



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

DESARROLLO DE UNA HOJA INTERACTIVA PARA EL CONTROL DEL MANTENIMIENTO DE PRIMER ESCALÓN DE VEHÍCULOS

Gonzalo Casillas Sánchez

Director académico: Don José Joaquín Sancho Val

Director militar: Teniente Don Germán Espinosa Vega

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2025

Repositorio de la Universidad de Zaragoza – Zagan
<http://zagan.unizar.es>



AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado, así como la consecución de pequeñas victorias reflejadas en forma de exámenes tras innumerables horas de esfuerzo y sacrificio, no habrían sido posibles sin un apoyo externo que sin duda todos necesitamos. En mi caso me gustaría darles las gracias a mis padres por su ayuda incondicional de todo tipo. A todos aquellos profesores que han entendido mi situación y la de mis compañeros y han dedicado una mínima parte de su tiempo fuera de sus obligaciones en nuestro beneficio. A mis tutores, tanto académico como militar, que han orientado la realización de este trabajo hasta el punto de poner la semilla inicial de la que surgiría todo este proyecto.

Pero en especial me gustaría agradecer esto a mis compañeros de promoción y de otras promociones, ya que nadie entiende como ellos mi situación y nadie ha estado tan cerca de mi y del camino andado. Siempre han compartido sus conocimientos e información conmigo, ahorrando en gran medida el tiempo y dedicación necesarias en un entorno en el nunca me ha sobrado.

Muchas gracias a todos.



RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como finalidad el desarrollo de una hoja interactiva para el control del mantenimiento de primer escalón de vehículos militares, orientada a mejorar la eficiencia, trazabilidad y fiabilidad de los procesos logísticos en una unidad tipo compañía. Surge de la observación directa en la unidad de prácticas, donde el sistema actual basado en hojas de cálculo Excel resultaba funcional pero limitado por su falta de automatización, dispersión de la información y ausencia de indicadores analíticos. La necesidad de contar con una herramienta más moderna, intuitiva y automatizada motivó el diseño de una nueva solución mediante la plataforma LOVABLE.

El problema principal identificado fue la dependencia del registro manual, que incrementaba la carga de trabajo y los errores humanos, dificultando la gestión del mantenimiento. Para dar respuesta a ello, el proyecto plantea una herramienta digital que automatiza procesos, centraliza la información y permite generar informes, alertas y análisis en tiempo real, facilitando la toma de decisiones y reduciendo la burocracia interna. La hoja desarrollada incluye además un sistema de indicadores técnicos basado en el método STOP, que cuantifica la fiabilidad y disponibilidad de la flota, ofreciendo una visión global y analítica del estado del material.

La metodología empleada combina enfoques cualitativos y cuantitativos. En primer lugar, se aplicó un análisis DAFO para identificar debilidades y oportunidades del sistema actual. Posteriormente, mediante entrevistas informales con el personal de mantenimiento, se recopilaron las necesidades operativas que sirvieron como base del análisis QFD, el cual permitió alinear los requisitos del usuario con las características técnicas de la nueva herramienta. Finalmente, se aplicó el método AHP para comparar objetivamente la hoja LOVABLE con el modelo Excel, evaluando criterios como eficiencia, trazabilidad, automatización, facilidad de uso, seguridad y escalabilidad. El resultado final otorgó un peso global de 0,58 a la hoja LOVABLE frente a 0,42 del Excel, confirmando su superioridad funcional y operativa.

Los resultados obtenidos evidencian que la hoja LOVABLE mejora significativamente la gestión del mantenimiento, aumentando la eficiencia y reduciendo los tiempos administrativos sin comprometer la facilidad de uso. Además, su diseño modular y escalable permite futuras integraciones con sistemas corporativos como SIGLE, garantizando su sostenibilidad a largo plazo. En conclusión, los objetivos planteados se han alcanzado plenamente: la herramienta desarrollada representa un paso real hacia la digitalización del mantenimiento militar, contribuyendo de forma directa a la modernización tecnológica y operativa de las Fuerzas Armadas

Palabras clave

Seguridad, trazabilidad, automatización, digitalización y predicción.



ABSTRACT

This Final Degree Project aims to develop an interactive spreadsheet for controlling first-echelon vehicle maintenance within military units, designed to improve the efficiency, traceability, and reliability of logistical processes at the company level. It originates from direct observation in the internship unit, where the current system based on Excel spreadsheets proved functional but limited due to its lack of automation, data dispersion, and absence of analytical indicators. The need for a more modern, intuitive, and automated tool motivated the design of a new solution using the LOVABLE platform.

The main problem identified was the heavy reliance on manual data entry, which increased workload and human errors, making maintenance management difficult. To address this, the project proposes a digital tool that automates processes, centralizes information, and enables the generation of reports, alerts, and real-time analysis, thus facilitating decision-making and reducing administrative burden. The developed sheet also includes a set of technical indicators based on the STOP method, which quantifies the fleet's reliability and availability, providing a global and analytical view of the equipment status.

The methodology combines qualitative and quantitative approaches. First, a SWOT analysis identified weaknesses and opportunities in the current system. Subsequently, informal interviews with maintenance personnel collected operational needs that served as input for the QFD analysis, aligning user requirements with the technical characteristics of the new tool. Finally, the AHP method was applied to objectively compare the LOVABLE sheet with the Excel model, evaluating criteria such as efficiency, traceability, automation, usability, security, and scalability. The final result assigned a global weight of **0.58** to the LOVABLE sheet compared to **0.42** for Excel, confirming its functional and operational superiority.

The results show that the LOVABLE sheet significantly improves maintenance management, increasing efficiency and reducing administrative times without compromising ease of use. Furthermore, its modular and scalable design allows future integration with corporate systems such as SIGLE, ensuring long-term sustainability. In conclusion, the proposed objectives have been fully achieved: the developed tool represents a real step toward the digitalization of military maintenance, directly contributing to the technological and operational modernization of the Armed Forces.

Keywords

Security, traceability, automation, digitalization and prediction.



ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	i
RESUMEN	ii
ABSTRACT	iii
INDICE DE CONTENIDO	iv
INDICE DE FIGURAS.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	vii
ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	viii
DECLARACIÓN DE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Contexto general del mantenimiento en las Fuerzas Armadas.....	1
1.2 El primer escalón de mantenimiento y su relevancia.....	1
1.3 Evolución de los sistemas de control. Del papel a la digitalización	2
1.4 Situación en la unidad de prácticas	2
1.5 Justificación y aportación del trabajo	3
1.6 Alcance, limitaciones y estructura de la memoria.....	4
2. Antecedentes y marco teórico	5
2.1 El mantenimiento en el Ejército de Tierra y en la OTAN.....	5
2.2 El control del mantenimiento en la unidad de prácticas.....	6
2.3 Análisis DAFO del sistema actual.....	6
2.4 Referencias a experiencias similares en digitalización logística	9
2.5 Lecciones aprendidas aplicables	10
3. Objetivos y metodología	11
3.1 Objetivos del trabajo	11
3.2 Metodología empleada.....	12
4. Desarrollo, análisis y resultados	17
4.1 Estructura y arquitectura funcional de la hoja LOVABLE.....	17
4.2 Módulos funcionales	22
4.3 Aplicación de la metodología QFD	32
4.4 Análisis comparativo AHP	33
4.5 Análisis cuantitativo mediante el sistema STOP	35
4.6 Resultados generales y discusión	38
5. Conclusiones y propuestas de mejora	39



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXOS	42
1. Anexo 1 Instrucciones de uso hoja LOVABLE	42
2. Anexo 2 Ejemplos documentos generados	58
3. Anexo 3 Guía para servidor militar local	62



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Análisis DAFO	13
Figura 2 Panel principal	23
Figura 3 Panel vehículos	24
Figura 4 Panel reparaciones	25
Figura 5 Panel alertas.....	27
Figura 6 Buzón	29
Figura 7 Informe semanal	29
Figura 8 Panel de seguridad	31
Figura 9 Restauración de datos	32
Figura 10 Criterios AHP	34
Figura 11 Evaluación criterios AHP.....	34
Figura 12 Evaluación alternativas AHP	35
Figura 13 Jerarquización alternativas AHP	35
Figura 14 Sistema STOP	36
Figura 15 Gráficos e indicadores STOP	37



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Síntesis métodos utilizados	16
Tabla 2 Análisis QFD.....	33
Tabla 3 Explicación formulas STOP.....	38



ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- TFG – Trabajo Fin de Grado
- LOVABLE – Plataforma de desarrollo sin código (no-code) utilizada para crear la hoja interactiva
- ET – Ejército de Tierra
- DAFO – Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
- QFD – Quality Function Deployment (Despliegue de la Función de Calidad)
- AHP – Analytic Hierarchy Process (Proceso Analítico Jerárquico)
- STOP – Sistema de indicadores técnicos basado en Sucesos, Tiempo, Ocio y Producción
- TMBF – Tiempo Medio de Buen Funcionamiento
- TPM – Tiempo Medio de Parada por Mantenimiento
- D – Disponibilidad
- SIGLE – Sistema Integrado de Gestión Logística del Ejército de Tierra
- R.I. – Razón de Inconsistencia (utilizada en el método AHP)
- W – Peso relativo o Weight (valor ponderado obtenido en el AHP)
- PDF – Portable Document Format
- DOCX – Microsoft Word Document
- XLSX – Microsoft Excel Spreadsheet File



DECLARACIÓN DE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Por la presente, declaro haber hecho uso de herramientas basadas en Inteligencia Artificial como ChatGPT y la herramienta de programación LOVABLE. El uso de estas aplicaciones se ha basado en:

- El desarrollo de la hoja interactiva mediante LOVABLE, con la cual mediante conversaciones a modo de chat, se le ha pedido que vaya desarrollando paso por paso, especificando cada detalle de todo aquello que le interesaba al autor del TFG introducir, por los motivos expuestos durante el desarrollo del trabajo.
- La lectura del código interno generado mediante la hoja LOVABLE para una mayor comprensión por parte del usuario y ante la necesidad de explicar su composición en el TFG.
- La generación de una estructura general del trabajo para agilizar la realización de este.
- La búsqueda de información en internet.



1. INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto general del mantenimiento en las Fuerzas Armadas.

El mantenimiento de los sistemas y equipos militares es uno de los pilares fundamentales para garantizar la operatividad y eficacia de las Fuerzas Armadas, ya sea en territorio nacional o en misiones en el extranjero. La capacidad de sostener en el tiempo el empleo de vehículos y otros medios materiales no solo depende de la adquisición de nuevos sistemas, sino del correcto mantenimiento de los sistemas ya adquiridos anteriormente. El Ejército de Tierra español cuenta con una organización por escalones de mantenimiento, que principalmente organizan donde y quién debe encargarse de las diferentes averías del material de las unidades, siendo el primer escalón el propio usuario que utiliza y es responsable por lo tanto del material asignado.

La importancia de la efectividad tanto de estos procesos como de estar al corriente del estado de los mismos resulta evidente en un contexto internacional tan impredecible y volátil en el que siempre debemos estar preparados para una reacción rápida y en el que no podemos estar a expensas de carecer de material por una mala gestión o información sobre el estado de este. Por ello la doctrina de sostenimiento logístico de la OTAN y de las Fuerzas Armadas españolas establece que el mantenimiento debe ser entendido como una parte esencial de la función de combate Apoyo Logístico, que resulta imprescindible para alcanzar la libertad de acción.

1.2 El primer escalón de mantenimiento y su relevancia

Como ya se ha mencionado, el primer escalón ocupa un lugar central, pues constituye el nivel más próximo al usuario y por lo tanto el primero en actuar cuando ocurre una incidencia. Podríamos definirlo como el conjunto de tareas de mantenimiento preventivo y correctivo que realiza el propio personal de la unidad. Este personal son generalmente los conductores de las compañías, que guiados por un mando funcional encargado de la dependencia de vehículos, realizan el mantenimiento diario de los mismos y las reparaciones que estén a su alcance. Algunas de las actividades más representativas y comunes serían:

- Revisión diaria de filtros y niveles de fluidos (aceite, refrigerante, combustible, líquido de frenos).
- Control y ajuste de la presión y estado de los neumáticos.
- Sustitución de elementos fácilmente reemplazables como bombillas, fusibles, baterías o filtros.
- Detección inicial de averías mediante observación directa y el conocimiento del funcionamiento básico y regular del vehículo.

Estas acciones aparentemente simples, tienen un efecto decisivo en la operatividad global de la flota. Cobran mayor importancia en un ejército como el nuestro, que carente de presupuesto en algunos ámbitos sigue manteniendo piezas y vehículos con una larga trayectoria, lo que ha generado una cultura de cuidado y aprovechamiento del material muy positiva, que nos hace desarrollar nuestras cualidades y explotar nuestros medios. El cuidado diario y correctivo no solo de los vehículos sino del material agregado a ellos también acaba formando parte de la instrucción de nuestros soldados casi sin darnos cuenta.

Además de todas las capacidades técnicas, el mantenimiento de primer escalón se fundamenta en una dimensión logística, donde una correcta organización y priorización de los



objetivos y tareas, resulta fundamental. Por ello si esta información se recibe de la manera más clara, concisa e intuitiva posible, ligado a la mayor antelación, se puede conseguir que los vehículos no sean nuestro factor limitante, que en muchos casos por desgracia lo es.

En conclusión, el primer escalón constituye la base del sistema de mantenimiento, ya que es la primera barrera contra la pérdida de la operatividad de un vehículo. Su correcta ejecución es, por tanto, un requisito indispensable para la eficacia del conjunto del ET (Ejército de Tierra).

1.3 Evolución de los sistemas de control. Del papel a la digitalización

El control del mantenimiento en unidades militares se realizaba y se realiza en muchos casos mediante registros manuales, como pueden ser por ejemplo los documentos tipo 2404, en los que actualmente aparece un histórico de incidencias sobre un vehículo o material en concreto. Este modelo presenta varias limitaciones como la pérdida de información, la duplicidad de datos y la dificultad y el tiempo que implica el recopilar estadísticas. Por todo ello medios digitales como SIGLE han comenzado a reemplazar parcialmente ese sistema manual.

En la actualidad, la tendencia en logística militar nos lleva hacia una digitalización interactiva y automatización inteligente. En algunas publicaciones de Defensa se describe cómo la logística militar evoluciona hacia nuevos modelos con sistemas de información integrados, con catálogos automatizados y gestión centralizada de datos [1] Gracias a esta centralización y automatización se pueden gestionar flotas, planificar mantenimientos y diseñar estrategias preventivas mediante algoritmos inteligentes [2].

En el entorno militar se vislumbra un paso hacia el mantenimiento predictivo, mediante sistemas que, a través de sensores y análisis de datos, anticipan fallos antes de que ocurran, lo que minimiza paradas inesperadas e incrementa la disponibilidad. Todo esto se ha convertido en una meta en las Fuerzas Armadas modernas, una meta que se antoja lejana y cuyo limitante es el presupuesto para adquirir nuevos materiales. Esto presenta un problema, ya que con materiales tan antiguos como los del ejército español, en muchas ocasiones no queda más opción que dar un mantenimiento correctivo[3]. En esta situación nos encontramos ante un claro error de concepto, ya que en el ET el costo del mantenimiento y uso del material adquirido es de un 70%, mientras que el otro 30% pertenece a la adquisición del mismo.

1.4 Situación en la unidad de prácticas

El desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado se enmarca en el periodo de prácticas realizado por el alumno en el Regimiento de Infantería "Soria 9" perteneciente a la isla de Fuerteventura. En este contexto, se ha podido observar de primera mano el funcionamiento del sistema de mantenimiento de primer escalón aplicado a los vehículos de una de las compañías del cuartel. La gestión del mantenimiento de esta unidad se hace mediante una hoja Excel elaborada internamente por el personal, la cual sirve como instrumento de control y registro de las operaciones más básicas. Asimismo, la información se trasvasa al segundo escalón a través de un documento sobre papel llamado "2404", en el que aparece el histórico de incidencias del vehículo.

La hoja Excel permite reflejar información esencial relativa a la operatividad general de la flota, las tareas pendientes de ejecución, las novedades detectadas en los lotes de abordaje y las revisiones programadas o en curso. Además, cada vehículo dispone de una hoja individual donde se detallan las incidencias registradas, las intervenciones realizadas y las fechas de última revisión.



El sistema en sí ha sido trabajado por los mandos de la compañía y cumple con creces su función básica de seguimiento, pero la experiencia en la unidad me ha permitido identificar varios fallos que se tratarán más adelante.

Esas carencias hacen más duradera y difícil la tarea del control y seguimiento continuo de un material tan delicado como importante, además de limitar la disposición de una visión precisa y actualizada del estado de los vehículos.

La realidad observada en la unidad demuestra que, gracias al esfuerzo de unos mandos incansables la situación se está salvando día a día, sin importar las horas de trabajo que se necesiten. Es por ello que se debe auxiliar a este personal dotándole de las mejores armas, que en muchos casos no son de fuego, para de esta manera, economizar y sacar el mayor rendimiento del trabajo y las ganas de trabajar de nuestro personal. De este modo y siendo conocedores de la tecnología actual que nos rodea se hace necesario un sistema que automatice procesos, unifique datos y ofrezca una visualización inmediata de cada vehículo y de la compañía en su conjunto.

1.5 Justificación y aportación del trabajo

El creciente nivel de exigencia operativa y logística que nos demanda la situación geopolítica global, hace que las FAS (Fuerzas Armadas) deban ser lo más eficientes, precisas y ágiles posibles. En este contexto, las herramientas tradicionales de gestión se quedan cortas frente a la necesidad de disponer de información en tiempo real, alertas automáticas y capacidad de explotación analítica de los datos.

Por todo ello este TFG justifica su realización basándose en los siguientes argumentos:

- Mejora en la eficiencia: Una herramienta interactiva puede reducir el tiempo necesario para registrar, consultar o generar informes. Esto puede repercutir en una mayor disponibilidad de los vehículos de una unidad, lo que aumenta significativamente la operatividad de la misma.
- Reducción del error humano: Validaciones automáticas, controles de integridad y estructuración uniforme de los datos que disminuyen la incidencia de los errores tipográficos y de duplicados que en muchas ocasiones aparecen en hojas Excel.
- Capacidad de anticipación y control preventivo: Se pueden programar alertas de vencimientos, ciclos de mantenimiento recomendados y patrones de averías repetitivas. Esto transforma nuestra gestión de reactiva a proactiva.
- Transparencia, trazabilidad y capacidad de auditoría: Un sistema digital bien diseñado asegura que cada operación quede debidamente registrada con fecha, usuario responsable y estado. Todo ello facilita revisiones internas y un control más exhaustivo.
- Escalabilidad y alineamiento en la modernización de las FAS: La propuesta no sirve únicamente para la unidad de prácticas sino que puede ser útil para todas las unidades, y aunque en un inicio se ha desarrollado para cumplir funciones de primer escalón, sería sencillo hacer que se interconecte con los demás escalones superiores, de manera que se pueda hacer un seguimiento del estado de la reparación de los vehículos de la unidad, teniendo conocimiento de todas las reparaciones y sustituciones que se le aplican en tiempo real.



- Aporte académico y técnico: Este trabajo combina conocimiento de mantenimiento y logística militar con herramientas tecnológicas modernas, lo que demuestra las capacidades que puede adquirir el ejército si consigue avanzar al mismo ritmo tecnológico que la vida civil.

1.6 Alcance, limitaciones y estructura de la memoria

El alcance de este trabajo se centra en el desarrollo de una hoja interactiva para la gestión del mantenimiento de primer escalón de vehículos militares, para lo cual se ha tomado como referencia y punto de partida el sistema actual utilizado en la unidad de prácticas, basado en hojas de cálculo tradicionales. La finalidad de este TFG no es sustituir al sistema actual existente de forma inmediata, sino proponer una evolución funcional y tecnológica que mejore la eficiencia en el control de la flota.

El trabajo se enmarca dentro del nivel orgánico de unidad tipo compañía, donde se concentran las tareas básicas de mantenimiento y el control directo sobre los vehículos que tiene asignados cada Batallón.

El proyecto abordará el diseño conceptual, la implementación y la validación inicial de la herramienta, así como su comparación objetiva con el modelo Excel anterior. El producto final no pretende ser un software cerrado o corporativo, sino un producto funcional adaptable que pueda servir de base para futuras integraciones con sistemas oficiales de gestión logística.

El trabajo presenta una serie de limitaciones que debemos considerar:

- Ámbito técnico: el proyecto se centra exclusivamente en el mantenimiento del primer escalón, para evitar entrar en conflicto con otros programas como SIGLE y de esta manera poder resultar útil aunque sea a pequeña escala. No obstante se dejarán planteadas posibles líneas de continuidad hacia esos niveles.
- Dependencia tecnológica: el correcto funcionamiento de la hoja interactiva depende del soporte y estabilidad de la plataforma LOVABLE, así como de la compatibilidad con los sistemas informáticos de las unidades. Sin embargo el código del proyecto está en propiedad de su creador y puede ejecutarse tanto en otras plataformas como en un servidor local que garantizaría una mayor seguridad de los datos tratados en el proyecto.
- Seguridad: el proyecto que se ha desarrollado tiene una seguridad básica basada en tres cuentas con tres contraseñas que pertenecen al propio código del programa. Esto se podría externalizar con un sistema de validación y creación de usuarios soportado por plataformas que auxilien a la nuestra, lo que sería más operativo pero repercutiría en un coste económico que aunque es muy inferior al que actualmente trata el ejército español con sus sistemas, no tendría sentido asumirlo actualmente.
- Implantación práctica: aunque se propone un modelo completamente operativo, su aplicación real requerirá fases de validación y adaptación progresiva por parte del personal de mantenimiento, para garantizar la seguridad de los datos.

Las limitaciones tratadas son coherentes con la naturaleza académica del trabajo y con los recursos disponibles, pero no impiden que la propuesta realizada tenga valor práctico y de potencial escalabilidad. De hecho, la Estrategia de Digitalización del Ministerio de Defensa



subraya la necesidad de desarrollar herramientas sencillas y adaptables que puedan integrarse de forma progresiva en la estructura logística militar [4].

Por último, la estructura de la memoria se ajustará al formato establecido. Se organiza en seis capítulos principales:

- Introducción: en ella se expone el contexto del mantenimiento en las FAS, los problemas detectados en la unidad y la justificación del trabajo.
- Objetivos y metodología: define las metas del proyecto, su alcance y las técnicas empleadas.
- Antecedentes y marco teórico: se desarrolla el análisis doctrinal y técnico que fundamenta la propuesta.
- Desarrollo: análisis y resultados, que contiene la descripción de la hoja interactiva, su validación y los resultados comparativos con el modelo previo.
- Conclusiones: en este apartado se sintetizan las aportaciones principales y las líneas de mejora futura.
- Referencias bibliográficas.

2. Antecedentes y marco teórico

2.1 El mantenimiento en el Ejército de Tierra y en la OTAN

El mantenimiento en las FAS se concibe como un conjunto de actividades destinadas a conservar o restablecer la operatividad del material y los equipos, garantizando que las unidades dispongan de sus medios en condiciones óptimas para el cumplimiento de la misión.

La doctrina de la logística del ET se encuentra definida en distintos documentos emitidos por el MALE (Mando de Apoyo Logístico) y recogida entre otros en la Instrucción Técnica 07/17 [5]. Este documento permite establecer los criterios y parámetros que permiten evaluar la eficacia del sistema logístico, entre ellos lo relativo al mantenimiento.

A nivel internacional, la OTAN establece principios similares. En el documento *Allied Joint Doctrine for Logistics (AJP-4)*, se define el mantenimiento como “el proceso mediante el cual se conserva o restablece la condición de un material a su nivel operativo requerido” [6]. El texto subraya el mantenimiento como lo que venimos comentando, una de las partes integrales del ciclo de vida del material y como elemento indispensable para la sostenibilidad de la fuerza.

Además, la OTAN promueve un modelo de mantenimiento basado en la planificación predictiva y la integración de la información logística. En el Ejército de Tierra, alineado con estos principios, se ha desarrollado en los últimos años un proceso de modernización de su sistema logístico, incorporando sistemas como SIGLE (Sistema Integrado de Gestión Logística del Ejército), cuyo objetivo es unificar la información relativa a abastecimientos, transporte, mantenimiento y personal. Este sistema refleja la voluntad institucional de avanzar hacia una gestión digital e integrada de todos los procesos logísticos. Pero a pesar de esta voluntad SIGLE necesita de un programa como el que se está desarrollando en este trabajo, para complementarlo y nutrirle automáticamente de la información que necesita.



