuar con la optimización del sistema, se recomienda:

- Implementar estrategias de mantenimiento predictivo basadas en análisis de datos (Mobley, 2002).
- Aplicar metodologías de gestión de activos según la ISO 55000 (International Organization for Standardization, 2014).
- Desarrollar modelos de análisis basados en inteligencia artificial para mejorar la detección de fallas en la flota (Smith & Mobley, 2008).

Aunque la funcionalidad es el pilar fundamental de cualquier sistema, no debemos subestimar el poder de una interfaz visualmente atractiva y fácil de navegar. Una interfaz bien diseñada no solo mejora la experiencia del usuario, sino que también fomenta la adopción y el uso continuo del sistema.

La elección de colores e iconos puede facilitar la identificación de información importante y mejorar la legibilidad de la hoja de cálculo. Sin embargo, es importante utilizar estos elementos de forma estratégica para evitar el exceso de información visual y garantizar que la interfaz siga siendo clara y fácil de usar.

La incorporación de mensajes de ayuda y sugerencias en los formularios y la hoja de cálculo puede ser de gran utilidad para guiar al usuario, evitar errores y facilitar el uso del sistema. Estos mensajes pueden proporcionar información adicional sobre cómo completar un formulario, qué tipo de datos se deben ingresar en un campo específico o cómo interpretar la información mostrada en la hoja de cálculo.

Referencias

- Ahire, S. L., & Dreyfus, P. (2000). The impact of design management and process management on quality: An empirical investigation. *Journal of Operations Management*, 18(5), 549-575.
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709-756.
- Coordinadora Mercantil S.A. (2024). *Manual de procedimientos de mantenimiento de tractomulas*. Coordinadora Mercantil.
- Duffuaa, S. O., Raouf, A., & Campbell, J. D. (2009). *Planning and control of maintenance systems: Modeling and analysis*. John Wiley & Sons.
- Google LLC. (2023). *Google Sheets: Documentación y mejores prácticas para la gestión de datos*. Google Support. <https://support.google.com/docs>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2011). *Norma Técnica Colombiana NTC 5581. Mantenimiento vehicular – Requisitos generales*. ICONTEC.
- International Organization for Standardization. (2014). *ISO 55000:2014. Gestión de activos – Conceptos y principios*. Organización Internacional de Normalización.
- International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos*. Organización Internacional de Normalización.

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 45001:2018. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo – Requisitos con orientación para su uso.*

Organización Internacional de Normalización.

Ministerio de Transporte de Colombia. (2023). *Reglamento de seguridad y mantenimiento para transporte de carga pesada.*

Mobley, R. K. (2002). *An introduction to predictive maintenance.* Elsevier.

National Aeronautics and Space Administration. (2008). *Reliability-centered maintenance guide for facilities and collateral equipment (RP-1).* NASA.

Pérez, J., & Ramírez, L. (2021). Implementación de sistemas de gestión de mantenimiento en empresas de transporte. *Revista de Ingeniería y Tecnología*, 39(2), 105-120.

Smith, R., & Mobley, R. K. (2008). *Rules of thumb for maintenance and reliability engineers.* Elsevier.

World Health Organization. (2020). *Guidelines on occupational health and safety in transportation.* Organización Mundial de la Salud.