2.2 El control del mantenimiento en la unidad de prácticas

El sistema de mantenimiento en la unidad de prácticas se apoya en una herramienta de gestión interna desarrollada con Microsoft Excel por los propios miembros de la unidad. Esta hoja de cálculo tiene el fin de mantener un control actualizado del estado de la flota de vehículos, las incidencias detectadas y las tareas de reparación en curso. Aunque el sistema carece de un soporte informático oficial o corporativo, constituye una solución funcional de bajo coste que permite cubrir las necesidades básicas del mantenimiento de primer escalón.

La estructura general de la hoja se divide en varios apartados que permiten ordenar la información de forma jerárquica:

- Hoja principal de operatividad.
- Pestaña de tareas pendientes.
- Registro de novedades de los lotes de abordó.
- Hojas individuales por matrícula, que permiten documentar el historial de cada vehículo.

Esta organización favorece la existencia de un registro completo, pero no integrado y con falta de automatismos que ahorren y hagan más eficaz el gran trabajo del personal. No existen campos bloqueados ni validaciones automáticas.

Durante el periodo de prácticas se constató que el sistema es útil para registrar la información, pero no resulta útil para explotarla. La gestión del mantenimiento en unidades debe basarse en criterios de inmediatez, fiabilidad y trazabilidad.

Pese a sus limitaciones, la hoja Excel constituye una base valiosa para este Trabajo de Fin de Grado, ya que su análisis ha permitido identificar las necesidades reales del personal de mantenimiento y los puntos críticos que deben ser mejorados:

- Consolidar la información dispersa en un entorno unificado.
- Implementar mecanismos automáticos de validación y aviso.
- Facilitar la generación de informes de manera instantánea que agilicen la burocracia.
- Garantizar la coherencia de los registros históricos de cada vehículo.

En definitiva, la herramienta actual refleja el esfuerzo de la unidad por adaptarse a los medios disponibles, pero también evidencia la necesidad de avanzar hacia una solución interactiva más moderna y eficiente, que integre la información, reduzca los errores humanos y mejore la capacidad de decisión de los mandos.

2.3 Análisis DAFO del sistema actual

Con el fin de analizar de forma sistemática la situación actual del control de mantenimiento en la unidad de prácticas, se ha elaborado un análisis DAFO en el que veremos cuáles son las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades relativos a la propia hoja Excel utilizada en la actualidad (Factores internos) y al entorno institucional del mantenimiento en el Ejército de Tierra (Factores externos).



Esta herramienta permite identificar los puntos críticos del sistema y orientar la toma de decisiones hacia soluciones realistas y adaptadas a las capacidades disponibles. En el contexto de este trabajo el DAFO servirá como base para justificar el desarrollo de una herramienta digital interactiva que aproveche las fortalezas detectadas y dé respuesta a las debilidades y amenazas identificadas.

2.3.1 Debilidades

Las debilidades que han sido identificadas se relacionan con la estructura técnica del documento y con su modo de uso diario:

- **Dispersión de la información:** la separación de datos en múltiples pestañas dificulta la obtención de una visión global de la flota. No existe una visión global de la flota, al igual que tampoco existe una relación directa del estado del vehículo con su historial de mantenimiento y reparaciones, lo que provoca que en algunos casos algunos vehículos que se encuentran en estado 20 o 30 (Operativo condicional e inoperativo) no estén reflejados en el documento, o que sí lo estén, pero no en el recuento total de vehículos operativos, es decir, provoca fallos humanos evitables.
- **Ausencia de automatización:** la mayoría de los datos se introducen de manera manual, lo que repercute en situaciones como las del punto anterior y retrasa la actualización de los datos.
- **Escasa trazabilidad:** no se registran automáticamente las fechas de modificación ni el autor que las realiza, lo que complica el poder hacer un seguimiento de esto en caso de necesitarlo.
- **Carencia de funciones analíticas:** el sistema no obtiene gráficos, indicadores de tendencia ni informes estadísticos automáticos. Esto limita la capacidad de extraer conclusiones del estado de la flota.
- **Dependencia del factor humano:** el correcto funcionamiento depende en gran medida del nivel de implicación y desarrollo de herramientas individuales por parte de los militares de la unidad.
- **Duplicidad del trabajo:** al carecer de automatismos que por ejemplo generen documentos necesarios a entregar, como puede ser una hoja Excel con el estado de los vehículos para un ejercicio, se nos obliga a tener que realizar manualmente estos documentos.

En conjunto estas debilidades comprometen la fiabilidad y eficiencia del sistema, que pese a ser resolutivo, no deja de estar anticuado ante el incesante avance de la tecnología.

2.3.2 Amenazas

El desarrollo e implantación de nuevas herramientas digitales en el ámbito militar se enfrenta a varias amenazas externas:

- **Resistencia al cambio organizativo:** parte del personal puede mostrarse reticente a modificar los procedimientos que conoce y con los que lleva años desempeñando el mismo trabajo.
- **Limitaciones técnicas del entorno informático militar:** los equipos de las unidades dejan mucho que desear en cuanto a programas informáticos que con el paso de los años, la velocidad del avance tecnológico y la lentitud de adaptación del ejército



a los avances en la vida civil, hacen que en la mayoría de las ocasiones se opere con ordenadores personales.

- Falta de estandarización entre unidades: cada unidad suele adaptar sus procedimientos a su realidad operativa, que si bien es similar, al depender de la pericia e implicación de cada individuo, puede diferir un poco en los procesos de trabajo. Esto puede complicar la unificación de un modelo común.
- Riesgo de incompatibilidad con sistemas oficiales: si el nuevo sistema no se ajusta a los protocolos de seguridad y formato de datos del Ejército, su futura integración se puede llegar a ver obstaculizada.
- Dependencia de mantenimiento externo: el uso de plataformas de terceros como LOVABLE, implica confiar en un proveedor externo, lo que requiere asegurar la continuidad y confidencialidad del servicio.

Estas amenazas no deben interpretarse como obstáculos insalvables, sino como factores de riesgo a tener en cuenta, ya que algunas de ellas ya tienen solución y solo pasa por tratar este TFG como un proyecto real y darle aplicación. Un claro ejemplo sería el desarrollo de un servidor local a través del código del programa, a través del que se dejaría de depender de mantenimiento externo.

2.3.3 Fortalezas

El sistema actual pese a sus limitaciones presenta una serie de aspectos positivos que justifican su continuidad como punto de partida:

- Accesibilidad y bajo coste: el uso de Microsoft Excel no requiere licencias adicionales ni infraestructura compleja. El programa está disponible en la mayoría de los equipos del ejército, lo que facilita su implantación y mantenimiento.
- Familiaridad: el formato en el que se trabaja es conocido desde hace años por los usuarios que lo utilizan, ya que en muchos casos llevan siendo formados en el desde etapas escolares. Esto reduce tiempo de aprendizaje y permite que casi cualquier miembro de la unidad pueda actualizar los registros de la hoja.
- Flexibilidad y adaptabilidad: la hoja puede modificarse fácilmente y añadir nuevos apartados a gusto del operador, según las necesidades específicas de la unidad.
- Capacidad de archivo histórico: las hojas individuales por matrícula, aunque descentralizadas, permiten llevar un registro básico de las operaciones realizadas en cada vehículo.
- Utilidad inmediata: en ausencia de sistemas más avanzados, es un buen sistema para mantener un control básico sobre el estado operativo de los vehículos y las incidencias más relevantes.

Estas fortalezas demuestran que la hoja Excel responde parcialmente a los principios de autonomía logística promovidos en las unidades tipo compañía.

2.3.4 Oportunidades

El entorno institucional y tecnológico que envuelve a la vida civil e intenta envolver al ET revela varias oportunidades que pueden aprovecharse para mejorar el sistema actual:



- Digitalización del sostenimiento militar: en la *Estrategia de Transformación Digital 2020* se promueve la implantación de herramientas automatizadas para la gestión logística y administrativa [7].
- Disponibilidad de plataformas inteligentes de desarrollo: la existencia de herramientas basadas en inteligencia artificial como LOVABLE, permite crear soluciones personalizadas sin necesidad de programar desde cero, reduciendo costes y plazos de implementación. Esto hace que un usuario con una buena idea y pocos conocimientos sobre programación se vuelva completamente autosuficiente y operativo a la hora de crear algo de nuestro interés.
- Posibilidad de integración con sistemas corporativos: la futura compatibilidad con SIGLE mejoraría notablemente el control del material, impediría falsear datos al ser un registro diario y acumulativo y abriría la puerta a la sincronización de datos con otras áreas logísticas (abastecimiento, transporte, inventario).
- Alineamiento con la doctrina aliada: la OTAN impulsa la interoperabilidad digital entre sistemas logísticos, por lo que desarrollar un modelo digital de mantenimiento interno refuerza la capacidad de integración en entornos multinacionales. [8] [6]

Resulta evidente que el entorno institucional dice favorecer la modernización tecnológica de los sistemas de mantenimiento, lo que respalda la pertinencia del presente proyecto.

2.4 Referencias a experiencias similares en digitalización logística

En el ámbito de las FAS españolas, el Ministerio de Defensa ha establecido como línea estratégica prioritaria la implantación de soluciones digitales en el marco de su *Estrategia de Transformación digital 2020* [7].

El ET, en coherencia con esta política, ha desarrollado SIGLE, el cual como ya se ha mencionado ha sido diseñado para unificar la información relativa al mantenimiento, abastecimiento, transporte, sanidad y personal

A nivel doctrinal la OTAN fomenta esta misma orientación mediante la integración de sistemas logísticos interoperables. En línea con estos principios se ha desarrollado el NATO Codification System (NCS), una base de datos común que permite identificar y rastrear componentes y repuestos de manera estandarizada en todos los países aliados [9].

La industria de defensa europea también ha adoptado modelos similares bajo el concepto de Integrated Logistic Support (ILS), los cuales están orientados a reducir los tiempos de mantenimiento y aumentar la disponibilidad mediante el uso de sistemas predictivos y análisis de datos [9].

Otro ejemplo de referencia es el sistema JAMES (Joint Asset Management and Engineering Solutions) del Ejército Británico, una plataforma que centraliza toda la información de mantenimiento de vehículos y permite registrar en tiempo real cada intervención, avería o sustitución de componentes [10].

El desarrollo de la herramienta sobre la que se centra este trabajo, se inspira en esas experiencias, pero lo adapta al nivel táctico y operativo de una unidad del ET. Su diseño responde a las mismas exigencias que los anteriores sistemas, pero en un formato accesible, intuitivo y escalable que podría funcionar sin conexión con sistemas superiores dándole esa autonomía y misión command que tanto demanda el ejército.



2.5 Lecciones aprendidas aplicables

El análisis del sistema de mantenimiento actualmente utilizado en la unidad, junto con la experiencia práctica derivada del periodo de formación, la observación directa en otras unidades por parte del autor, las entrevistas con encargados de dependencias de vehículos de otras unidades y la lectura de los proyectos de digitalización logística en el ámbito nacional e internacional, permite establecer un conjunto de lecciones aprendidas que orientan el diseño, la validación y la futura evolución de la herramienta desarrollada.

Se han podido detectar varios factores clave:

- La simplicidad y la usabilidad resultan determinantes para la adopción tecnológica, pues las herramientas de gestión en unidades de primer escalón deben ser intuitivas, rápidas y fácilmente interpretables por el personal, con independencia de su nivel de formación técnica. Por ello, el diseño de la hoja interactiva se ha basado en una interfaz sencilla y visual, en la que cada función (registro, informes, control STOP...) está accesible mediante botones o pestañas claramente diferenciables.
- La automatización y la trazabilidad incrementan la eficiencia del mantenimiento, ya que con el sistema que se utiliza actualmente se ha detectado que se producen pérdidas de tiempo y por lo tanto de efectividad en tareas administrativas manuales, como hacer informes o registrar averías. La herramienta desarrollada soluciona este problema mediante la automatización de procesos como la generación de informes de cada vehículo tanto para conocer el estado como para mandarlo a el segundo escalón cuando se le requiera.
- La información integrada permite una gestión más eficaz y visual. Uno de los problemas detectados en la hoja Excel original era la dispersión de datos, problema que queda resuelto en la hoja interactiva desarrollada.
- La cuantificación mediante indicadores mejora la toma de decisiones. Con la incorporación del sistema STOP se ha permitido obtener un control analítico y cuantitativo, a través de los índices S, T, O, P y de los parámetros derivados (TMBF, TPM, Disponibilidad). Estos indicadores proporcionan una base sólida para la toma de decisiones operativas y la priorización de recursos.
- La participación del usuario final en el desarrollo de la hoja interactiva, garantiza la adecuación funcional real que va a tener el programa. Esta participación se ha llevado a cabo durante el desarrollo de la hoja interactiva, a través de entrevistas informales realizadas con el personal encargado de la dependencia de vehículos.

Este enfoque participativo refuerza la aplicabilidad del sistema y su aceptación futura, y por supuesto, constituye una práctica recomendada en proyectos de digitalización logística.

La flexibilidad y escalabilidad aseguran la continuidad del sistema, pues el diseño modular de la hoja LOVABLE permite incorporar nuevas funcionalidades sin alterar su estructura principal, además de ser interoperable y estar preparado para integrarse en plataformas corporativas como SIGLE al poder exportar sus datos a formatos como “.csv” o “.json”.

En resumen, las lecciones aprendidas evidencian que el sistema desarrollado combina usabilidad, automatización y capacidad analítica.



3. Objetivos y metodología

3.1 Objetivos del trabajo

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como finalidad el diseño, desarrollo y validación de una hoja interactiva que permita mejorar el control del mantenimiento de los vehículos militares en una unidad tipo compañía. La herramienta ha sido desarrollada con la plataforma LOVABLE, que consiste en una IA (Inteligencia Artificial) asistente a la programación mediante un chat con ella. La hoja sustituye al modelo tradicional y persigue automatizar los procesos de registro, análisis y generación de informes para incrementar la trazabilidad, fiabilidad y rapidez en la gestión del mantenimiento. La propuesta nace de la observación directa en la unidad de prácticas e indirecta en otras unidades a través de terceros, donde se ha visto una alta dependencia de procesos manuales o digitales con una carga excesiva de trabajo. En consecuencia, este trabajo presenta una solución digital que se adapta a los problemas que puedan surgir o ya hayan surgido en primer escalón.

3.1.1 Objetivo general

Desarrollar e implementar un programa para la gestión de flotas militares en la hoja LOVABLE que sea completamente operativo, que agilice los procesos de reparación y gestión para unidades de primer escalón tipo compañías, y a su vez escalable a segundo escalón, capaz de ser compatible con SIGLE para complementar y terminar de definir el avance tecnológico que se ha propuesto el ET.

3.1.2 Objetivos específicos

- Analizar el sistema actual de mantenimiento empleado en la unidad, identificando sus limitaciones y sus principales puntos de mejora. Esto se realiza a través del análisis DAFO.
- Recoger información empírica a través de observación directa y entrevistas informales con el personal implicado, para identificar las necesidades operativas del sistema. Esto se realizará a través de un listado de requisitos que formarán la base del análisis QFD.
- Diseñar la arquitectura funcional de la herramienta en LOVABLE, estructurando sus módulos de registro, control de incidencias, alarmas, el panel principal, indicadores STOP e informes automáticos sobre los vehículos y la flota en general.
- Validar el funcionamiento del sistema mediante datos reales obtenidos en la unidad, demostrando su capacidad para, por ejemplo, calcular los indicadores STOP y generar informes sobre la flota.
- Comparar la herramienta desarrollada con el modelo previo en Excel a través del análisis AHP, donde podamos ver criterios de eficiencia, facilidad de uso, fiabilidad y trazabilidad.
- Proponer mejoras y líneas futuras de evolución orientadas a la integración de la herramienta con programas corporativos como SIGLE.

3.1.3 Relación con las competencias del grado

Este proyecto aplica y combina competencias del Grado en Ingeniería de Organización Industrial, haciendo énfasis en la gestión del mantenimiento, la optimización de procesos y la



digitalización de la información, ya que integra conocimientos de ingeniería, organización y logística en un entorno operativo real. Además, emplea metodologías de análisis cuantitativo como STOP, AHP y QFD para la evaluación de sistemas. Diseña soluciones tecnológicas orientadas a la mejora continua. Por último, aplica herramientas digitales en la resolución de problemas reales que se le presentan a las FAS españolas, más concretamente al ET.

3.2 Metodología empleada

El desarrollo se ha estructurado en cuatro fases fundamentales:

- Diagnóstico del sistema actual
- Definición de requisitos y diseño de la hoja interactiva
- Implementación y validación técnica
- Análisis comparativo y evaluación de resultados

Cada una de estas fases se apoya en distintas técnicas de análisis que permiten abordar el problema desde una perspectiva integral que combine la información empírica con la medición objetiva del rendimiento.

3.2.1 Enfoque general del estudio

El trabajo parte de un enfoque exploratorio aplicado, ya que se basa en la identificación de una necesidad real observada durante el periodo de prácticas, y en el desarrollo de una herramienta tecnológica que responde directamente a dicha observación. Su orientación es práctica y demostrativa, ya que busca validar la funcionalidad del sistema de desarrollo, más que obtener resultados estadísticos generalizables.

La parte cualitativa se centra en observación directa y entrevistas informales con el personal de la compañía con el fin de conocer las percepciones, dificultades y limitaciones del sistema existente.

La parte cuantitativa se fundamenta en la aplicación de indicadores objetivos como el sistema STOP y en la comparación multicriterio AHP entre el modelo tradicional y la nueva herramienta digital.

3.2.2 Fase 1: Diagnóstico del sistema actual

Para realizar este diagnóstico se evaluó el sistema de control de mantenimiento existente en la unidad, que se basaba en hojas de cálculo Excel creadas por el propio personal. Para ello se aplicó un análisis DAFO, identificando las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. Este modelo de análisis fue desarrollado por el investigador y consultor Albert S. Humphrey mientras dirigía un estudio sobre fallos en la planificación estratégica corporativa [11] [12]. De ese estudio surgió un método original, simple, visual y lógico para analizar la situación de una organización o producto en el que se tienen en cuenta los factores internos y externos:

- Strengths (Fortalezas): capacidades internas que dan ventaja
- Weaknesses (Debilidades): aspectos internos que limitan o dificultan
- Opportunities (Oportunidades): Los avances tecnológicos o doctrinales.



- Threats (Amenazas): Los factores externos que condicionan su operatividad.

En el desarrollo de este TFG se considera esencial el realizar este tipo de análisis. Al realizarlo se han obtenido resultados en la siguiente línea:



- Figura 1 Análisis DAFO (Elaboración propia)

3.2.3 Fase 2: Recogida de información empírica

Con el objetivo de incorporar la experiencia recogida durante años del personal que operará el sistema al diseño del mismo, se han realizado una serie de entrevistas informales y no estructuradas con distintos miembros de la unidad y con miembros de otras unidades generalmente usuarios encargados de la dependencia de vehículos: conductores, cabos, sargentos y tenientes.

Estas conversaciones durante el periodo de prácticas se centraron en cinco aspectos clave:

- La necesidad de tener un buzón para entregar informes semanales a su superior de los vehículos al cargo de cada sargento, de manera que quedaran registrados con fecha y autor, facilitando un mayor seguimiento de los datos y de cuándo y porqué se producen las averías.
- La información necesaria acerca de la clasificación que debían tener las averías, la composición de los lotes de abordaje, la necesidad de alertas visuales que realmente consigan recordar y mantener en guardia al sujeto sobre sucesos importantes.
- La necesidad de la incorporación de un tablón de notas y avisos para la comunicación de tareas e información diaria que se considere importante reflejar para tenerlo en cuenta y saber siempre en base a ello cual es la línea de acción que el encargado de vehículos quiere seguir.



- La necesidad de poder agregar vehículos ante la múltiple ayuda que se realiza entre unidades por la carencia de vehículos operativos para grandes ejercicios, ya que también es positivo llevar un control de los vehículos que se agregan temporalmente, para poder hacer un buen relevo a la unidad que lo recepciona.
- El poder clasificar las reparaciones en dos niveles de urgencia, que marcarían la prioridad a la hora de abordarlas.
- La automatización de los estados 10, 20 y 30 en los vehículos, ya que en algunas ocasiones quedaban mal registrados en su hoja Excel cuando el trabajo se intensificaba, lo que daba lugar a confusión.
- La utilidad y agilidad que les aportaría un programa que generara documentos 2404 debido a que es el documento que se subía al segundo escalón a la hora de afrontar reparaciones. Estos documentos al tener tanta movilidad en ocasiones se extraviaban y se pierden los registros de reparaciones de los vehículos, por lo que la centralización de estas también resulta positiva.
- La confidencialidad de algunos de esos documentos 2404, por lo que aún no se ha introducido en este programa.
- La necesidad de trabajar en hojas Excel debido a que es el formato que utilizan en el batallón, por lo que se implementó la capacidad de transcribir los datos del programa a una hoja Excel.

Las respuestas se resumieron en temas recurrentes como la necesidad de automatizar procesos, la generación de documentos que ahorran la duplicidad del trabajo, la existencia de alertas recurrentes, la necesidad de un buzón de informes semanales y la utilidad de un tablón de tareas pendientes online para el equipo. Estas aportaciones se han convertido en los requisitos funcionales del usuario, que se han utilizado posteriormente en el análisis QFD.

Dado que las entrevistas no fueron transcritas ni grabadas, su tratamiento se presenta en forma de síntesis temática, de manera que preserva el anonimato del personal y se centra en las observaciones más relevantes para el diseño del programa.

3.2.4 Fase 3: Diseño e implementación de la hoja interactiva en LOVABLE

A partir de la información obtenida y con la participación activa de los sargentos de la dependencia de vehículos, se procedió al diseño técnico y funcional de la hoja interactiva por medio de la plataforma LOVABLE, la cual se seleccionó por su capacidad para integrar automatizaciones, gestión de bases de datos y exportación de informes sin necesidad de tener conocimientos de programación avanzada.

La hoja se ha estructurado en varios módulos funcionales:

- Registro de vehículos y estado operativo
- Gestión de incidencias y mantenimiento
- Indicadores STOP y derivados
- Generación automática de informes formato PDF, Word y Excel.

Cada módulo ha sido diseñado con la idea de minimizar la intervención manual y maximizar la trazabilidad de la información. La intervención manual no deja de ser imprescindible por el



hecho de la necesidad de transcribir la información que nos aportan los vehículos (horas de uso, kilómetros realizados, fallos o averías) al formato digital, pero a partir de ella se eliminan duplicidades y se almacena toda la información para favorecer la mencionada trazabilidad.

Durante el proceso se realizaron pruebas de validación funcional con datos reales de la unidad, comprobando la fiabilidad de los cálculos y la consistencia de los informes generados.

3.2.5 Fase 4: Evaluación y análisis mediante herramientas cuantitativas

Una vez se ha implementado la herramienta, se ha llevado a cabo una evaluación técnica y comparativa entre el sistema original sobre formato Excel y el nuevo modelo sobre la plataforma LOVABLE. Para ello se han aplicado métodos analíticos que se complementan entre si:

- **Análisis QFD (Quality Function Deployment)**

El QFD permite traducir las necesidades identificadas en los usuarios mediante las entrevistas en requisitos técnicos del sistema.

Se procederá a elaborar una matriz de correlación donde se van a cruzar las necesidades expresadas por el personal con las soluciones implementadas. Este tipo de análisis fue desarrollado por los ingenieros Yoji Akao y Shigeru Mizuno, que buscaban un método para traducir las necesidades del cliente en requisitos técnicos de diseño y producción para la multinacional Toyota [13]. A día de hoy, este sistema se utiliza ampliamente en ingeniería, gestión de calidad, industria y defensa. En nuestro caso servirá para alinear las expectativas del usuario final con las especificaciones técnicas de nuestro sistema.

- **Análisis AHP (Analytic Hierarchy Process)**

Este método fue desarrollado por el matemático estadounidense Thomas L. Saaty en los años sesenta. Su objetivo era crear un método objetivo y estructurado que ayudara a tomar decisiones complejas comparando criterios y alternativas de forma cuantificable [14]. En la actualidad es una de las metodologías más utilizadas.

El método AHP se empleará para hacer una comparativa entre el sistema desarrollado con la plataforma LOVABLE y el modelo Excel. Para ello se va a establecer una jerarquía de criterios como eficiencia, fiabilidad, trazabilidad, automatización, facilidad de uso y escalabilidad. Así, mediante una matriz de ponderaciones, se calculará la alternativa preferente de manera objetiva la mejora obtenida. Por ello aunque las ponderaciones son de carácter demostrativo, este método nos permite respaldar cuantitativamente la superioridad de nuestro nuevo sistema.

En este apartado también procede analizar los sistemas que utiliza nuestro propio programa como elementos de análisis de datos, como es el caso del sistema STOP.

- **Sistema STOP**

Este sistema se utiliza como herramienta de evaluación del rendimiento técnico de la flota y dotará de capacidad analítica al programa desarrollado.

A partir de los valores S (sucesos), T (tiempo de trabajo), O (tiempo ocioso) y P (producción), se calcularán los indicadores derivados (TMBF, TPM y Disponibilidad).

Dado que solo se dispone de un conjunto puntual de datos reales, los resultados se presentarán con valor demostrativo, evidenciando la capacidad de la herramienta para calcular y visualizar estos parámetros.



3.2.6 Fase 5: Análisis de resultados y validación del sistema

Por último, los resultados obtenidos mediante los análisis QFD, AHP y STOP, se interpretarán de forma conjunta para evaluar la herramienta de forma conjunta desde tres perspectivas:

- Funcional: facilidad de uso, comprensión de la interfaz y satisfacción del usuario.
- Técnica: fiabilidad de los cálculos, consistencia de los informes y ausencia de errores.
- Operatividad: mejora en la trazabilidad, disponibilidad y tiempo de registro

La validación del programa se apoyará también en capturas de pantalla e informes reales que evidencian la estructura y correcto funcionamiento del programa, que se incluirán como anexos al final del trabajo.

3.2.7 Limitaciones y líneas metodológicas futuras

El carácter demostrativo de este proyecto impone ciertas limitaciones para un análisis estadístico completo, lo que se ha paliado metodológicamente indicando que los resultados obtenidos sirven como validación funcional del sistema y base para futuros desarrollos. Como línea de continuidad, se recomienda la implantación progresiva del sistema en la unidad con la consecuente recopilación de datos que se llevará a cabo y que por lo tanto repercutirá en la generación de un análisis y evaluación predictiva más preciso.

3.2.8 Síntesis metodológica

Fase	Método principal	Finalidad	Resultado esperado
1	DAFO	Diagnóstico inicial del sistema actual	Identificación de problemas y oportunidades
2	Entrevistas	Recogida de información cualitativa	Requisitos del usuario
3	Desarrollo LOVABLE	Implementación técnica	Hoja interactiva funcional
4	QFD / AHP / STOP	Evaluación técnica y comparativa	Validación de mejoras y resultados
5	Análisis conjunto	Validación global	Confirmación de objetivos alcanzados

- Tabla 1 Síntesis métodos utilizados (Elaboración propia)



4. Desarrollo, análisis y resultados

4.1 Estructura y arquitectura funcional de la hoja LOVABLE

La hoja interactiva desarrollada en la plataforma LOVABLE constituye el núcleo del presente proyecto. Su diseño, ya funcional, responde a la necesidad de disponer de un sistema digital que permita controlar, registrar y analizar el mantenimiento de los vehículos en primer escalón de una unidad tipo compañía y esto lo hace de manera automatizada, trazable y accesible para todo el personal implicado utilizando internet desde un ordenador o desde el mismo teléfono móvil.

La arquitectura de la herramienta se basa en una estructura modular en la que cada componente cumple una función específica pero interconectada dentro del flujo de información global. Este enfoque modular ha sido desarrollado de esta manera para facilitar su ampliación, modificación de algunos de los módulos o adaptación a nuevas necesidades operativas sin alterar su funcionalidad principal.

4.1.1 Estructura general del sistema

El sistema está compuesto por 8 módulos funcionales que se interconectan mediante automatismos entre sí. Estos módulos se gestionan a través de una interfaz central de usuario:

- **Panel principal.**
Es el punto de acceso general del sistema. Desde esta pantalla se puede visualizar el estado general de la flota.
- **Módulo de registro de vehículos**
Permite introducir y consultar información básica de cada vehículo, consultar un registro de sus incidencias, acceder a todos los mantenimientos que se le hayan realizado, al registro de reincidencias, etc.
- **Módulo de reparaciones**
Este módulo centraliza la información sobre las reparaciones pendientes y todas aquellas que ya han sido resueltas.
- **Módulo de alertas**
En este apartado aparecen todas las alertas que se desee poner a los vehículos.
- **Módulo de indicadores STOP**
Este componente realiza automáticamente los cálculos de los principales índices de rendimiento y disponibilidad del sistema.
- **Módulo de informes semanales**
En el apartado “Buzón” se pueden agregar informes semanales por parte de los jefes de vehículo al jefe de la dependencia.
- **Módulo de importación y extracción de información**
Este apartado es el encargado de dotar al sistema de la capacidad de importar y extraer información de un Excel al programa y viceversa, además de extraer informes en PDF y Word, lo que era esencial para la viabilidad del trabajo.
- **Módulo de seguridad**
Este apartado nace de la necesidad de dotar de seguridad al sistema, ya que trata con información confidencial. Por ello el sistema, aunque es online, solo se puede



acceder a él si se posee el enlace necesario, que solo se compartirá al personal imprescindible. Una vez se accede a la página web, se necesita pasar un control de acceso en el que dependiendo de la contraseña introducida se podrá acceder al programa como administrador, operador o visualizador. El visualizador no podrá realizar cambios en el programa, mientras que los operadores y el administrador podrán hacer cualquier cosa, con la diferencia de que el único que podrá cambiar las contraseñas mediante una pregunta de seguridad, será el administrador. Este sistema es escalable a uno más seguro en el que se opere desde un servidor local común a todo el ET que esté sincronizado con SIGLE.

4.1.2 Arquitectura técnica y flujo de información

La hoja desarrollada en LOVABLE está organizada para que el proceso de trabajo sea lo más sencillo e intuitivo posible, de forma que toda la información que se introduce o se genera pasa por un circuito común en el que se registran los datos, se procesan automáticamente y se muestran los resultados de forma clara, ordenada y concisa.

El objetivo principal de esta arquitectura es reducir al mínimo la intervención manual del usuario y eliminar los errores que normalmente se producen al trabajar con hojas Excel convencionales.

El flujo de información se puede dividir en tres etapas principales:

- Entrada de datos.

Los usuarios introducen la información en formularios específicos que garantizan que los datos se registren de forma homogénea. Estos formularios incluyen validaciones automáticas para evitar fallos en el formato de fechas, duplicidad de matrículas o errores al seleccionar estados. En esta fase se recogen datos como la matrícula del vehículo, tipo, kilometraje, averías detectadas, prioridad y estado de cada intervención.

- Procesamiento y almacenamiento.

Una vez introducidos, los datos se almacenan en una base interna y se procesan mediante las fórmulas y reglas establecidas en el propio entorno LOVABLE.

Este procesamiento automático actualiza los estados de los vehículos, genera avisos en caso de incidencias o revisiones próximas y calcula los indicadores STOP con los valores más recientes. De esta forma, la herramienta actúa como un sistema que “aprende” del propio mantenimiento diario, actualizando la información de forma constante y sin necesidad de que el usuario lo haga manualmente.

- Visualización y salida de resultados.

Los resultados pueden verse en tiempo real desde el panel principal o exportarse directamente a documentos en formato PDF, Word o Excel.

En estos informes aparecen todos los datos relevantes del vehículo o de la flota completa, junto con los indicadores calculados y las observaciones necesarias para el control del mantenimiento.

Esta salida de resultados permite que cualquier usuario, sin necesidad de conocer el funcionamiento interno de la hoja, pueda interpretar la información de un vistazo y tomar decisiones rápidas.

De este modo, cada dato introducido se transforma en información útil que alimenta a todo el sistema, haciendo que la herramienta funcione como un auténtico centro de control de mantenimiento en tiempo real. La finalidad es que el personal encargado de los vehículos tenga siempre a mano una visión completa de la situación, pueda planificar mejor los mantenimientos y disponga de datos fiables para la toma de decisiones.



4.1.3 Características técnicas y de diseño

El diseño de la hoja LOVABLE se ha orientado desde el principio a lograr un equilibrio entre sencillez, utilidad y operatividad. La herramienta debía ser lo suficientemente completa como para cubrir todas las necesidades de control de mantenimiento en el menor tiempo posible, ya que se esperaba poder ponerla a prueba con el personal de la unidad mientras durara la estancia de las prácticas, pero no fue posible debido a la carga de trabajo de la unidad. Aunque no se ha llegado a poner en funcionamiento de manera orgánica, si que se ha puesto a prueba por los propios usuarios finales, que mostraron una amplia satisfacción y el deseo de que se pueda poner a funcionar lo antes posible. La herramienta es lo bastante intuitiva como para que cualquier usuario pueda manejarla sin necesidad de formación específica. Este equilibrio se consiguió gracias a una estructura modular, un lenguaje visual claro y la automatización de las operaciones más repetitivas.

A nivel técnico, la aplicación está desarrollada íntegramente en la plataforma LOVABLE, un entorno de creación de software que permite construir aplicaciones funcionales mediante lógica condicional y bases de datos internas.

Esto ha hecho posible crear un sistema con apariencia sencilla, pero con una gestión interna avanzada, capaz de procesar la información en tiempo real y generar informes de forma automática.

La hoja utiliza una base de datos interna que integra toda la información introducida por el usuario. Esto permite que cualquier cambio en una parte del sistema se refleje automáticamente en el resto, sin necesidad de volver a introducir los datos. Por ejemplo, al modificar el estado de un vehículo o registrar una nueva avería, los indicadores STOP y los informes globales se actualizan instantáneamente, al igual que por ejemplo el gráfico que refleja el estado general de la flota. De este modo se evita uno de los principales problemas del antiguo modelo en Excel, que era la falta de sincronización entre pestañas o documentos diferentes.

El sistema incluye además mecanismos de validación automática, que impiden introducir valores erróneos o duplicados. Esto garantiza la coherencia interna de la base de datos y evita errores de transcripción, especialmente en campos sensibles como fechas, matrículas o códigos de vehículo. Estas validaciones, junto con la automatización del cálculo de indicadores, eliminan la mayor parte de los fallos humanos habituales en las hojas de control manuales.

En cuanto al diseño visual, se ha priorizado la claridad y la rapidez de interpretación. El panel principal muestra de un solo vistazo el estado general de la flota, con un sistema de colores que facilita la lectura:

- Verde para vehículos operativos (estado 10).
- Amarillo para vehículos limitados (estado 20).
- Rojo para vehículos inoperativos (estado 30).

Cada vehículo se puede consultar de manera individual, mostrando su ficha técnica, incidencias registradas, mantenimientos realizados y su histórico completo de revisiones. Esta información se presenta de forma estructurada y acompañada de botones de acción que permiten generar informes o exportar los datos sin necesidad de abrir otros menús.

La herramienta también permite exportar los datos a diferentes formatos (.xlsx, .docx y .pdf), lo que facilita su uso tanto dentro de la unidad como en procedimientos administrativos externos. Esta función resulta especialmente útil para remitir informes a escalones superiores o para archivar documentos en formato digital.



Por último, cabe destacar que la arquitectura modular de LOVABLE permite incorporar mejoras o nuevos apartados en el futuro, sin alterar la base del sistema. Esto garantiza que la herramienta pueda evolucionar y adaptarse a nuevas necesidades, como la inclusión de un módulo de control de consumos, gestión de repuestos o seguimiento de revisiones preventivas. La flexibilidad y escalabilidad del diseño son, por tanto, dos de sus principales ventajas frente a los sistemas tradicionales. Cabe destacar que una de las principales virtudes que resaltan en su escalabilidad es la capacidad de exportar el código de la hoja interactiva en formatos compatibles con programas corporativos como SIGLE.

En conjunto, la hoja LOVABLE combina una interfaz limpia con un funcionamiento interno robusto, lo que la convierte en una herramienta práctica y completamente funcional para el control del mantenimiento de primer escalón, adaptada a la realidad diaria de una unidad operativa.

4.1.4 Integración con el proceso de mantenimiento

La hoja LOVABLE no se ha concebido como una aplicación aislada, sino como una herramienta integrada dentro del proceso real de mantenimiento que se lleva a cabo en las unidades de primer escalón. Su funcionamiento se ajusta a la secuencia habitual de trabajo que sigue el personal de mantenimiento, desde la detección de una avería hasta la generación del informe final.

El proceso comienza con la detección de una incidencia o necesidad de revisión por parte del conductor o del personal encargado del vehículo. Una vez identificada, esta información se introduce directamente en la hoja a través del formulario correspondiente. En él se especifican los datos básicos: vehículo afectado, tipo de avería, prioridad, estado operativo, descripción de la avería, mecánico que se encargará de atenderla y observaciones.

A partir de este momento, el sistema asigna automáticamente la incidencia al registro del vehículo, actualiza su estado y lo refleja en el panel principal.

Con la información ya introducida, la hoja pasa a actuar como un centro de seguimiento en tiempo real.

Si un vehículo cambia de estado (por ejemplo, de operativo a limitado), la herramienta lo muestra de forma inmediata mediante el código de color correspondiente. Esto permite al responsable de mantenimiento conocer en todo momento la situación general de la flota, sin tener que revisar manualmente los partes o las hojas de cálculo.

Cuando la reparación o revisión se da por finalizada, el usuario actualiza el registro resolviendo la avería, lo que aporta información al sistema sobre cuanto tiempo ha estado el vehículo inoperativo y a su vez al quedar resuelta, cambia el estado del vehículo a estado 10 si es que esta avería lo estaba alterando.

El sistema registra automáticamente esta acción y la incorpora al historial del vehículo. De este modo se genera una trazabilidad completa de cada incidencia, que puede consultarse en cualquier momento para comprobar el número de averías sufridas, su tipología o la duración media de las reparaciones.

A medida que se acumulan los datos, la hoja LOVABLE aplica los cálculos correspondientes del sistema STOP, actualizando los indicadores de fiabilidad y disponibilidad de la flota.

Esto permite pasar de un control meramente documental a un seguimiento analítico, en el que el jefe de escuadrón o el suboficial responsable puede evaluar el rendimiento del material a partir de valores objetivos.



La generación de informes automáticos representa la última fase del proceso.

La herramienta puede emitir informes individuales de cada vehículo o un resumen global de la flota completa. Estos documentos incluyen toda la información relevante: estado actual, incidencias registradas, mantenimientos realizados, reincidencias detectadas e indicadores STOP calculados.

Además, todos los informes se generan con fecha y hora, lo que garantiza su trazabilidad y los convierte en documentos válidos para su uso administrativo o para remitirlos a escalones superiores.

En conjunto, el funcionamiento de la hoja se integra perfectamente en el ciclo de mantenimiento de primer escalón.

Cada parte del sistema —registro, actualización, análisis e informes— se corresponde con una fase del proceso real, de manera que la herramienta no cambia la forma de trabajar, sino que la simplifica y la hace más eficiente. Con ello se consigue reducir el tiempo dedicado a tareas administrativas, mejorar la coordinación entre los miembros de la unidad y disponer de información fiable y actualizada en todo momento.

4.1.5 Ventajas del sistema con respecto al modelo anterior

La implantación de la hoja LOVABLE ha supuesto una mejora significativa respecto al sistema anterior basado en hojas Excel. Aunque el modelo tradicional cumplía su función básica de control, presentaba limitaciones evidentes en cuanto a trazabilidad, automatización y facilidad de actualización.

La nueva herramienta resuelve esos problemas y aporta funcionalidades que antes resultaban imposibles de realizar sin invertir un tiempo considerable. Una de las principales ventajas es la automatización del proceso de la gestión de la burocracia y la información respectiva al mantenimiento. Mientras que el sistema Excel requería introducir manualmente los datos en distintas pestañas y realizar los cálculos de forma separada, LOVABLE ejecuta estas operaciones de manera automática y es capaz de nutrirse además de la información registrada en hojas Excel, lo que aprovecha el trabajo realizado hasta ahora por el personal.

Cada registro alimenta directamente a los indicadores, al panel de control y a los informes, lo que permite disponer de información actualizada sin necesidad de intervención adicional del usuario. Este cambio reduce de forma notable el tiempo dedicado a tareas administrativas, aumentando la eficiencia general del trabajo.

Otro punto clave es la trazabilidad.

En el modelo anterior resultaba difícil seguir el historial completo de un vehículo o saber quién había introducido cada dato. Con LOVABLE, cada modificación queda registrada con su fecha, responsable y estado, lo que facilita el seguimiento de las incidencias y mejora el control interno. Además, la posibilidad de generar informes con hora y fecha garantiza la fiabilidad documental y facilita el envío de información a escalones superiores.

En cuanto a la interfaz, la hoja LOVABLE utiliza un sistema visual basado en colores y menús claros, que permite conocer de un vistazo la situación de la flota. Esto elimina la necesidad de buscar manualmente información entre celdas o pestañas, como ocurría en Excel.

El uso de botones de acción, formularios preconfigurados y validaciones automáticas hace que cualquier usuario, incluso sin experiencia previa, pueda operar el sistema con facilidad.



Otra mejora importante es la integración de los cálculos STOP. En el sistema anterior no existía una forma rápida de obtener indicadores de disponibilidad o fiabilidad sin recurrir a cálculos externos. La hoja LOVABLE incluye este análisis de forma automática, calculando en tiempo real los valores de TMBF, TPM y disponibilidad global. Esto convierte la herramienta en un verdadero instrumento de evaluación del rendimiento del material, más allá de un simple registro de averías.

También destaca la capacidad de exportación. La herramienta permite generar informes en distintos formatos (.pdf, .docx, .xlsx), lo que facilita su uso en procedimientos administrativos, recopilación de datos o envío a otras dependencias. Este aspecto la convierte en una herramienta versátil, adaptable tanto al entorno operativo como al administrativo.

Por último, el sistema presenta una gran flexibilidad y posibilidad de crecimiento. Al estar desarrollado en un entorno modular, se pueden añadir nuevas funciones en el futuro sin modificar la estructura principal. Esto abre la puerta a incorporar apartados como el control de repuestos, la gestión de consumos, la ampliación a otros escalones para interconectarlos y agilizar así aún más los trámites, dando más transparencia también al proceso y a los datos necesarios. Todo esto lo hace manteniendo la coherencia del sistema.

En resumen, la hoja LOVABLE representa una evolución clara respecto al modelo tradicional. Su diseño combina sencillez y automatización, ofreciendo una herramienta práctica, ágil y fiable que mejora el control del mantenimiento y optimiza la gestión del material en el nivel de unidad.

4.2 Módulos funcionales

La hoja LOVABLE está organizada en distintos módulos funcionales que trabajan de manera coordinada para cubrir todas las fases del mantenimiento de primer escalón. Cada módulo se encarga de una parte concreta del proceso, pero todos comparten una misma base de datos y se actualizan de forma automática. Esto garantiza que la información introducida en un apartado se refleje instantáneamente en el resto del sistema, evitando duplicidades y asegurando que los datos estén siempre actualizados. El diseño modular facilita el uso del programa por parte de distintos perfiles dentro de la unidad, ya que permite acceder únicamente a la información que necesita cada uno. Por ejemplo, el conductor puede introducir una avería o actualizar el kilometraje del vehículo, mientras que el personal de la oficina de mantenimiento puede revisar el estado general de la flota o generar informes globales sin necesidad de modificar los registros base. Esto es algo que se implementaría en caso de escalar e implementarse también en escalones superiores, ya que la hoja podría dar acceso solo a ciertos módulos dependiendo de las competencias que le atañen al usuario que entra.

A continuación, se describen los principales módulos que componen la herramienta, así como su función dentro del conjunto del sistema.

4.2.1 Panel principal

El panel principal actúa como punto de entrada al sistema y centro de control general. Su función es ofrecer al usuario una visión rápida y completa del estado de la flota sin necesidad de revisar cada registro individual.

A través de una interfaz limpia e intuitiva, se puede acceder directamente a los distintos módulos de la hoja: registro, reparaciones, alertas, indicadores STOP, informes, importación y exportación de datos, y apartado de seguridad. La distribución visual de los elementos está pensada para reducir el tiempo de consulta y facilitar la toma de decisiones.

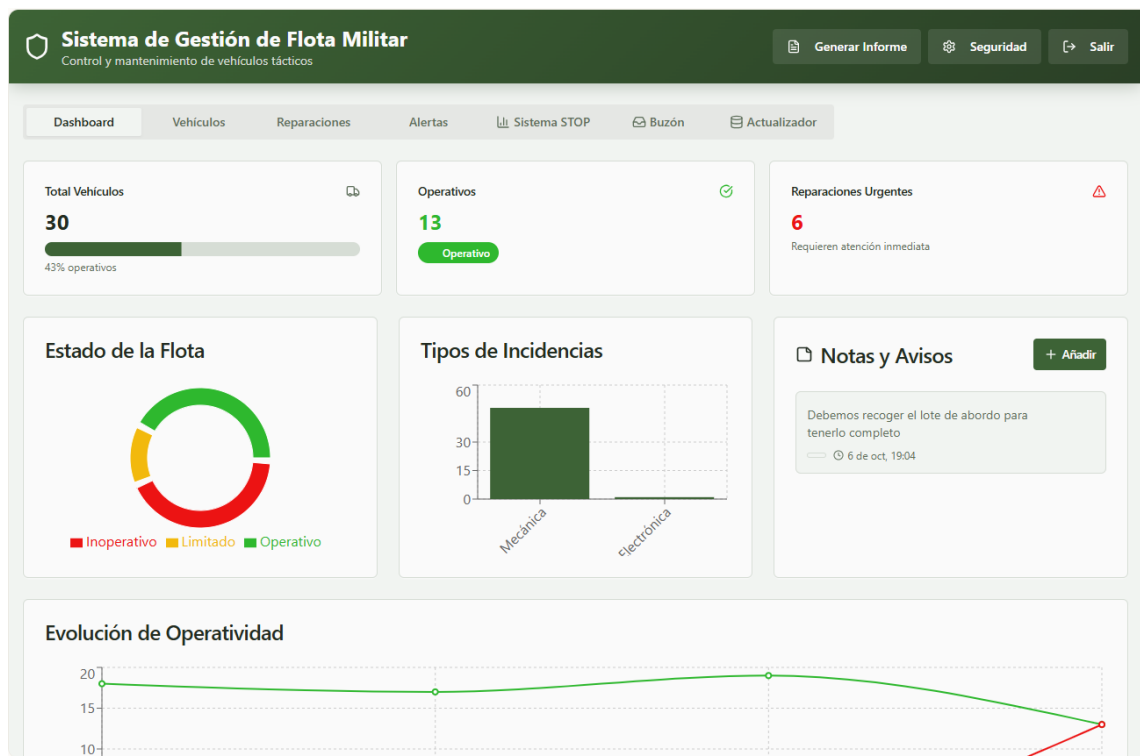


En el panel se muestran los vehículos clasificados por estado, utilizando el sistema de colores ya definido:

- Verde para operativos (estado 10).
- Amarillo para limitados, los llamados operativos condicionales (estado 20).
- Rojo para inoperativos (estado 30).

Esta organización permite detectar rápidamente qué vehículos requieren atención y cuáles están plenamente disponibles.

En términos operativos, el panel principal aporta centralización y control en tiempo real.



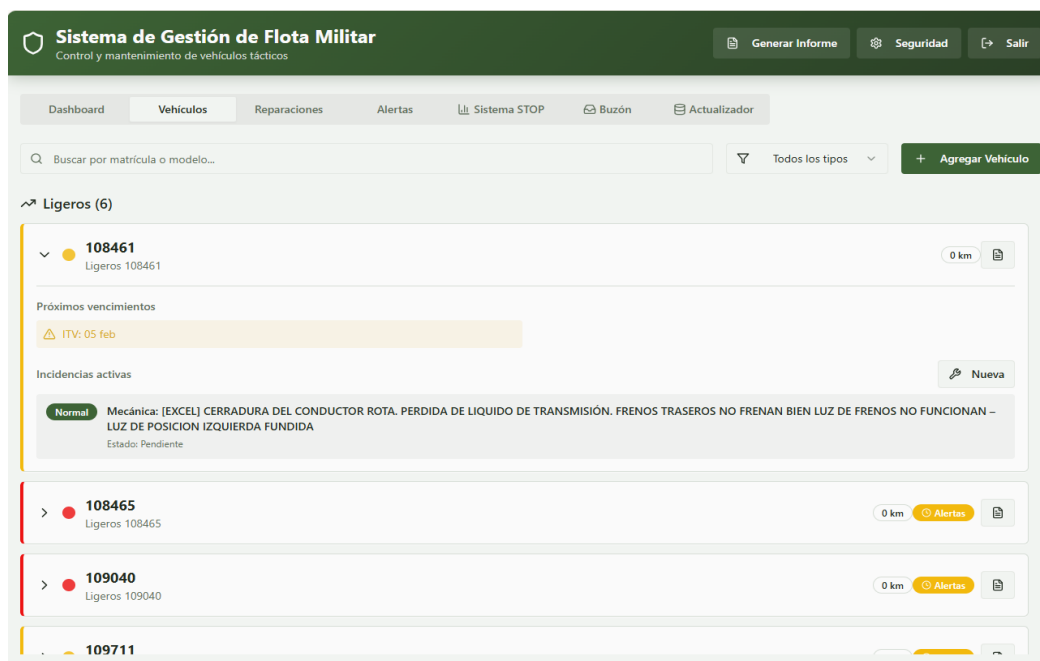
• Figura 2 Panel principal (Elaboración propia)

Cualquier cambio realizado en otro módulo, como el cierre de una avería o el alta de una revisión, se refleja de forma automática en el panel, manteniendo siempre actualizada la situación general de la flota. De esta manera, el responsable de mantenimiento puede obtener una visión global instantánea, similar a la que ofrecería un cuadro de mando, pero adaptada a la realidad de una unidad de primer escalón.



4.2.2 Módulo de registro de vehículos

El módulo de registro reúne toda la información técnica y administrativa de los vehículos de la unidad. Su diseño sustituye las tablas de Excel por formularios estandarizados que garantizan la uniformidad de los datos y evitan errores de formato o duplicidad.



• Figura 3 Panel vehículos (Elaboración propia)

Cada vehículo dispone de una ficha individual en la que se concentran todos sus datos. Los campos se han definido en función de las necesidades detectadas durante el análisis inicial: matrícula, modelo, tipo, sección asignada, kilometraje, estado operativo, última y próxima revisión, incidencias, mantenimientos realizados, reincidencias y novedades del lote de abordó. Esta ficha no solo sirve como registro estático, sino que funciona como núcleo de integración del sistema: cualquier avería, revisión o informe generado queda vinculado automáticamente a ese vehículo. Con ello se consigue una trazabilidad completa del historial de mantenimiento, permitiendo consultar en cualquier momento todas las intervenciones realizadas sobre un mismo medio.

El módulo incorpora validaciones automáticas para evitar errores comunes, como matrículas repetidas, formatos incorrectos de fecha o registros incompletos. Además, el sistema está configurado para actualizar los indicadores y el estado del vehículo cada vez que se modifica un dato relevante, garantizando que la información sea siempre fiable y esté al día.

En comparación con el modelo anterior, este módulo elimina el riesgo de inconsistencias entre pestañas y acelera la gestión. Cualquier modificación se registra una sola vez y se refleja de forma inmediata en los demás apartados, simplificando el trabajo administrativo y reduciendo los tiempos de control.

4.2.3 Módulo de reparaciones y mantenimiento

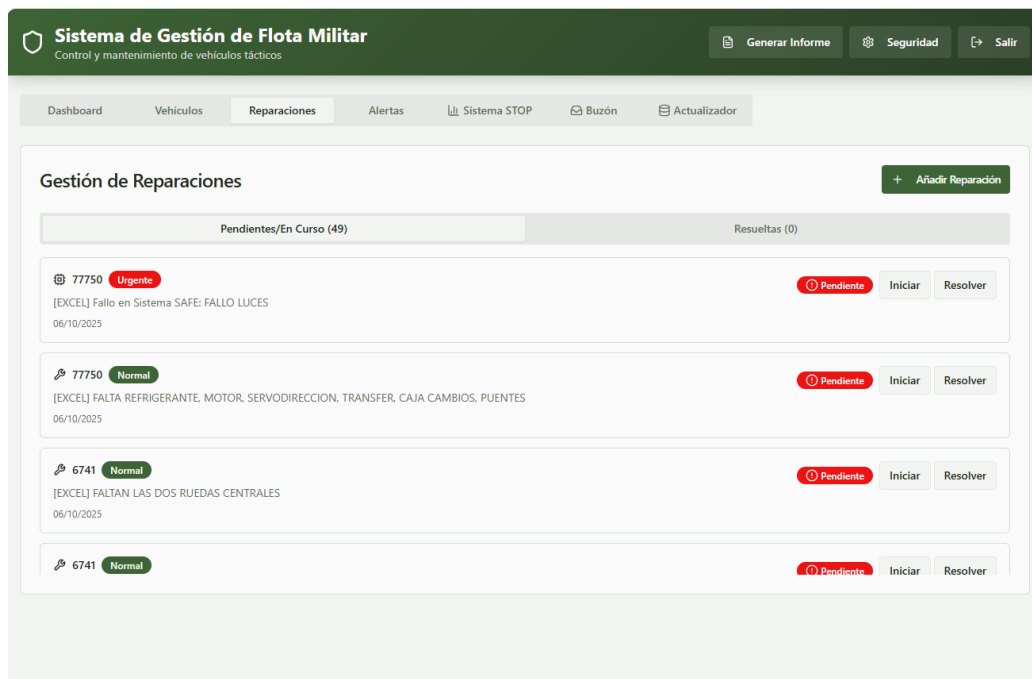
El módulo de reparaciones y mantenimiento concentra toda la información relativa a las incidencias detectadas en los vehículos, lo que genera un histórico de gran utilidad. Su finalidad es proporcionar un control detallado del mantenimiento diario, asegurando que cada intervención



quede registrada con precisión y que los datos sean fácilmente accesibles para el personal de la unidad.

La interfaz de este módulo permite registrar tanto mantenimientos preventivos como correctivos, diferenciando entre tipos de incidencia (mecánica, eléctrica, electrónica, estructural o de otro tipo). Cada entrada incluye los campos necesarios para describir la avería, la prioridad asignada, la fecha de detección, el tiempo de reparación y la persona o equipo que ha llevado a cabo la intervención. Esta estructura estandarizada permite que el registro sea homogéneo, sin depender del formato personal de cada usuario, como ocurría con el sistema anterior.

Una vez introducida la información, el sistema actualiza automáticamente el estado del vehículo y vincula la reparación a su ficha correspondiente. Además, el módulo permite realizar un seguimiento del ciclo de vida de la avería, pasando por las fases de pendiente, en curso y finalizada, con colores que reflejan el progreso de cada una. Esta visualización inmediata facilita la coordinación entre los equipos de mantenimiento y permite conocer en todo momento qué vehículos están disponibles o en reparación.



• Figura 4 Panel reparaciones (Elaboración propia)

El módulo incluye también una función de detección de reincidencias, que identifica averías repetidas en el mismo vehículo o de la misma naturaleza. Cuando el sistema detecta un patrón de fallos similares, genera una alerta visual que ayuda a identificar posibles problemas de origen estructural o deficiencias en las reparaciones anteriores. Este control de reincidencias es especialmente útil para planificar mantenimientos preventivos más precisos y reducir el número de averías futuras.

Este módulo es también escalable, a partir de él se enlazaría con el segundo escalón, ya que las averías de las que se encarguen los especialistas serían tratadas por ellos, tanto en lo digital como en la práctica. El segundo escalón reflejaría qué se ha realizado sobre el vehículo en cuestión para resolver una determinada avería y quien lo ha hecho. Para ello debería hacer



clic en resolver avería, lo que provocaría un mensaje emergente en los encargados de la dependencia de vehículos correspondiente, para así indicarles que ya pueden ir a recogerlo.

En resumen, el módulo de reparaciones convierte el registro tradicional de averías en un proceso automatizado, ordenado y fácilmente consultable, mejorando la planificación del mantenimiento a nivel de unidad y pudiendo dotarle de una función aún mayor que haría de esta hoja un programa más resolutivo.

4.2.4 Módulo de alertas

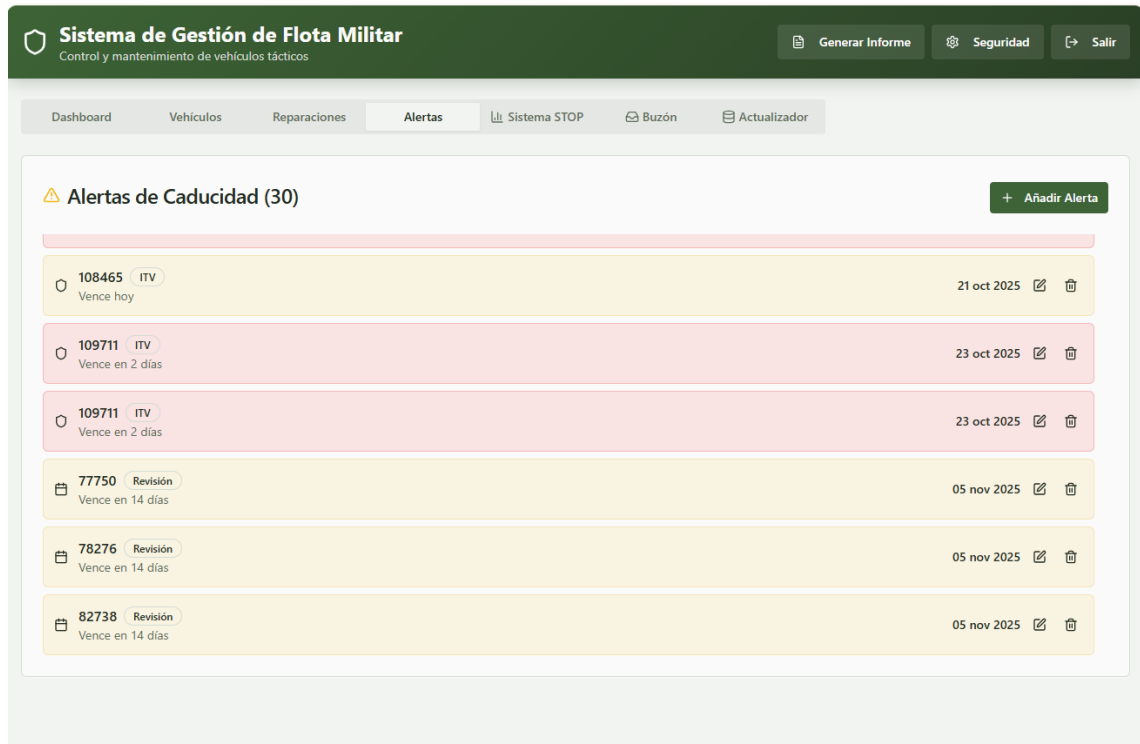
El módulo de alertas es uno de los elementos que más valor añadido aporta al sistema, ya que permite anticiparse a los problemas antes de que afecten a la operatividad de los vehículos.

Su función principal es avisar al usuario de cualquier incidencia o condición que requiera atención inmediata, mostrando el aviso directamente en el panel principal. Las alertas se generan de forma automática cuando se cumplen determinados criterios predefinidos:

- Kilometraje excedido o próximo al límite establecido para revisión.
- Vencimiento de ITV o mantenimiento programado.
- Estado de vehículo limitado o inoperativo sin cierre de reparación.
- Reincidencias detectadas en un mismo tipo de avería.

Cada alerta aparece resaltada con un color distintivo y permanece activa hasta que el usuario realiza la acción correspondiente (por ejemplo, registrar la reparación o actualizar la fecha de revisión). Esta función evita que se pasen por alto tareas críticas y permite mantener un control constante sobre los plazos y la disponibilidad de los medios. Las tareas están organizadas por urgencia y fecha.

Además, el sistema puede emitir un resumen general de alertas que queda reflejado en el Excel que el sistema genera para extraer la información del programa. Funciona como una lista de tareas pendientes para el personal de mantenimiento.



• Figura 5 Panel alertas (Elaboración propia)

De esta forma, los responsables pueden priorizar intervenciones según su urgencia y planificar el trabajo de manera más eficiente. En comparación con el modelo anterior, donde los avisos dependían de anotaciones manuales o recordatorios externos, este módulo introduce un nivel de control proactivo. Las alertas no dependen de la memoria o del seguimiento individual, sino que se generan automáticamente en función de los datos reales del sistema, garantizando que ningún vehículo quede fuera del control de mantenimiento. También se pueden añadir alertas manuales de aspectos de los que se haya dado cuenta el conductor o que simplemente no se hayan contemplado hasta el momento.

En conjunto, el módulo de alertas convierte la hoja LOVABLE en una herramienta dinámica, que no solo registra lo que ocurre, sino que también anticipa lo que debe hacerse, contribuyendo directamente a la prevención de averías y al mantenimiento de la operatividad general de la flota.

4.2.5 Módulo de indicadores STOP

El módulo de indicadores STOP constituye la parte analítica de la hoja LOVABLE y es uno de los elementos que diferencia claramente este sistema del modelo anterior. Su finalidad es transformar los datos introducidos por los usuarios, referidos a incidencias, reparaciones y tiempos de actividad, en indicadores técnicos que permitan evaluar de forma objetiva el estado del mantenimiento y la disponibilidad de la flota. El sistema se basa en el modelo STOP (Sucesos, Tiempo, Ocio y Producción), aplicado habitualmente en el ámbito del mantenimiento industrial y adaptado en este caso a la realidad del mantenimiento militar.

A partir de los valores introducidos en los distintos módulos, la hoja calcula automáticamente los índices primarios y derivados del sistema:

- S (Sucesos): número de averías registradas en un periodo determinado.
- T (Tiempo de trabajo): horas de funcionamiento o disponibilidad operativa del vehículo.



- O (Tiempo ocioso): horas en las que el vehículo se encuentra inactivo por mantenimiento.
- P (Producción): número de misiones o servicios realizados.

A partir de estos valores, el sistema genera automáticamente los indicadores derivados más relevantes:

- TMBF (Tiempo Medio de Buen Funcionamiento): tiempo promedio entre dos averías.
- TMPM (Tiempo Medio de Parada por Mantenimiento): duración media de cada intervención.
- D (Disponibilidad): porcentaje de tiempo que el vehículo está operativo respecto al total del periodo analizado.

Estos cálculos se actualizan en tiempo real conforme se introducen nuevos datos en los módulos de registro y reparaciones, por lo que el usuario puede obtener en cualquier momento una estimación precisa del estado de la flota.

El módulo presenta los resultados en formato de tabla y también mediante representaciones gráficas sencillas, lo que facilita la interpretación por parte del personal de mantenimiento o de los mandos responsables. De esta manera, los indicadores dejan de ser valores aislados y se convierten en herramientas de apoyo a la decisión, capaces de mostrar tendencias, detectar puntos críticos y evaluar la eficacia de las actuaciones realizadas. El sistema está preparado para operar incluso con conjuntos de datos reducidos, lo que resulta especialmente útil en el ámbito de las unidades de primer escalón, donde los registros suelen ser más limitados.

En el caso de este trabajo, los resultados obtenidos se consideran demostrativos, ya que se basan en una muestra puntual de datos reales. No obstante, el módulo está diseñado para que, con el tiempo, los valores acumulados permitan generar series históricas y análisis comparativos mucho más completos.

En términos prácticos, este módulo supone un cambio de enfoque en la gestión del mantenimiento, que parece incomprensible no se haya realizado antes, teniendo en cuenta que estos son métodos ya muy insertados en las empresas privadas e industrias.

El sistema deja de ser un simple registro de averías para convertirse en una herramienta capaz de medir la fiabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad del material. Este tipo de información, antes accesible solo mediante cálculos manuales, ahora se obtiene de manera automática, mejorando el control de la flota y la planificación del mantenimiento a medio plazo.

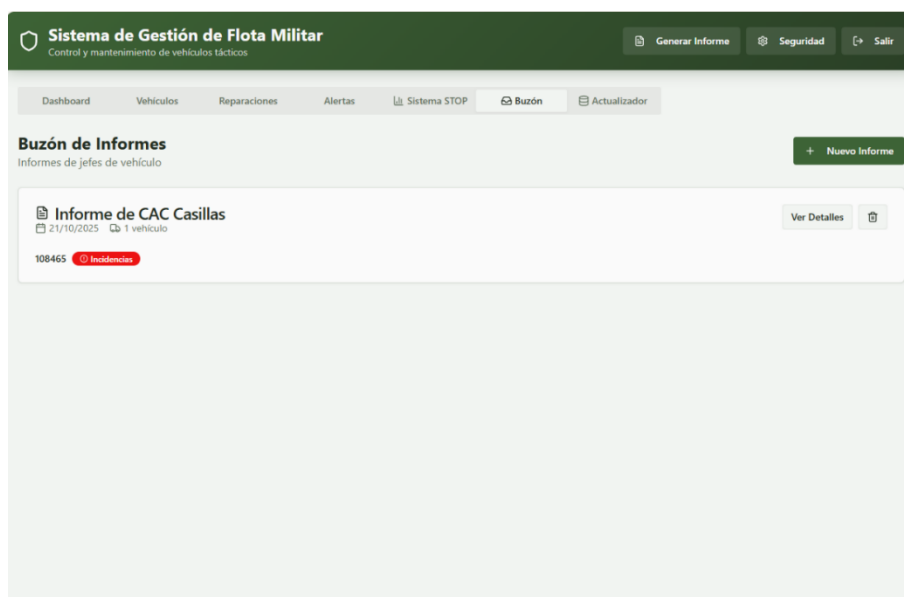
4.2.6 Módulo de informes semanales

El módulo de informes semanales permite generar documentos de control y seguimiento del estado de la flota, facilitando el trabajo administrativo y la supervisión del mantenimiento.

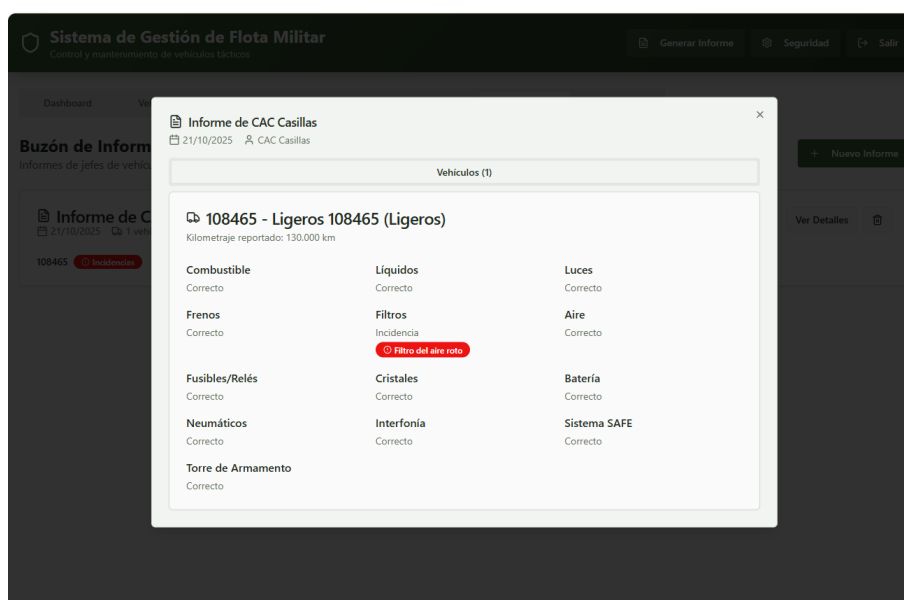
A diferencia del modelo anterior, en el que las novedades se daban de palabra y no se registraban, en este caso se genera un documento que nos permite hacer un seguimiento de cada uno de los vehículos, para así, ver cuando un vehículo en cuestión empezó a dar señales de las averías que se van produciendo. Este informe es también el que permite generar los datos de los km y las horas que se hacen semanalmente, lo que después servirá para los cálculos pertinentes de los indicadores STOP.



En resumen, este módulo manual, tiene asociadas varias funciones automáticas que sirven al sistema y resulta esencial para registrar las novedades de cada vehículo (que no tienen por qué ser averías), así como para los cálculos de los indicadores STOP y para una mejor visualización de los problemas de cada vehículo, ya que, a través de estos informes se generan alertas automáticas que aparecen en el informe de cada vehículo. Los informes llevan el nombre del encargado que los realiza y están fechados, lo que facilita la trazabilidad de la flota.



• Figura 6 Buzón (Elaboración propia)



• Figura 7 Informe semanal (Elaboración propia)

4.2.7 Módulo de importación y exportación de datos

El módulo de importación y exportación de datos está diseñado para facilitar la comunicación entre la hoja LOVABLE y otros sistemas de gestión, así como para garantizar la conservación y el respaldo de toda la información registrada.



Este módulo cumple una doble función: por un lado, permite cargar información preexistente en el sistema sin necesidad de introducirla manualmente, y por otro, ofrece la posibilidad de exportar los datos actualizados a distintos formatos estándar para su uso fuera de la aplicación.

En lo referente a la importación, el sistema admite la carga de datos en formato Excel (.xlsx) o CSV, lo que permite incorporar rápidamente la información procedente de listados antiguos o de otros documentos de control. Esto resulta especialmente útil durante la transición desde el modelo anterior, ya que evita tener que volver a registrar todos los vehículos o incidencias desde cero. El proceso de importación cuenta además con validaciones automáticas que detectan errores de formato o duplicidades antes de añadir los registros a la base de datos, garantizando la integridad de la información.

En cuanto a la exportación, la herramienta permite obtener los datos en varios formatos (.xlsx, .docx y .pdf), según la finalidad del documento. El formato Excel se emplea principalmente para análisis internos o para compartir la información con otros sistemas, mientras que los informes en Word y PDF se utilizan en la elaboración de documentación administrativa o para remitirla a escalones superiores. Cada exportación incluye la fecha, hora y usuario que la genera, lo que refuerza la trazabilidad y fiabilidad de los datos.

Este módulo aporta una mejora clara respecto al sistema anterior, donde los registros estaban dispersos en múltiples archivos y resultaba complicado consolidar la información sin errores. Ahora, toda la base de datos puede respaldarse en un solo paso, generando copias de seguridad actualizadas que garantizan la conservación del trabajo incluso en caso de fallo técnico o sustitución del equipo.

A nivel operativo, la función de exportación facilita además la integración progresiva con sistemas corporativos como el SIGLE u otras plataformas del Ejército de Tierra. Aunque la hoja LOVABLE funciona de forma autónoma, su estructura de datos y los formatos compatibles permiten que, en un futuro, la información pueda compartirse de forma directa con esos sistemas sin necesidad de modificaciones profundas.

En resumen, este módulo refuerza la autonomía, la seguridad y la interoperabilidad del sistema. La posibilidad de importar, exportar y respaldar los datos de manera controlada garantiza que la herramienta pueda mantenerse actualizada, crecer y adaptarse a las necesidades de la unidad sin perder la coherencia ni la trazabilidad de la información.

4.2.8 Módulo de seguridad y control de accesos

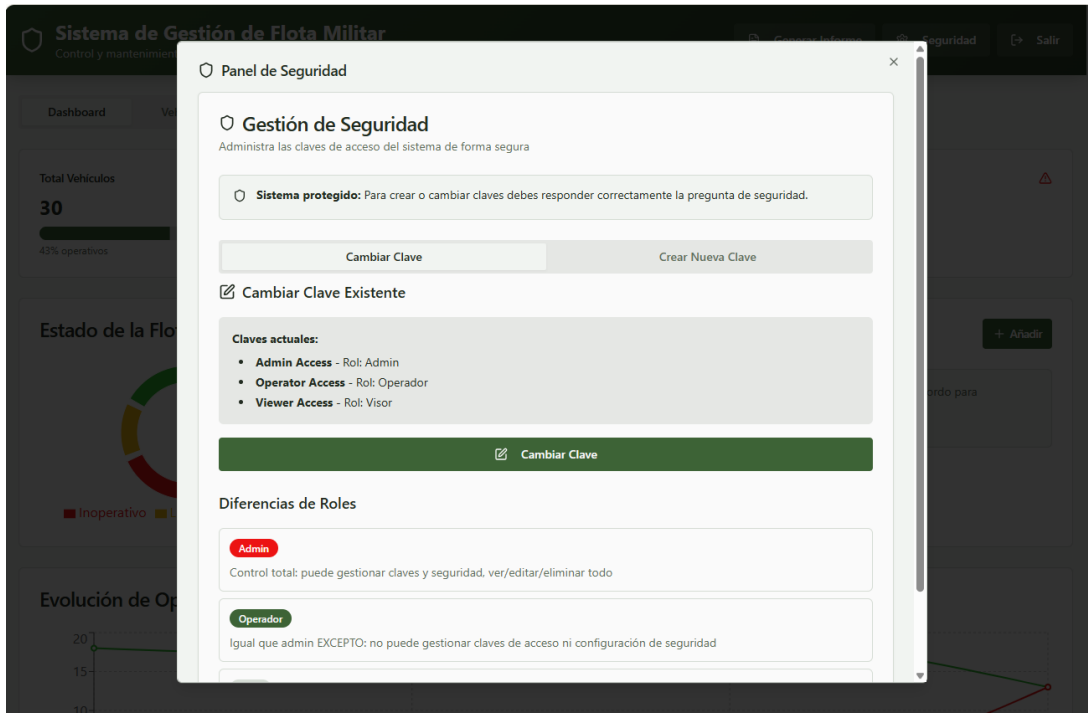
El módulo de seguridad y control de accesos garantiza la integridad de la información y la correcta gestión de los permisos de usuario dentro del sistema.

Su objetivo es proteger los datos del mantenimiento, evitar modificaciones no autorizadas y asegurar que cada usuario acceda únicamente a la información y funciones que le corresponden según su nivel de responsabilidad.

La herramienta establece distintos niveles de acceso definidos por roles.



En primer lugar encontramos el nivel del visualizador, el cual solo puede observar todo el programa, ya sea para hacer consultas sobre el estado de los vehículos, características y demás. En este nivel no se puede alterar nada del programa.



• Figura 8 Panel de seguridad (Elaboración propia)

En el siguiente nivel encontramos a los operadores, los cuales pueden editar cualquier parte del programa, para que el mando pueda delegar en sus subordinados las funciones del programa que se introducen manualmente, dando la responsabilidad de una cantidad de vehículos a cada uno.

Por último, el nivel de administrador está reservado al jefe de la dependencia de vehículos, el cual se diferencia del operador en que puede gestionar las contraseñas de acceso de los usuarios.

La seguridad no se limita solo a los permisos de acceso, sino también a la protección de la estructura interna de la hoja. Las fórmulas, automatizaciones y configuraciones clave están protegidas frente a modificaciones accidentales, garantizando que el sistema conserve su funcionamiento incluso con múltiples usuarios trabajando simultáneamente. De esta forma se evita que un cambio involuntario en una celda o fórmula afecte al cálculo de indicadores o al formato de los informes.



Otra de las medidas incorporadas es la posibilidad de realizar copias de seguridad automáticas o manuales, de modo que toda la información registrada pueda recuperarse en caso de fallo técnico o pérdida del archivo principal. Esta función asegura la continuidad del trabajo y evita la pérdida de datos críticos, algo que era un riesgo habitual en el modelo Excel, donde los respaldos dependían del hábito del usuario.

• Figura 9 Restauración de datos (Elaboración propia)

En conjunto, el módulo de seguridad y control de accesos dota al sistema de un marco de confianza y fiabilidad, imprescindible para su implantación real en una unidad operativa. Este apartado es escalable ya que presenta carencias ante ataques de especialistas. La hoja podría utilizarse en un servidor local al nivel de la unidad o a nivel ejército, lo que se aplicaría si el proyecto entra en funcionamiento.

Con este apartado se completa la estructura funcional de la hoja LOVABLE, que combina sencillez de uso con una gestión rigurosa de la información y una protección adecuada frente a errores o accesos indebidos.

4.3 Aplicación de la metodología QFD

Para comprobar que la hoja LOVABLE respondía a las necesidades reales del personal de mantenimiento, se aplicó la metodología QFD (Quality Function Deployment).

Esta técnica permite relacionar las necesidades del usuario con los requisitos técnicos del sistema, asegurando que cada función tenga una utilidad práctica dentro del proceso de mantenimiento. Se ha elaborado una matriz de correlación donde se han representado las necesidades detectadas durante las prácticas y las principales funciones de la hoja.

Cada relación se ha valorado con un código de color según su nivel de influencia: verde (relación fuerte), amarillo (relación media), naranja claro (relación débil), rojo claro (relación nula o poco significativa).



De la matriz se obtiene que las funciones con mayor impacto son los formularios automáticos, la base de datos centralizada y la trazabilidad completa, al ser las que más reducen errores y tiempo administrativo. También se observa una relación fuerte entre el módulo de seguridad y la fiabilidad de los datos, y entre el módulo de alertas y la prevención de averías. El resultado confirma que la herramienta cumple los objetivos marcados: simplificar el trabajo diario, reducir tareas repetitivas y aumentar el control sobre el estado de la flota. La metodología QFD permitió priorizar las mejoras esenciales y mantener un diseño centrado en el usuario.

Necesidades del usuario (VOC)	Formul arios automáticos	Base de datos centralizada	Alertas automáticas	Informes semanales	Interfaz visual	Trazab ilidad compl eta	Exportación / respaldo	Seguridad y control de acceso	Importancia (1-5)
Reducir tiempo de registro	Fuerte	Media	Nula	Fuerte	Media	Débil	Nula	Nula	5
Evitar duplicidad de datos	Débil	Fuerte	Nula	Media	Media	Media	Media	Media	5
Alertas de mantenimiento	Nula	Media	Fuerte	Nula	Media	Media	Nula	Nula	4
Generar informes automáticos	Nula	Media	Media	Fuerte	Media	Media	Media	Media	5
Herramienta fácil de usar	Media	Débil	Media	Media	Fuerte	Débil	Nula	Nula	4
Mayor trazabilidad	Nula	Media	Media	Media	Media	Fuerte	Media	Media	5
Exportar / respaldar datos	Nula	Débil	Nula	Media	Nula	Media	Fuerte	Media	3
Control de accesos / seguridad	Nula	Media	Nula	Nula	Nula	Media	Media	Fuerte	4

- Tabla 2 Análisis QFD (Elaboración propia)

4.4 Análisis comparativo AHP

Con el objetivo de comparar de forma objetiva la hoja LOVABLE con el sistema Excel utilizado anteriormente, se aplicó el método AHP (Analytic Hierarchy Process).



Este método permite priorizar alternativas mediante la comparación por pares de criterios y alternativas, utilizando la escala de Saaty (1, 3, 5, 7 y 9, junto con sus recíprocos) para valorar la importancia relativa entre elementos.

En primer lugar, se definieron siete criterios de evaluación: eficiencia, trazabilidad, automatización, facilidad de uso, seguridad, escalabilidad y capacidad analítica. A continuación, se establecieron las dos alternativas a comparar: Hoja LOVABLE y Hoja Excel.

La matriz de comparación entre criterios presentó una razón de inconsistencia (R.I.) = 0,2212, aceptable para el número de criterios empleados.

CRITERIO	Eficiencia	Trazabilidad	Automatización	Facilidad	Seguridad	Escalabilidad	Capacidad
Eficiencia	1	3	1/3	3	1/5	1/7	1/7
Trazabilidad	1/3	1	1	5	1/5	1/5	1/5
Automatización	3	1	1	3	1/3	1/3	1
Facilidad	1/3	1/5	1/3	1	1/5	1	1/5
Seguridad	5	5	3	5	1	1/3	1
Escalabilidad	7	5	3	1	3	1	1
Capacidad	7	5	1	5	1	1	1

Valor	Definición
1	a - Igual Importancia
3	b - Importancia Moderada
5	c - Importancia Grande
7	d - Importancia Muy Grande
9	e - Importancia Extrema

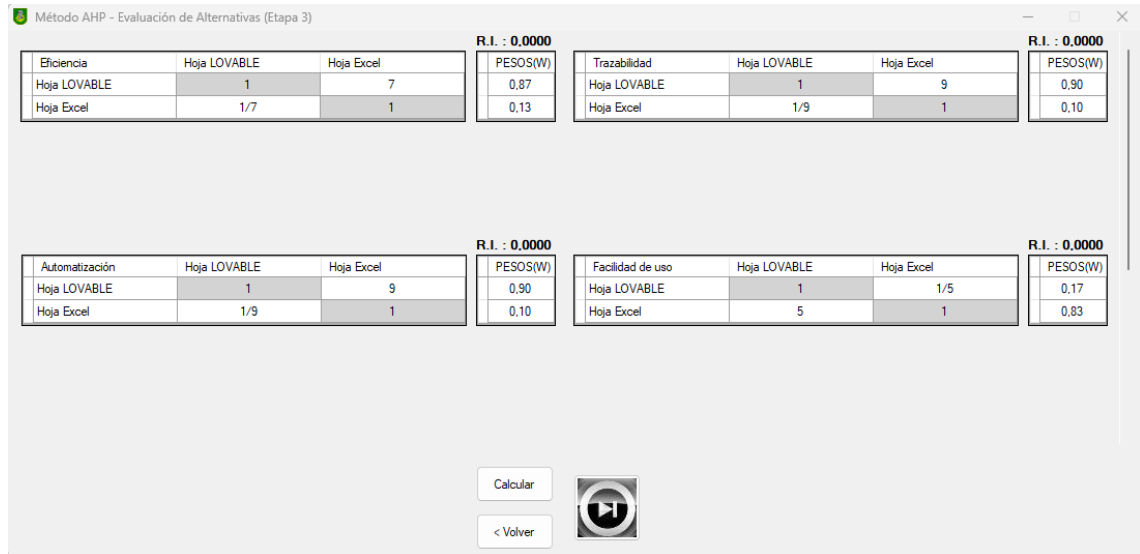
PESOS(W)
0.07
0.07
0.11
0.06
0.21
0.27
0.21

R.I. : 0.2212

• Figura 10 Evaluación criterios AHP (Elaboración propia)

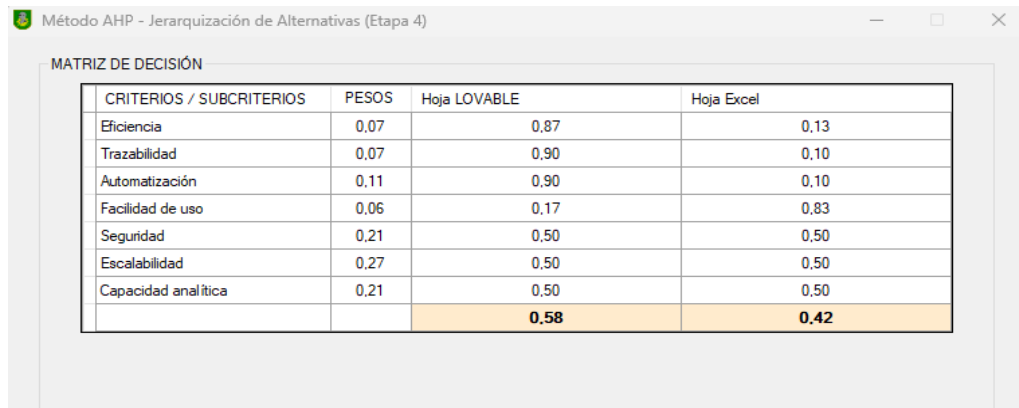
• Figura 11 Criterios AHP (Elaboración propia)

Una vez determinados los pesos, se evaluó el rendimiento de ambas alternativas en cada criterio. Los resultados mostraron una ventaja clara de la hoja LOVABLE en los aspectos de eficiencia, trazabilidad y automatización, con valores locales de peso en torno al 0,87–0,90 frente a los 0,10–0,13 de Excel. Por el contrario, Excel mantuvo una puntuación superior en el criterio facilidad de uso (0,83) debido a la mayor familiaridad del personal con su manejo.



- Figura 12 Evaluación alternativas AHP (Elaboración propia)

La jerarquización final de alternativas proporcionada por la aplicación fue:



- Figura 13 Jerarquización alternativas AHP (Elaboración propia)

El resultado demuestra que la hoja LOVABLE supera al sistema Excel en la mayoría de los criterios evaluados, especialmente en aquellos que más influyen en la operatividad del mantenimiento, como la automatización y la capacidad analítica.

Por tanto, el AHP confirma que el nuevo modelo aumenta la eficiencia y fiabilidad del proceso, mejorando la gestión de la información y reduciendo la carga administrativa sin comprometer la facilidad de uso.

4.5 Análisis cuantitativo mediante el sistema STOP

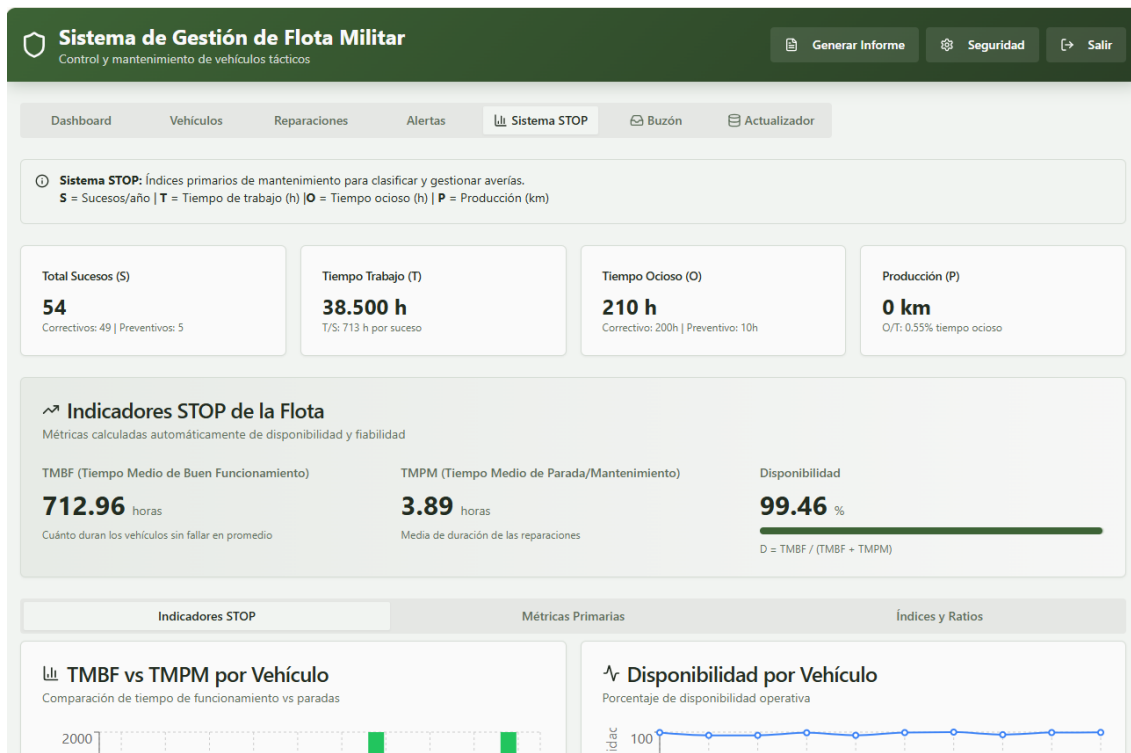
El sistema STOP (Sucesos, Tiempo, Ocio y Producción) se ha empleado para realizar el análisis cuantitativo del mantenimiento, utilizando los datos reales introducidos en la hoja LOVABLE. Este método permite obtener indicadores técnicos que reflejan el estado de disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad de la flota, a partir de la información generada



automáticamente por el sistema. La hoja calcula los valores de forma continua según los registros de incidencias y reparaciones introducidos por los usuarios.

Los principales indicadores derivados del método STOP son:

- TMBF (Tiempo Medio de Buen Funcionamiento): representa el tiempo promedio que un vehículo permanece operativo entre dos averías.
- TMPM (Tiempo Medio de Parada por Mantenimiento): refleja la duración media de las reparaciones o mantenimientos realizados.
- Disponibilidad (D): expresa el porcentaje de tiempo que los vehículos permanecen en condiciones de uso respecto al total del periodo analizado.



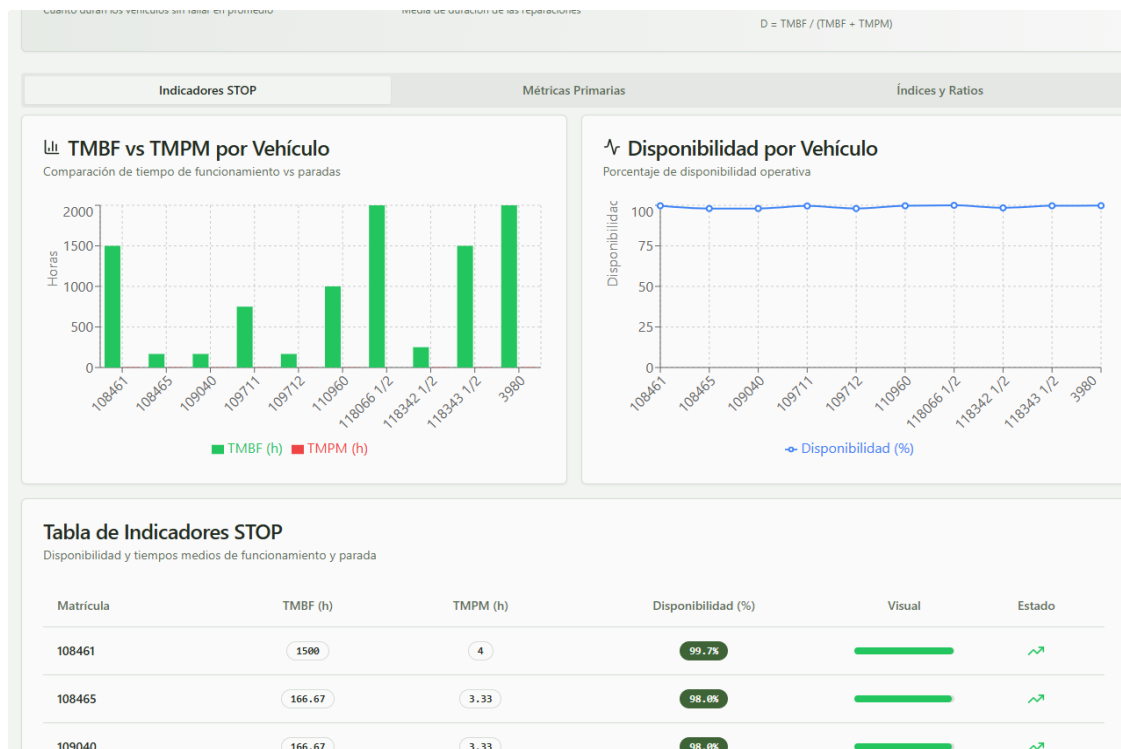
• Figura 14 Sistema STOP (Elaboración propia)



Estos indicadores se obtienen directamente a partir de las fechas de detección y resolución de las averías registradas en el módulo de reparaciones, sin necesidad de cálculos externos. El sistema actualiza automáticamente los valores cada vez que se introduce o modifica un registro, lo que permite disponer de resultados en tiempo real.

En este caso, los datos empleados corresponden a un conjunto puntual de registros reales, utilizados con carácter demostrativo. Estos datos serán ampliados y completamente útiles tras el primer informe realizado de cada vehículo, en el que se cargarán los kilómetros totales y el número de horas que se ha utilizado.

Los resultados obtenidos permiten comprobar que la hoja LOVABLE cumple con el objetivo principal del proyecto: ofrecer una herramienta capaz de cuantificar de manera automática el estado del mantenimiento y facilitar el control operativo.



• Figura 15 Gráficos e indicadores STOP (Elaboración propia)



Indicador	Fórmula aplicada	Resultado demostrativo	Interpretación
TMBF	Tiempo total de funcionamiento / n° de averías	42,3 h	Indica que, de media, un vehículo puede operar más de 40 horas antes de sufrir una avería.
TMPM	Tiempo total de reparación / n° de reparaciones	3,1 h	Muestra la duración media de las intervenciones realizadas por el personal de mantenimiento.
Disponibilidad (D)	$TMBF / (TMBF + TMPM) \times 100$	93,1 %	Refleja un alto nivel de operatividad de la flota en el periodo analizado.

- Tabla 3 Explicación formulas STOP (Elaboración propia)

Estos valores, aunque obtenidos a partir de un número limitado de registros, permiten validar el funcionamiento del sistema y demuestran su capacidad para generar información técnica precisa y útil. En una fase futura, la recopilación de datos durante un periodo más prolongado permitirá elaborar series históricas y realizar comparativas entre secciones o tipos de vehículo, ampliando el alcance del análisis.

El sistema STOP se consolida así como el componente analítico de la hoja LOVABLE, aportando una base cuantitativa para la toma de decisiones y el seguimiento del mantenimiento en el nivel de unidad.

4.6 Resultados generales y discusión

El conjunto de los análisis realizados confirma que la hoja LOVABLE cumple los objetivos planteados en este trabajo.

Tanto las evaluaciones cualitativas (QFD y AHP) como el análisis cuantitativo mediante el sistema STOP demuestran que la herramienta mejora de forma clara la gestión del mantenimiento de primer escalón respecto al modelo anterior en Excel.

El análisis AHP confirma que la hoja sobresale especialmente en los criterios de eficiencia, trazabilidad y automatización, considerados los más relevantes para el personal de mantenimiento.

Por su parte, la aplicación del método STOP valida la capacidad del sistema para generar indicadores técnicos fiables, demostrando su utilidad como herramienta de control y seguimiento.

La combinación de ambos enfoques —cualitativo y cuantitativo— proporciona una visión completa del rendimiento del sistema y de su impacto en el trabajo diario de la unidad.

En conclusión, los resultados obtenidos demuestran que el sistema LOVABLE es una mejora real y aplicable respecto al modelo previo, aportando una solución eficaz para el control del mantenimiento de primer escalón. Su desarrollo y validación confirman la viabilidad de implantar herramientas digitales sencillas, seguras y adaptadas al trabajo diario de las unidades.



5. Conclusiones y propuestas de mejora

- El desarrollo de la hoja LOVABLE ha permitido comprobar que una herramienta sencilla y bien estructurada puede mejorar de forma sustancial la gestión del mantenimiento en unidades de primer escalón.
- El sistema cumple con los objetivos establecidos: automatiza procesos, reduce errores y centraliza la información en un entorno único. Los análisis realizados confirman que el nuevo modelo supera ampliamente al sistema Excel anterior en los aspectos más relevantes: eficiencia, trazabilidad, seguridad y automatización.
- La arquitectura funcional de La hoja LOVABLE ha demostrado ser una solución funcional, práctica y adaptable a las necesidades reales de las unidades, capaz de generar informes, indicadores y alertas sin depender de cálculos manuales ni supervisión constante. A ello se suma su estructura modular y escalable, que permite incorporar nuevas funciones sin alterar la base del sistema, y su capacidad de interoperar con programas corporativos como SIGLE mediante formatos estándar (.csv, .json o .xlsx).
- El funcionamiento de la hoja interactiva queda completamente validado al estar ya operativo con datos reales. El programa es capaz de obtener información de un Excel y hacerla suya, de extraer información en formatos Word y PDF.
- La herramienta ha sido comparada mediante el análisis AHP, donde se ha visto con datos cuantitativos la superioridad del nuevo programa frente a la hoja Excel. En el resultado final se otorgó un peso global a la hoja LOVABLE de 0,58, frente al 0,42 del Excel evaluando criterios de eficiencia, trazabilidad, automatización, facilidad de uso, seguridad y escalabilidad.

Entre las principales líneas de mejora y desarrollo futuro se proponen:

- Ampliar la recopilación de datos durante un periodo prolongado para generar series históricas y análisis predictivos.
- Generar un módulo destinado al personal del segundo escalón mediante el cual se gestionen las reparaciones que el primer escalón publica. Tras ser atendidas físicamente por un personal determinado, sean publicadas las acciones realizadas sobre el vehículo para arreglar la incidencia. Por lo tanto serán los encargados del segundo escalón los que solucionen las reparaciones y hagan que los vehículos vuelvan a estar operativos en nuestro panel. Para ello solo habría que crear un usuario llamado segundo escalón, que accediera con otra contraseña y que sus permisos estuvieran limitados a estas acciones.
- Reforzar el sistema de seguridad, migrando a un servidor local militar que permita operar sin conexión externa.

Estas propuestas permitirían consolidar el sistema como una herramienta de referencia en el control del mantenimiento de primer escalón y facilitar su futura integración dentro del ecosistema digital del Ejército de Tierra.

La hoja LOVABLE materializa este enfoque y se alinea con los principios de modernización recogidos en la Estrategia de Innovación en Defensa 2023-2026 del Ministerio de Defensa [15] [16], que subraya la necesidad de impulsar la transformación digital en los procesos logísticos para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las Fuerzas Armadas.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L. Alberto Hernández García, M. Sanabria Luengo, and P. Álvarez Herranz otros autores, "Evolución de la logística hacia nuevos modelos."
- [2] "Mantenimiento - Digitalización y automatización de procesos - Ejercicio Bacsí." Accessed: Oct. 29, 2025. [Online]. Available: <https://ejerciciobacsi.com/digitalizacion-y-automatizacion-de-procesos-mantenimiento/>
- [3] "Monografías del SOPT. Mantenimiento predictivo y monitorización estructural en plataformas militares." [Online]. Available: <http://www.tecnologiaeinnovaci>
- [4] "Estrategia de Tecnología e Innovación." Accessed: Oct. 29, 2025. [Online]. Available: <https://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/estrategia/Paginas/Defensa.aspx>
- [5] "BOE-A-2017-9188 Real Decreto 706/2017, de 7 de julio, por el que se aprueba la instrucción técnica complementaria MI-IP 04 'Instalaciones para suministro a vehículos' y se regulan determinados aspectos de la reglamentación de instalaciones petrolíferas." Accessed: Oct. 29, 2025. [Online]. Available: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2017-9188>
- [6] N. Atlantic Treaty Organization, "AJP-4.6, Allied Joint Doctrine for the the Joint Logistic Support Group (Edition C)," 2018.
- [7] "BOE-A-2020-11489 Orden ETD/920/2020, de 28 de septiembre, por la que se crea y regula el Consejo Consultivo para la Transformación Digital." Accessed: Oct. 29, 2025. [Online]. Available: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2020-11489>
- [8] "NSO NSDD." Accessed: Oct. 29, 2025. [Online]. Available: <https://nso.nato.int/nso/nsdd/main/list-promulg>
- [9] PwC, "2022 Global Digital Trust Insights The C-suite guide to simplifying for cyber readiness, today and tomorrow."
- [10] "Soluciones conjuntas de gestión de activos e ingeniería (JAMES) | Lockheed Martin." Accessed: Oct. 29, 2025. [Online]. Available: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/joint-asset-management-engineering-solutions-james.html>
- [11] R. W. Puyt, F. B. Lie, and C. P. M. Wilderom, "The origins of SWOT analysis," *Long Range Plann*, vol. 56, no. 3, Jun. 2023, doi: 10.1016/J.LRP.2023.102304.
- [12] Y. Akao, "Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design," *Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design*, pp. 1–369, Jan. 2024, doi: 10.4324/9781003578833/QUALITY-FUNCTION-DEPLOYMENT-YOJI-AKAO/RIGHTS-AND-PERMISSIONS.
- [13] Y. Akao, "Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design," *Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design*, pp. 1–369, Jan. 2024, doi: 10.4324/9781003578833/QUALITY-FUNCTION-DEPLOYMENT-YOJI-AKAO/RIGHTS-AND-PERMISSIONS.



- [14] “El proceso de jerarquía analítica: planificación, priorización, asignación de recursos: Saaty, Thomas L.: Descarga, préstamo y transmisión gratuitos: Archivo de Internet.” Accessed: Oct. 29, 2025. [Online]. Available: <https://archive.org/details/analytichierarch0000saat/page/n9/mode/2up>
- [15] S. de Estado de Defensa, “Estrategia industrial de Defensa 2023.”
- [16] “Estrategia industrial de defensa 2023.” Accessed: Oct. 29, 2025. [Online]. Available: <https://publicaciones.defensa.gob.es/estrategia-industrial-de-defensa-2023.html>

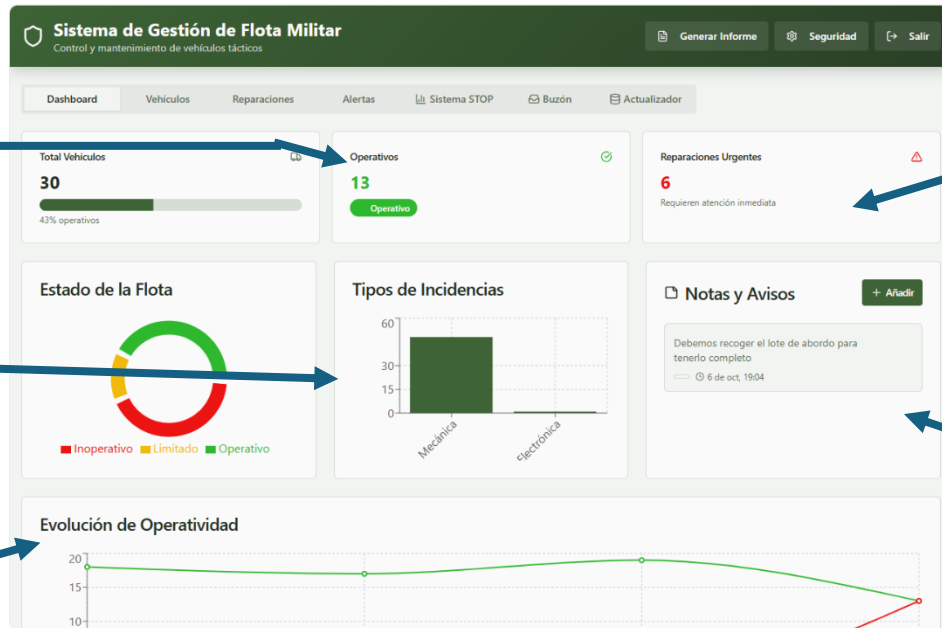


ANEXOS

1. Anexo 1 Instrucciones de uso hoja LOVABLE

A continuación se va a proceder a explicar el correcto funcionamiento de nuestro programa desarrollado. La explicación se va a realizar apoyándose en capturas de pantalla de los distintos módulos, que muestran casi la totalidad del programa desarrollado.

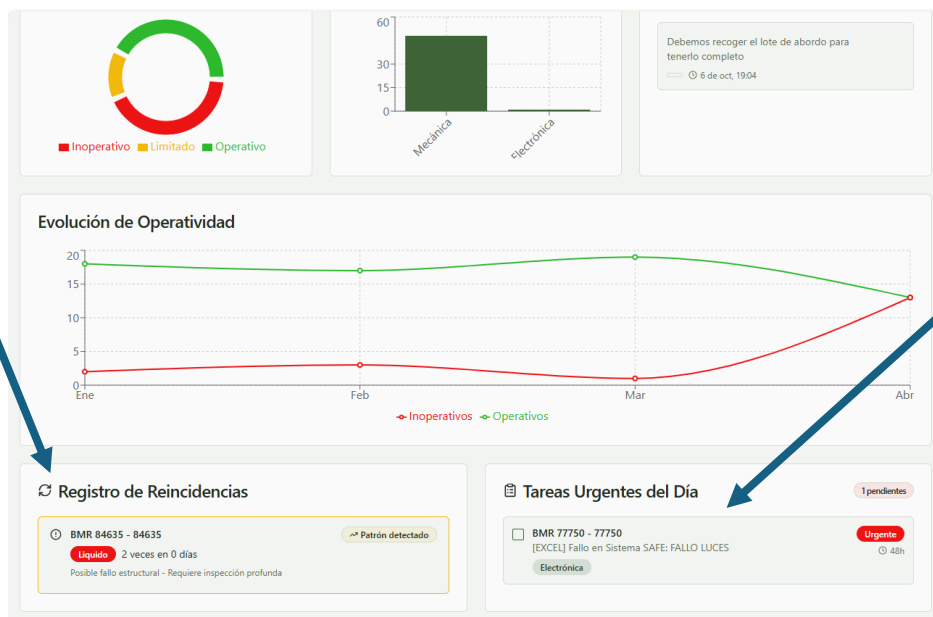
- Panel de inicio / Dashboard



Nos avisa de la cantidad de reparaciones urgentes activas y se actualiza cada vez que publiquemos una nueva.

Sobre este tablón los operadores y el administrador van publicando incidencias y tareas del día a día de la dependencia, para coordinarse.

En este apartado vemos un resumen general del estado de la flota, que estará automatizado y por lo tanto sincronizado con el resto de apartados, para reflejarnos los cambios de estos.

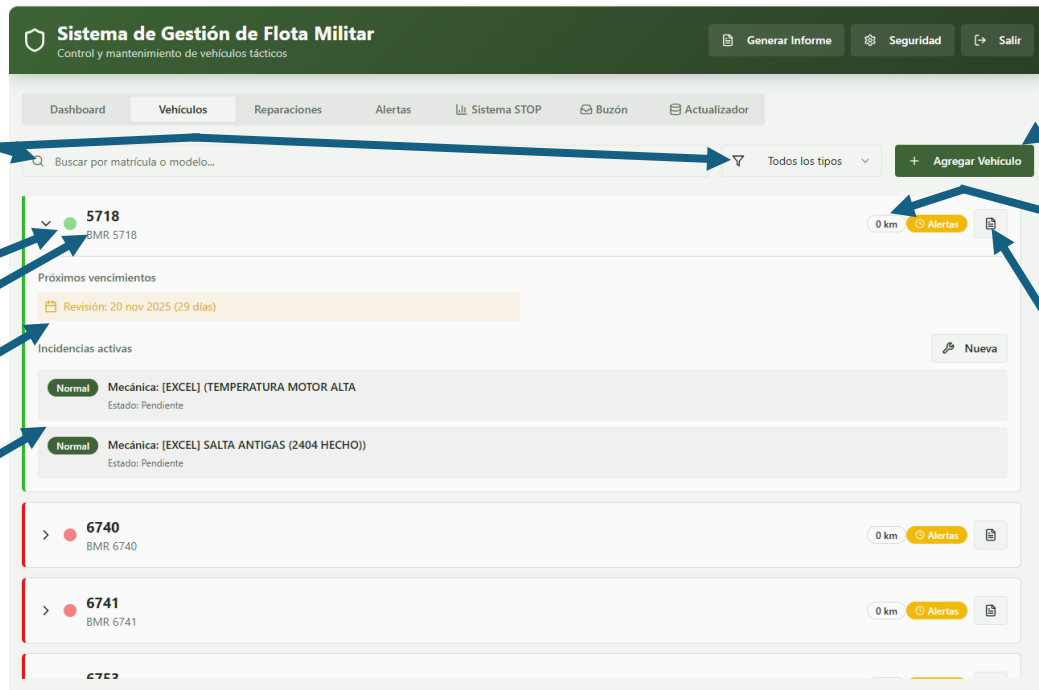


Este apartado nos refleja de forma rápida las reincidencias que aparecen cuando se repiten patrones en ellas.

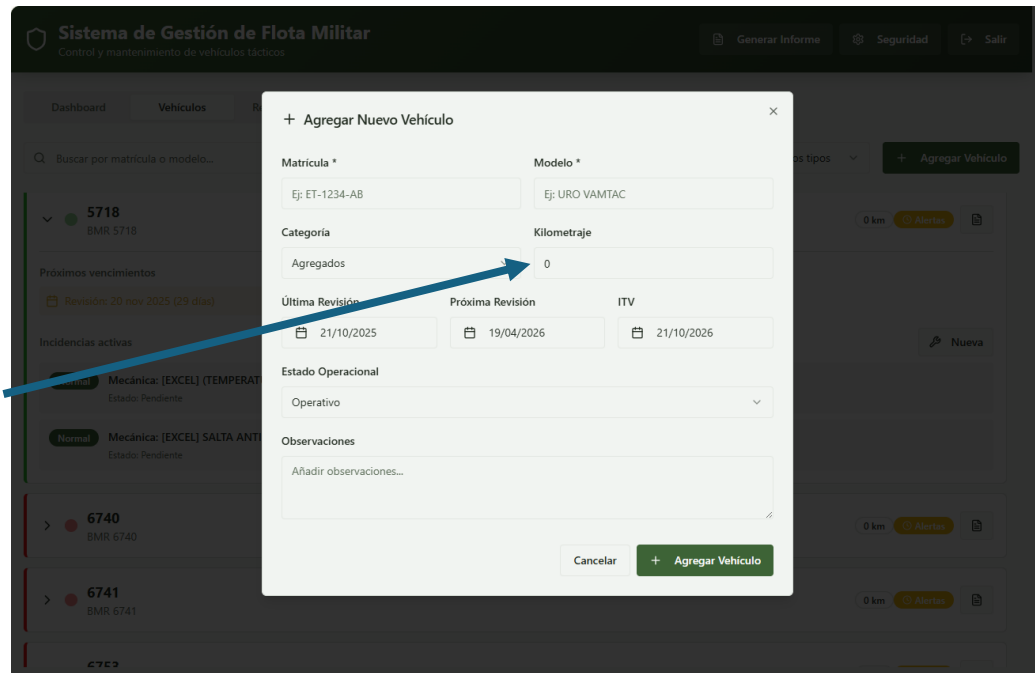
Las tareas urgentes responden a la necesidad de resolver averías urgentes, que se considerarán como tales cuando se plantee que se pueden recuperar

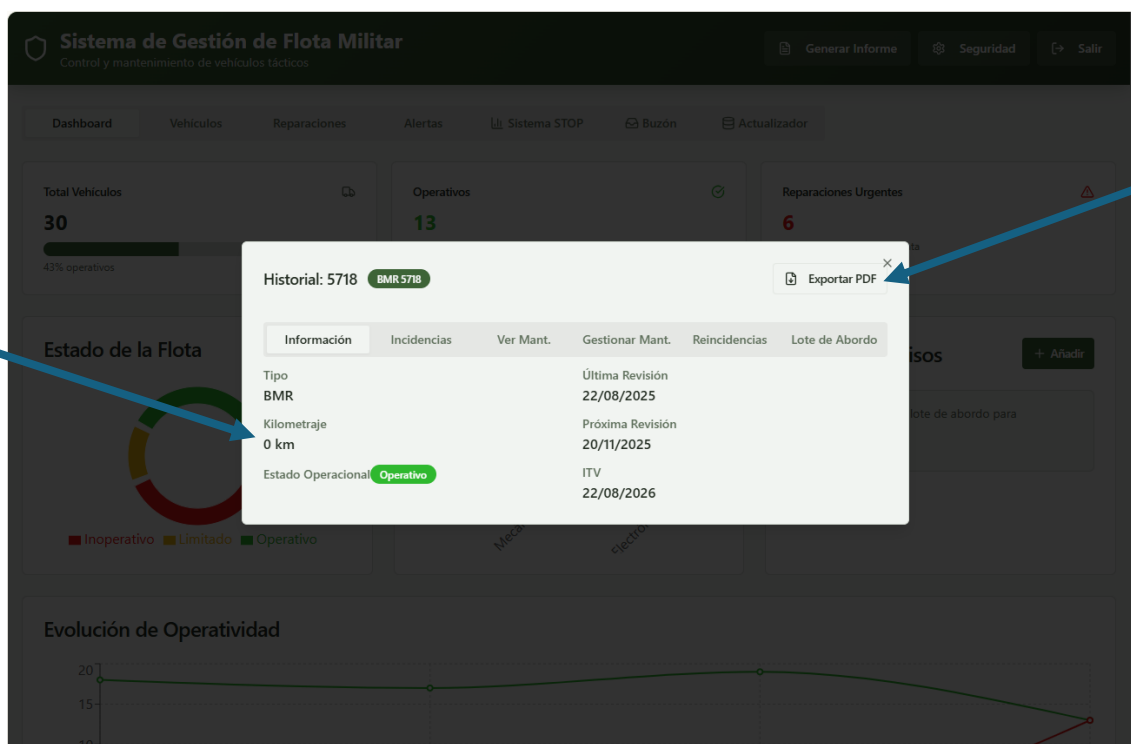


- Vehículos

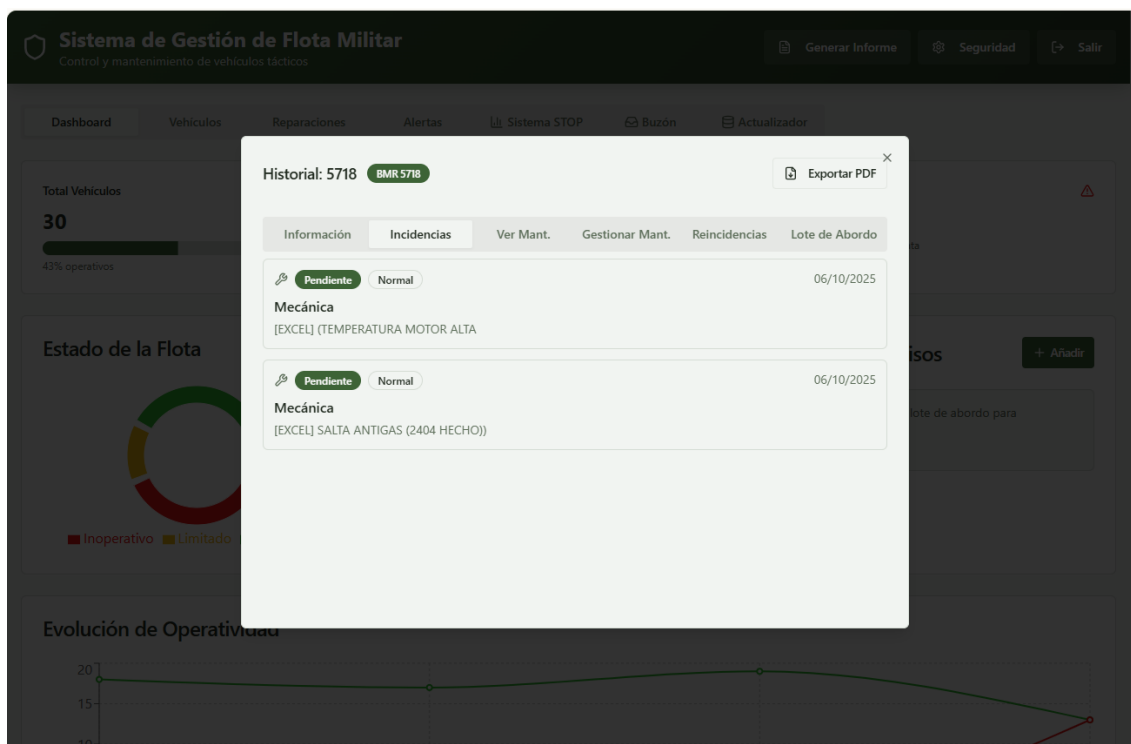


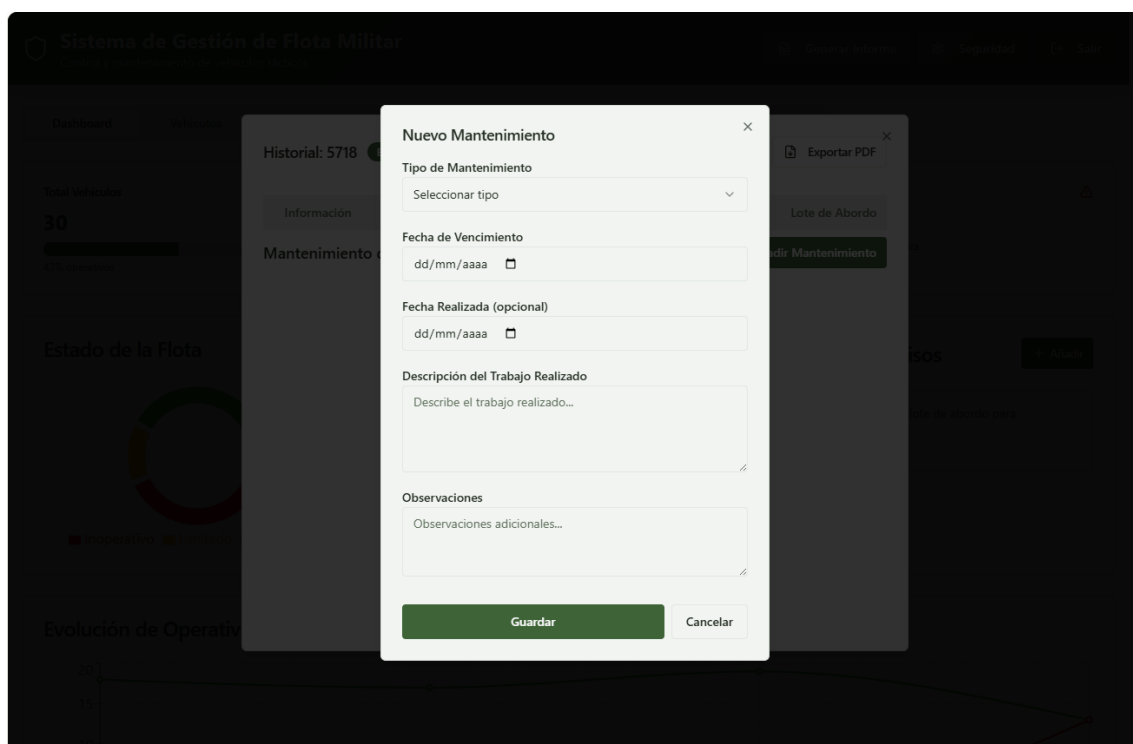
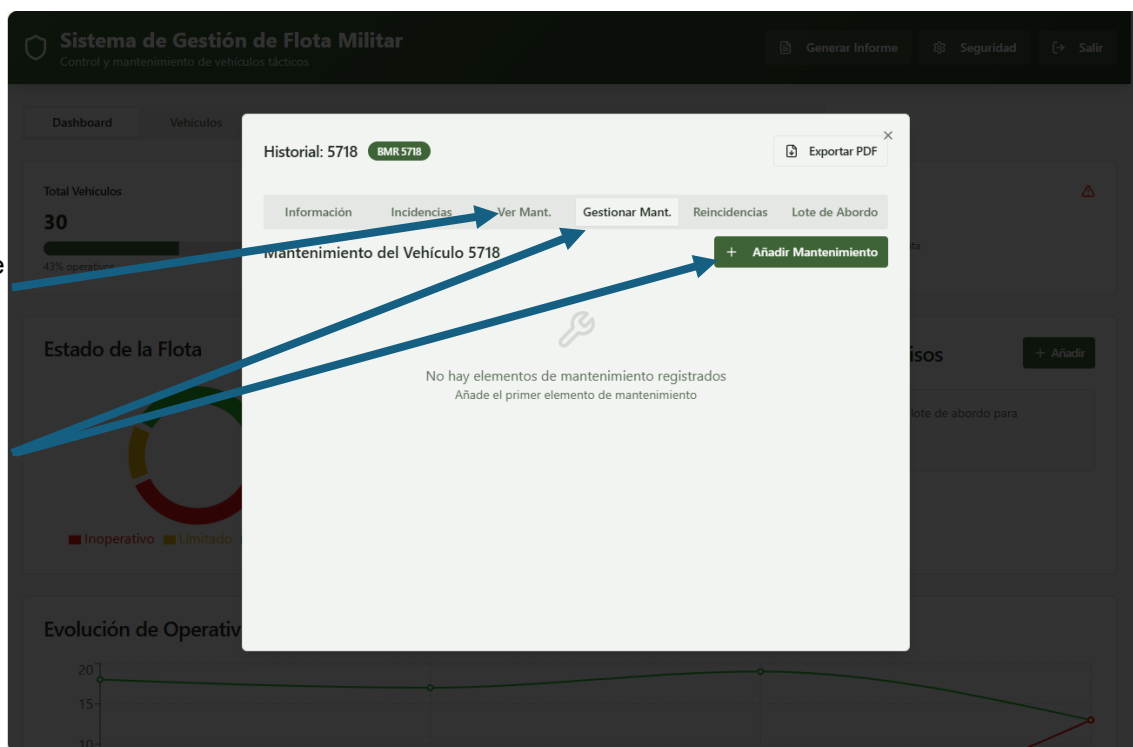
Este apartado es el encargado de almacenar todos los registros de vehículos, por tipo, matrícula y operatividad (verde, amarillo o rojo). Como se puede apreciar en la imagen estamos desglosando uno de los BMR de la unidad para ver la información rápida más relevante. En la imagen que aparece a continuación, se puede ver el panel a través del cual se agregan nuevos vehículos a nuestro programa.



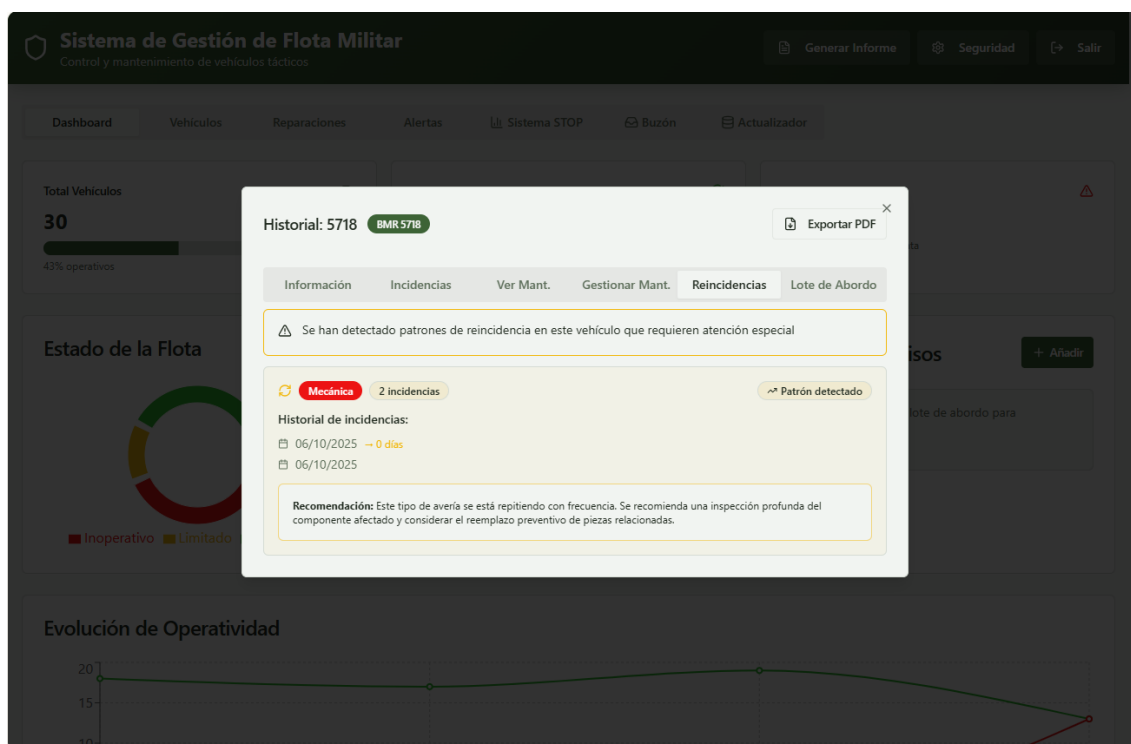


En esta imagen se puede ver el informe particular de uno de los vehículos (BMR 5718). En esta primera parte se puede ver la información general sobre el.

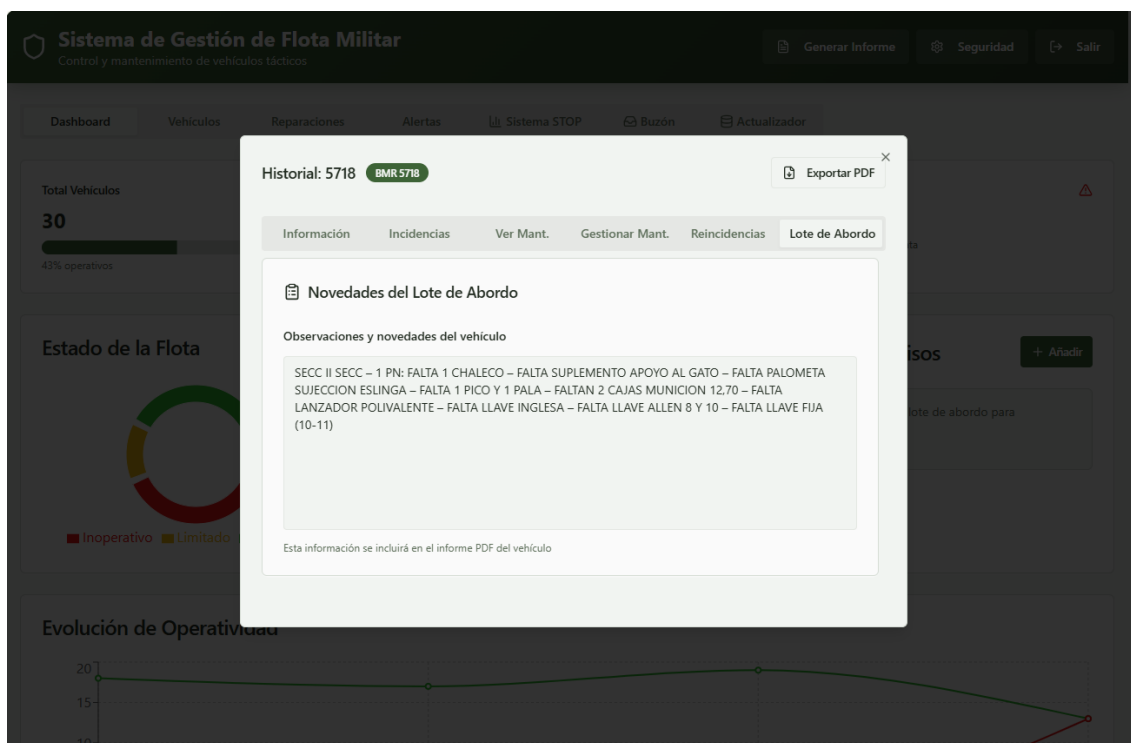




En estas dos imágenes se puede apreciar la ventana de los mantenimientos realizados a los vehículos y como añadirlos para que queden siempre registrados, facilitando el seguimiento y por tanto la trazabilidad.



En esta imagen podemos ver el registro de reincidencias de este vehículo, que se cargan automáticamente al aparecer reparaciones que repitan patrones.



En esta imagen se aprecian las novedades del lote de abordaje, que son todos los accesorios que debe tener el vehículo para ser totalmente operativo, de manera que pueda auxiliarse a sí mismo o a otros vehículos del pelotón al que pertenezca en caso de incidencias de todo tipo.



- Reparaciones

Urgencia de las reparaciones

Fecha de las reparaciones

Apartado para añadir una reparación nueva

Botón para resolver las averías, cambiando a la parte de **averías resueltas**.

A partir de este módulo se cargan las reparaciones nuevas y se revisan las que están pendientes y resueltas. Las encontramos ordenadas por urgencia y fecha de publicación. También se encuentran en los informes de cada vehículo.

Selección de matrícula del vehículo

Tipo de avería para estudio analítico y gráfico del panel principal

Prioridad que se le otorga según capacidad para resolverla rápidamente.

Tiempo de reparación para indicadores STOP

Botón que altera el estado operativo de los vehículos al publicar la reparación

Nombre del mecánico para seguimientos.

Datos adicionales



- Alertas

Sistema de Gestión de Flota Militar
Control y mantenimiento de vehículos tácticos

Generar Informe Seguridad Salir

Dashboard Vehículos Reparaciones **Alertas** Sistema STOP Buzón Actualizador

Alertas de Caducidad (30)

+ Añadir Alerta

Vehículo	Alerta	Estado	Fecha de Vencimiento	Días restantes hasta vencimiento
108465	ITV	Vence hoy	21 oct 2025	
109711	ITV	Vence en 2 días	23 oct 2025	
109711	ITV	Vence en 2 días	23 oct 2025	
77750	Revisión	Vence en 14 días	05 nov 2025	
78276	Revisión	Vence en 14 días	05 nov 2025	
82738	Revisión	Vence en 14 días	05 nov 2025	

Apartado para añadir alertas nuevas

Botón para editar y botón para borrar alertas.

Fecha de vencimiento

Días restantes hasta vencimiento

Sistema de Gestión de Flota Militar
Control y mantenimiento de vehículos tácticos

Generar Informe Seguridad Salir

Dashboard Vehículos Reparaciones **Alertas** Sistema STOP Buzón Actualizador

Alertas de Caducidad (30)

+ Añadir Alerta

Añadir Nueva Alerta

Configure una alerta personalizada para un vehículo

Vehículo
Seleccionar vehículo

Título de la Alerta
Ej: Cambio de aceite, Renovación de seguro...

Fecha de Vencimiento
dd/mm/aaaa

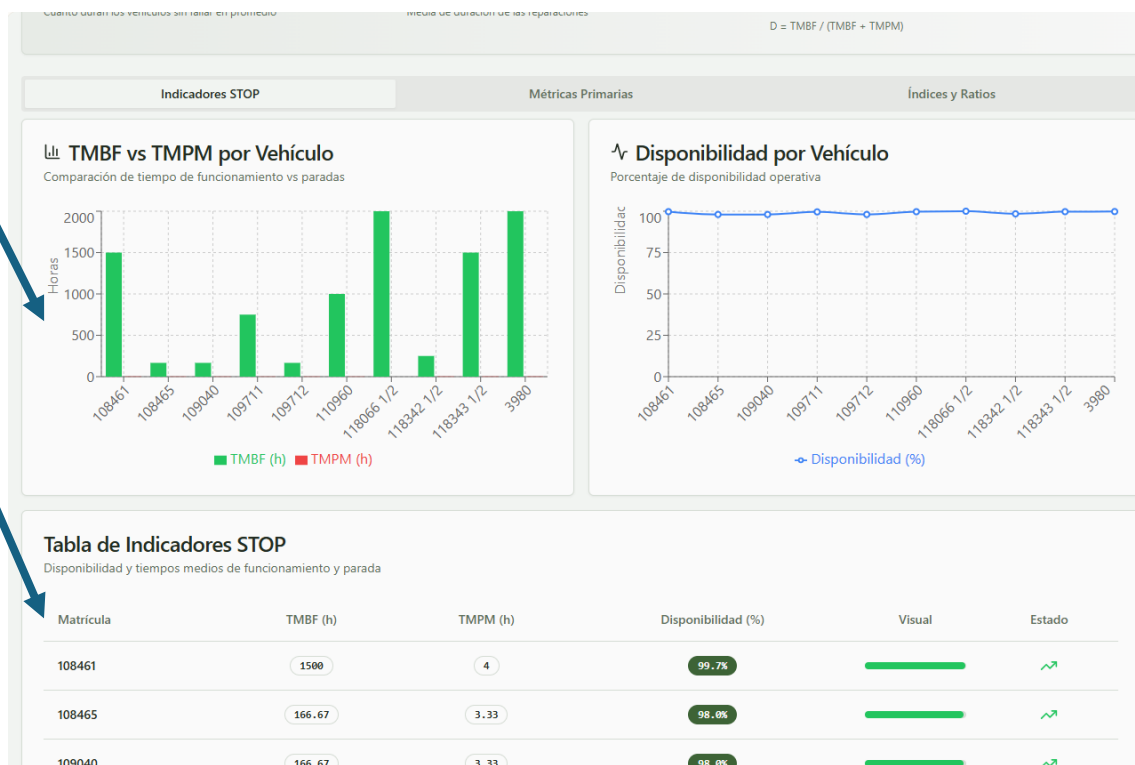
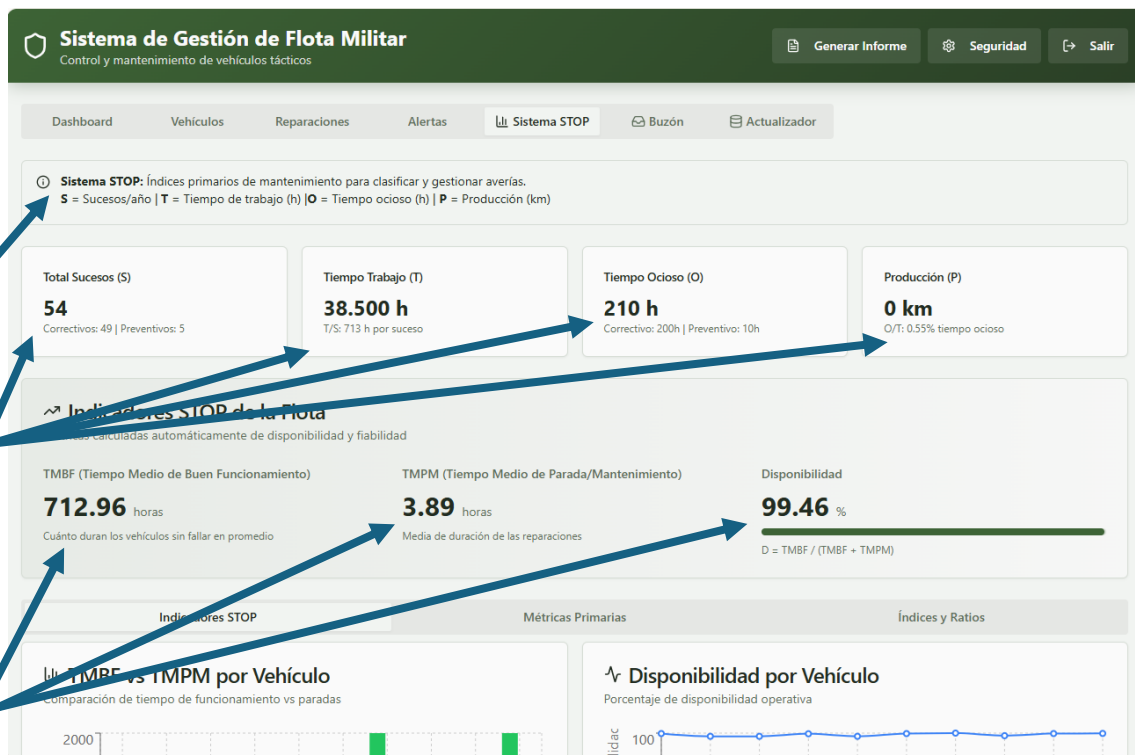
Cancelar Añadir Alerta

Vehículo	Alerta	Estado	Fecha de Vencimiento	Días restantes hasta vencimiento
84635	Revisión	Vence en 20 días	11 nov 2025	
85790	Revisión	Vence en 20 días	11 nov 2025	
5718	Revisión	Vence en 29 días	20 nov 2025	
87841	Revisión	Vence en 29 días	20 nov 2025	
9379	Revisión	Vence en 29 días	20 nov 2025	
110960	ITV	Vence en 49 días	10 dic 2025	

En estas imagenes se pueden ver el panel perteneciente al módulo de alertas, donde se van cargando y registrando, y el panel en el que se registran. Aparecen ordenadas por fechas. Las alertas aparecerán reflejadas en el informe de cada vehículo para darles accesibilidad y visibilidad por igual.



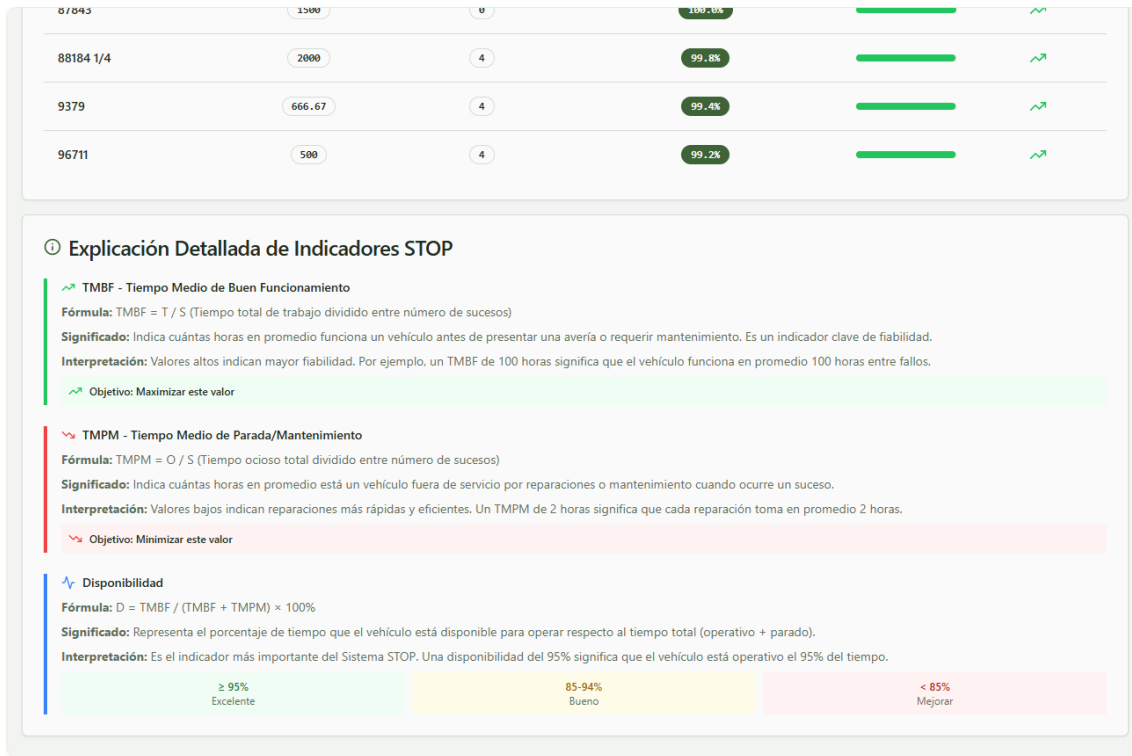
- Sistema STOP



En estas imágenes se puede ver los registros de los indicadores STOP, así como una serie de gráficas comparativas que nos sirven para analizar los datos rápida y visualmente. Posteriormente aparece un análisis por cada vehículo.



Gonzalo Casillas Sánchez



En esta imagen se nos muestra la parte inferior del apartado indicadores STOP, donde da una explicación de lo que significa cada uno de ellos y de que valores son buenos, aceptables y malos para ellos.



En esta imagen se nos muestra la tabla resumen por vehículos de las métricas primarias que se generan a través de los indicadores STOP. Además a continuación se encuentran las métricas de cada vehículo.



87841	3	3	0	2000	12	12	0	0
87843	0	0	0	1500	0	0	0	0
88184 1/4	1	1	0	2000	4	4	0	0
9379	3	3	0	2000	12	12	0	0
96711	1	1	0	500	4	4	0	0

① Explicación de Métricas Primarias STOP

S - Sucesos
Definición: Número total de eventos que causan parada o mantenimiento del vehículo.
Composición: $S = S_c + S_p$ (Sucesos correctivos + Sucesos preventivos)
Interpretación: Menor número indica mayor fiabilidad. Incluye averías y mantenimientos programados.

T - Tiempo de Trabajo
Definición: Horas totales en las que el vehículo ha estado operativo y productivo.
Unidad: Horas (h)
Interpretación: Mayor valor indica más uso del vehículo. Se registra mediante horímetro o se estima.

O - Tiempo Ocioso
Definición: Horas totales que el vehículo ha estado parado por reparaciones o mantenimiento.
Composición: $O = O_c + O_p$ (Tiempo ocioso correctivo + preventivo)
Interpretación: Menor valor indica mayor disponibilidad. Tiempo perdido de producción.

P - Producción
Definición: Medida de la producción o trabajo realizado por el vehículo.
Unidad: Kilómetros (km) o unidades relevantes según el tipo de vehículo
Interpretación: Mayor valor indica más productividad. Se usa para calcular ratios de eficiencia.

Relación entre las Métricas
Las métricas S, T, O y P están interrelacionadas: un aumento en S (sucesos) generalmente aumenta O (tiempo ocioso) y reduce la eficiencia. El objetivo es maximizar T y P mientras se minimizan S y O, logrando así alta disponibilidad y productividad.

En esta imagen se puede observar una explicación sobre que significa y como interpretar las métricas, que aparece en la parte inferior de las métricas primarias.

Cuánto duran los vehículos sin fallar en promedio

Media de duración de las reparaciones

D = TMBF / (TMBF + TMBPM)

Indicadores STOP

Métricas Primarias

Índices y Ratios

Tabla de Índices STOP Calculados

Ratios derivados de las métricas primarias para análisis de rendimiento

Matrícula	T/S	O/S	P/S	S/T	O/T	P/T	S/P	T/P
108461	1500 h	4.0 h	0 km	0.0007	0.003 %	0.0 km/h	N/A	N/A
108465	167 h	3.3 h	0 km	0.0060	0.020 %	0.0 km/h	N/A	N/A
109040	167 h	3.3 h	0 km	0.0060	0.020 %	0.0 km/h	N/A	N/A
109711	750 h	3.0 h	0 km	0.0013	0.004 %	0.0 km/h	N/A	N/A
109712	167 h	3.3 h	0 km	0.0060	0.020 %	0.0 km/h	N/A	N/A
110960	1000 h	3.0 h	0 km	0.0010	0.003 %	0.0 km/h	N/A	N/A
118066 1/2	N/A h	N/A h	N/A km	0.0000	0.000 %	0.0 km/h	N/A	N/A
118342 1/2	250 h	4.0 h	0 km	0.0040	0.016 %	0.0 km/h	N/A	N/A
118343 1/2	1500 h	4.0 h	0 km	0.0007	0.003 %	0.0 km/h	N/A	N/A
3980	2000 h	4.0 h	0 km	0.0005	0.002 %	0.0 km/h	N/A	N/A
4803	2000 h	4.0 h	0 km	0.0005	0.002 %	0.0 km/h	N/A	N/A

Esta imagen se encuentra en el apartado de índices y ratios del sistema STOP. Nos muestra simplemente los valores obtenidos para cada uno de los índices y ratios e cada vehículo.



🕒 Explicación Detallada de Índices y Ratios

↗️ **Índices de Eficiencia (Valores altos = Mejor)**

- T/S - Tiempo medio entre sucesos**
Fórmula: T / S | Interpretación: Horas promedio de funcionamiento entre un suceso y el siguiente. Valores altos indican mayor fiabilidad.
- P/T - Productividad**
Fórmula: P / T | Interpretación: Kilómetros por hora de trabajo. Mide la eficiencia productiva del vehículo.
- P/S - Producción por suceso**
Fórmula: P / S | Interpretación: Kilómetros recorridos entre sucesos. Indica cuánto produce el vehículo antes de fallar.

↘️ **Índices de Disponibilidad (Valores bajos = Mejor)**

- O/T - Porcentaje de tiempo ocioso**
Fórmula: O / T | Interpretación: Proporción de tiempo parado respecto al tiempo trabajado. Valores bajos indican alta disponibilidad.
- O/S - Tiempo ocioso medio por suceso**
Fórmula: O / S | Interpretación: Horas promedio de parada por cada suceso. Valores bajos indican reparaciones rápidas.
- S/T - Sucesos por hora de trabajo**
Fórmula: S / T | Interpretación: Frecuencia de fallos por hora. Valores bajos indican mayor confiabilidad.

⬆️ **Índices de Fiabilidad (Contexto específico)**

- S/P - Sucesos por unidad producida**
Fórmula: S / P | Interpretación: Número de fallos por kilómetro. Valores bajos indican vehículo más fiable en relación a su uso.
- T/P - Tiempo por unidad producida**
Fórmula: T / P | Interpretación: Horas de trabajo por kilómetro. Depende del tipo de misión y velocidad operativa.
- O/P - Tiempo ocioso por unidad producida**
Fórmula: O / P | Interpretación: Horas de parada por kilómetro. Valores bajos indican menos tiempo perdido por kilómetro recorrido.

🕒 **Cómo Utilizar estos Índices**

Los índices STOP permiten comparar vehículos de diferentes tipos y usos, identificar problemas específicos (ej: muchos sucesos pero reparaciones rápidas vs pocos sucesos pero reparaciones largas), y tomar decisiones informadas sobre mantenimiento preventivo, retirada de servicio o priorización de recursos.

Esta imagen explica los índices y los ratios de la imagen anterior, dando la explicación también de como se deben de interpretar.

- Buzón

Sistema de Gestión de Flota Militar
Control y mantenimiento de vehículos tácticos

Generar Informe | Seguridad | Salir

Dashboard | Vehículos | Reparaciones | Alertas | Sistema STOP | **Buzón** | Actualizador

Buzón de Informes

Informes de jefes de vehículo

Informe de CAC Casillas
21/10/2025 | 1 vehículo
108465 Incidencias

+ Nuevo Informe

Ver Detalles

Eliminar

Esta imagen presenta el apartado del buzón de informes semanales que deben realizar los sargentos encargados de cada uno de sus vehículos al encargado de la dependencia.



Sistema de Gestión de Flota Militar
Control y mantenimiento de vehículos tácticos

Generar Informe Seguridad Salir

Dashboard Vehículos

Buzón de Informes
Informes de jefes de vehículo

Informe de CAC Casillas
21/10/2025 CAC Casillas

Vehículos (1)

108465 - Ligeros 108465 (Ligeros)
Kilometraje reportado: 130.000 km

Combustible Correcto	Líquidos Correcto	Luces Correcto
Frenos Correcto	Filtros Incidencia Filtro del aire roto	Aire Correcto
Fusibles/Relés Correcto	Cristales Correcto	Batería Correcto
Neumáticos Correcto	Interfonía Correcto	Sistema SAFE Correcto
Torre de Armamento Correcto		

Nuevo Informe Ver Detalles

Esta imagen muestra como se ve al consultar un informe semanal.

Sistema de Gestión de Flota Militar
Control y mantenimiento de vehículos tácticos

Generar Informe Seguridad Salir

Dashboard Vehículos

Buzón de Informes
Informes de jefes de vehículo

Informe de CAC Casillas
21/10/2025 CAC Casillas

Crear Nuevo Informe
Complete el informe con la información de los vehículos bajo su responsabilidad

Jefe de Vehículo
Nombre completo del jefe de vehículo

Vehículos a Incluir
Seleccione los vehículos que desea incluir en este informe

- ☒ 108461 - Ligeros 108461 (Ligeros)
- ☐ 108465 - Ligeros 108465 (Ligeros)
- ☐ 109040 - Ligeros 109040 (Ligeros)
- ☐ 109711 - Ligeros 109711 (Ligeros)

108461 - Ligeros 108461

Kilometraje Actual
Introduzca el kilometraje actual

Horas de Trabajo
Introduzca las horas de trabajo

Combustible Correcto	Líquidos Correcto
Luces Correcto	Frenos Correcto
Filtros	Aire

Nombre del que publica el informe

Vehículos de los que hace el informe (Tantos como desees o seas encargado)

Kilometraje y horas que cargar para análisis STOP

En esta imagen se puede ver el proceso de generar un nuevo informe.



Sistema de Gestión de Flota Militar

Control y mantenimiento

Dashboard

Buzón de Informes de jefes

21/10/2025

108465

108461 - Ligeros 108461

Kilometraje Actual	Horas de Trabajo
Introduzca el kilometraje actual	Introduzca las horas de trabajo
Combustible	Líquidos
Correcto	Correcto
Luces	Frenos
Correcto	Correcto
Filtros	Aire
Correcto	Correcto
Fusibles/Relés	Cristales
Correcto	Correcto
Batería	Neumáticos
Correcto	Correcto
Interfonía	Sistema SAFE
Correcto	Correcto
Torre de Armamento	
Correcto	

Sistema de Gestión de Flota Militar

Control y mantenimiento

Dashboard

Buzón de Informes de jefes

21/10/2025

108465

Correcto

Correcto

Filtros	Aire
Correcto	Correcto
Fusibles/Relés	Cristales
Correcto	Correcto
Batería	Neumáticos
Correcto	Correcto
Interfonía	Sistema SAFE
Correcto	Correcto
Torre de Armamento	
Correcto	

Observaciones Generales

Cualquier información adicional relevante...

Cancelar **Enviar Informe**

Estas dos imágenes nos terminan de mostrar el informe en su totalidad, donde podemos ver todos los apartados sin excepción. Si hubiera algo que no se contempla en los apartados preestablecidos se comenta en las observaciones generales. Cada apartado da la oportunidad de explicar la avería al cambiar el estado de uno de ellos de correcto a incidencia.



- Actualizador

Sistema de Gestión de Flota Militar
Control y mantenimiento de vehículos tácticos

Generar Informe Seguridad Salir

Dashboard Vehículos Reparaciones Alertas Sistema STOP Buzón Actualizador

Migración de Datos a la Nube
Transfiere tus datos locales a la base de datos compartida para que todos los usuarios puedan verlos

Importante: Esta acción transferirá todos los datos locales almacenados en tu navegador a la base de datos compartida. Los datos serán visibles para todos los usuarios con acceso al sistema.

Iniciar Migración

Actualizador de Datos
Carga datos desde Excel o restaura backups anteriores

Importante: Se creará automáticamente un backup antes de actualizar los datos. Puedes restaurarlo en cualquier momento si algo sale mal.

Cargar Excel

Seleccionar archivo Excel

Descargar plantilla

Backup de Datos

Crear backup actual

Restaurar último backup

Último backup: 1/10/2025, 14:51:38

Formato del Excel
El archivo Excel debe contener las siguientes columnas:

- MATRICULA:** Número de matrícula del vehículo
- ESTADO ACTUAL:** Estado operativo (10=Operativo, 20=Advertencia, 30=Crítico)
- SECC:** Sección o unidad asignada
- FECHA ULTIMA ACTUALIZACION/MNTO:** Fecha del último mantenimiento (DD/MM/AA)
- NOVEDADES:** Descripción de problemas o incidencias actuales
- ITV:** Fecha de vencimiento de la ITV (DD/MM/AA)

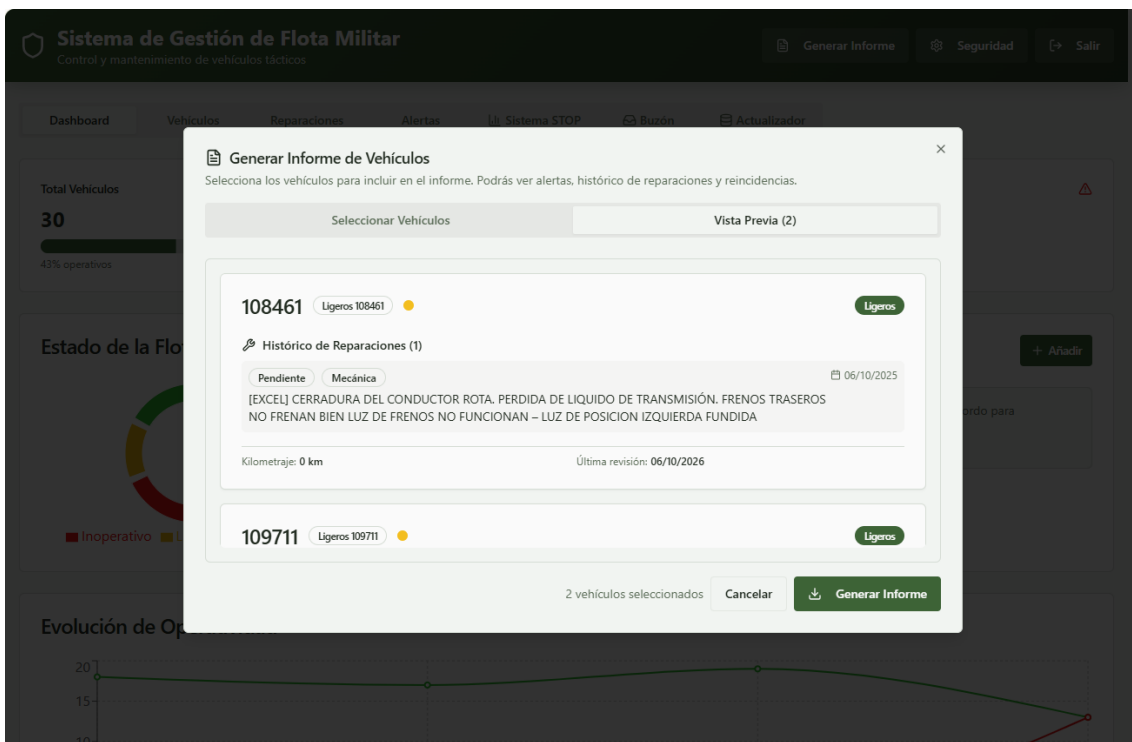
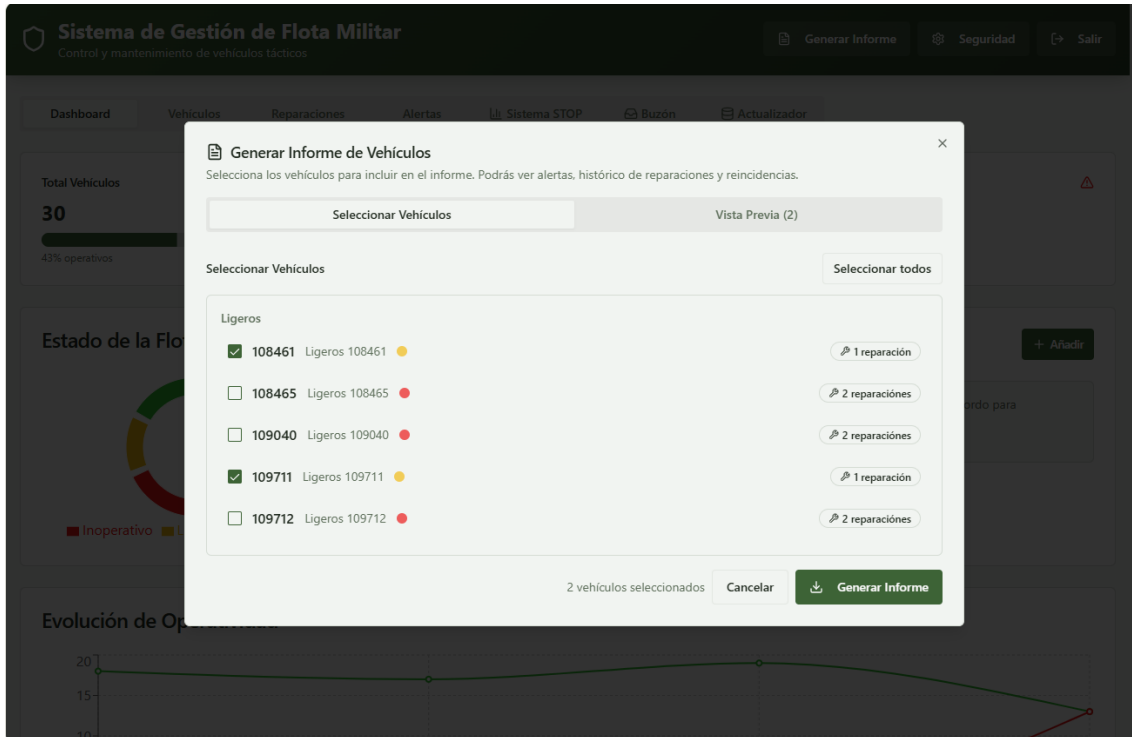
Los datos se importarán automáticamente creando vehículos, incidencias y elementos de mantenimiento según corresponda.

Apartado para generar informes de varios vehículos en formato Word, destinado a realizar 2404.

Apartado para guardar los datos del programa para recuperarlos en caso de pérdida. Los datos se guardan automáticamente al intentar cargar un nuevo Excel.

Botón para recuperar últimos datos guardados

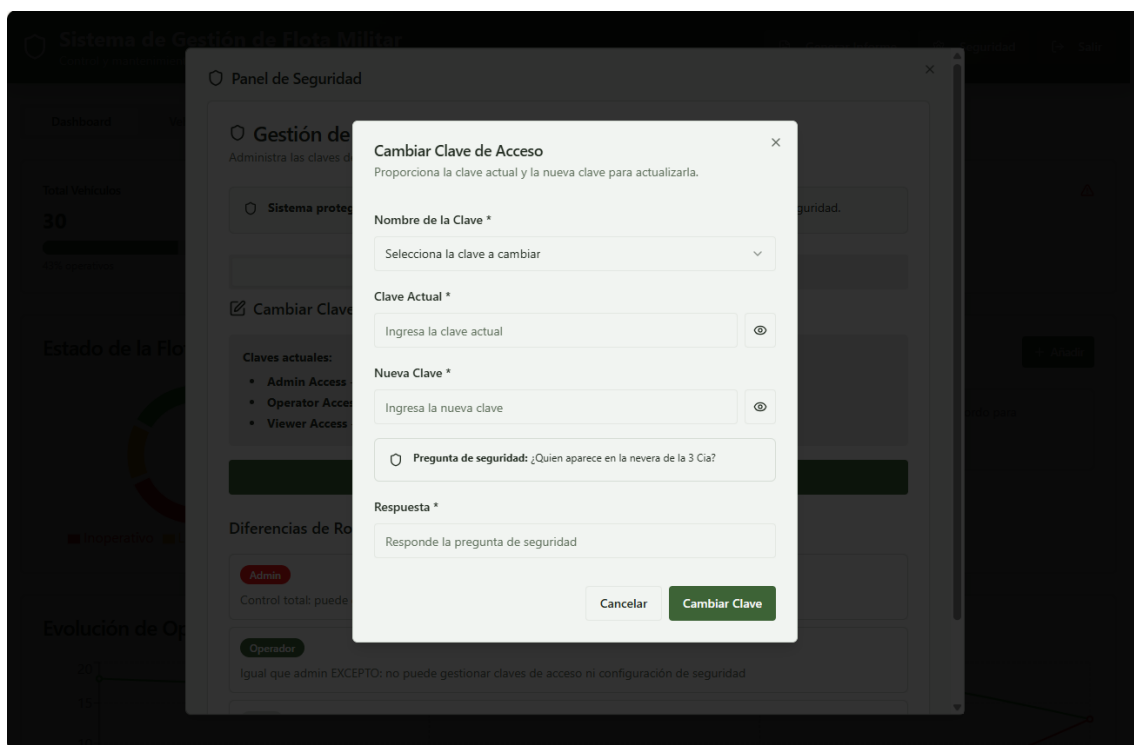
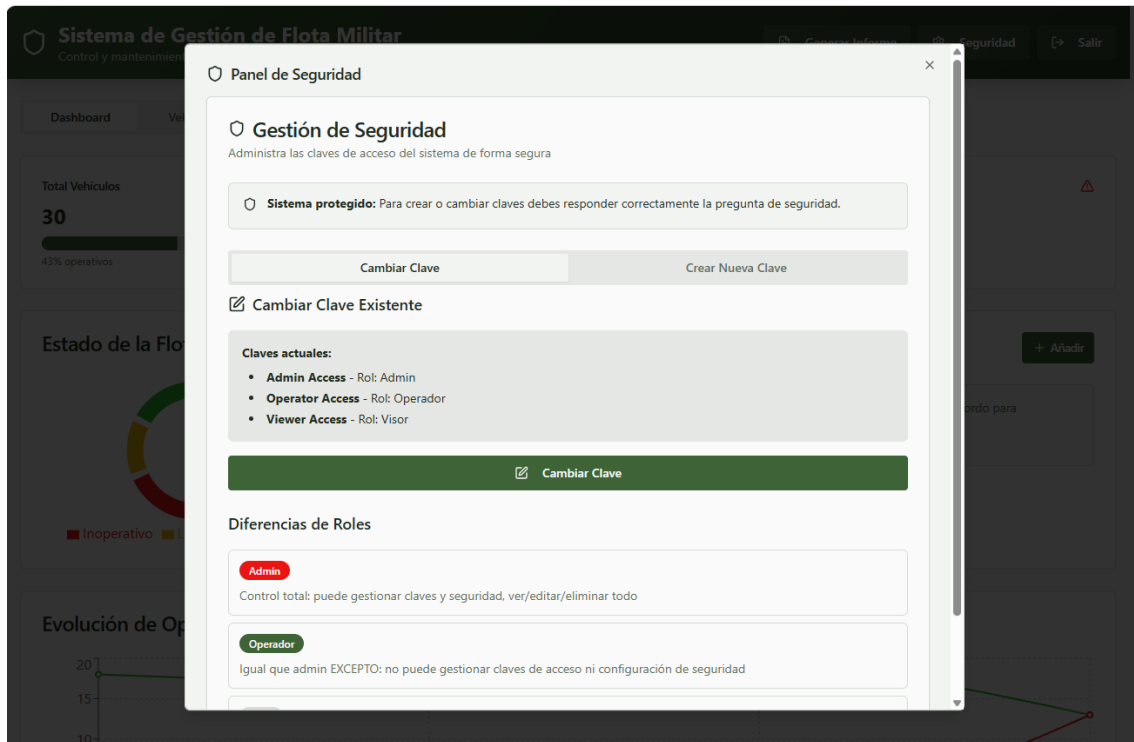
Este es uno de los módulos más importantes, ya que: permite cargar los datos desde un documento Excel externo, generar Excel para externalizar los datos del documento y generar copias de seguridad para restaurar los últimos datos que por ejemplo puedan perderse al cargar un nuevo Excel.



Estas imágenes reflejan como se generan los informes de varios vehículos a la vez, con toda la información que se dispone de ellos, y que está pensada para poder hacer documentos corporativos tipo 2404 de cada vehículo.



- Seguridad



En estas imágenes aparece el menú en el cual el administrador puede cambiar las claves de seguridad de cada usuario, para proteger la integridad de los datos de este programa.



2. Anexo 2 Ejemplos documentos generados

Informe de Vehículos

Fecha: 24/10/2025 13:50

Resumen

Total de vehículos: 2
Operativos: 2
Limitados: 0
Inoperativos: 0
Alertas totales: 0
Reparaciones: 1 (Pendientes: 1, En curso: 0, Resueltas: 0)

1. 118066 1/2 - Remolques 118066 1/2 (Remolques)

Estado: ~~operational~~ • Kilometraje: 0 km • Sección: No asignada
Última revisión: 06/10/2026 • Próxima: 04/01/2027 • ITV: 06/10/2027

Novedades del Lote de Abordo

Sin novedades registradas.

Alertas

Sin alertas.

Histórico de reparaciones

Sin reparaciones registradas.

Reincidencias

Sin reincidencias detectadas.

2. 4803 - BMR 4803 (BMR)

Estado: ~~operational~~ • Kilometraje: 0 km • Sección: No asignada
Última revisión: 08/08/2025 • Próxima: 06/11/2025 • ITV: 08/08/2026

Novedades del Lote de Abordo

Sin novedades registradas.

Alertas

Sin alertas.

Histórico de reparaciones

• 06/10/2025 | Pendiente | Mecánica | [EXCEL] SIN BATERIAS
Mecánico: No asignado • ETA: No especificado • Resolución: Pendiente

Reincidencias

Sin reincidencias detectadas.

Informe de dos vehículos en formato Word desde generar informe.



Informe del Vehículo: 6753

BMR 6753 - BMR

INFORMACIÓN GENERAL

Tipo: BMR

Última Revisión: 08/08/2025

Kilometraje: 0 km

Próxima Revisión: 06/11/2025

Estado: Inoperativo

ITV: 08/08/2026

HISTORIAL DE INCIDENCIAS

Fecha	Tipo	Descripción	Estado	Prioridad	Asignado
06/10/2025	Mecánica	[EXCEL] FALTAN 2 RUEDAS CENTRALES	Pendiente	Normal	-
06/10/2025	Mecánica	[EXCEL] SIN BATERIAS	Pendiente	Normal	-

ELEMENTOS DE MANTENIMIENTO

No hay elementos de mantenimiento registrados.

ANÁLISIS DE REINCIDENCIAS

& & S&e& & h&a&n& & d&e&t&e&c&t&a&d&o& & p&a&t&r&o&n&e&s& & d&e& & r&e&i&n&c&i&d&e&n&c&i&a&

• Mecánica: 2 incidencias

- 06/10/2025 (0 días hasta la siguiente)
- 06/10/2025

NOVEDADES DEL LOTE DE ABORDO

Sin novedades registradas.

Informe particular de un vehículo en PDF.



Gonzalo Casillas Sánchez

MATRICULA																
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	MATRICULA	TIPO	ESTADO ACTUAL	SECC	FECHA ULTIMA ACTUALIZACION/MINTO	NOVEDADES										
2	OPERATIVOS		13	BMR												
3	INOPERATIVOS		17													
4	TOTAL		30													
5	108461	Ligeros	20	PLANA	06/10/2026	[EXCEL] CERRADURA DEL CONDUCTOR ROTA. PERDIDA DE LIQUIDO DE TRANSMISION. FRENSOS TRASEROS NO FRENAN BIEN LUZ DE FRENSOS NO FUNCIONAN										
6	108465	Ligeros	30	PLANA	21/10/2025	[EXCEL] ROTULAS DETERIORADAS Y LATIGUILLO DE FRENO ESCACHADO - PLANCHAS DE LA CAJA OXIDADA - [EXCEL] CEMENTERIO										
7	109040	Ligeros	30	PLANA	06/10/2026	[EXCEL] CEMENTERIO - [EXCEL] PERDIDAS DE LIQUIDO REFRIGERANTE POR LA BOMBA DE AGUA.										
8	109711	Ligeros	20	PLANA	06/10/2026	[EXCEL] SUSPENSION EN MAL ESTADO										
9	109712	Ligeros	30	PLANA	06/10/2026	[EXCEL] CEMENTERIO - [EXCEL] VASO DE EXPANSION.										
10	110960	Ligeros	10	PLANA	06/10/2026	[EXCEL] FALTA GUARDAPOLVOS										
11	118066 1/2	Remolques	10	PLANA	06/10/2026											
12	118342 1/2	Remolques	30	PLANA	06/10/2026	[EXCEL] LUZ GALIBO ROTA. CABLEADO EN MAL ESTADO. - [EXCEL] CEMENTERIO ESPERA DE REPUESTO										
13	118343 1/2	Remolques	20	PLANA	06/10/2026	[EXCEL] NO FUNCIONA LAS LUCES FALTA LUZ DE POSICION DELANTERA										
14	13980	BMR	10	III SECC - 1PN 08/08/2025		SECC III SECC - 1PN: FALTAN 2 TRIANGULOS - FALTA EXTINTOR										
15	14803	BMR	10	III SECC - 3PN 08/08/2025		SECC III SECC - 3PN: SN										
16	14818	BMR	30	I SECC - 3PN 13/08/2025		SECC I SECC - 3PN: LAS PALMAS										
17	15718	BMR	10	II SECC - 1 PN 22/08/2025		SECC II SECC - 1 PN: FALTA 1 CHALECO - FALTA SUPLEMENTO APOYO AL GATO - FALTA PALOMETA SUECCION ESILINGA - FALTA 1 PICO Y 1 PALA - FALTA 1 SECC I SECC - 2 PN: FALTA 1 JUEGO DE FUSIBLES - FALTA 2 SUPLEMENTOS DE APOYO AL GATO - FALTA PALA - FALTA 1 JUEGO DE CADENAS - FALTA 1 SECC I SECC - 1 PN: 1 CALZO ROTO - FALTA 1 CUBETA - FALTA 1 PICO - FALTA 1 PINZOTE - FALTA LLAVE FIA (13-17)										
18	16740	BMR	30	I SECC - 2 PN 13/08/2025		SECC II SECC - 3PN: FALTAN LLAVES ALLEN										
19	16741	BMR	30	I SECC - 1PN 13/08/2025		SECC II SECC: FALTA LLAVE ALLEN Y LLAVE INGLESA										
20	6753	BMR	30	III SECC - 2PN 08/08/2025		SECC SAPO - DCC: FALTA PALOMETA SUECCION ESILINGA - FALTA LLAVE DE RUEDA - FALTA LLAVE ALLEN 10 - FALTA ESILINGA										
21	77048	BMR	10	SAPO - DCC 07/08/2025		SECC PLANA: CUBETAS ARREGLANDO - FALTA BOTQUIN - FALTA GAFAS - FALTAN FUSIBLES - FALTA PICO - FALTA MANOMETRO - FALTA ENGRASADO										
22	78276	BMR	10	PLANA 07/08/2025		SECC II SECC - 2 PN: SN										
23	82063	BMR	10	II SECC - 2 PN 06/10/2026		SECC II SECC - 1PN: FALTA PICO Y PALA										
24	82731	BMR	30	II SECC - 1PN 20/06/2025		SECC SAPO - MORTEROS: FALTAN TRIANGULOS - FALTA TOLVA DE ALIMENTACION - FALTA TRAPECO PEQUEÑO										
25	82738	BMR	30	SAPO - MOR 07/08/2025		SECC I SECC - 2PN: FALTA SUPLEMENTO APOYO AL GATO - FALTA ENGRASADORA - FALTA LLAVE (8-9) Y (13-17) - FALTA 2 DESTORNILLADOR PLANO										
26	84635	BMR	30	I SECC - 1 PN 13/08/2025		SECC I SECC - 1 PN: FALTA SUPLEMENTO APOYO AL GATO - FALTA PICO - FALTA 1 PERNO PINZOTE - FALTA LLAVE INGLESA - FALTA DESTORNILLADOR										
27	85790	BMR	30	III SECC - 1PN 08/08/2025		SECC III SECC - PLANA: LAS PALMAS										
28	87396	BMR	10	I SECC - 3 PN 22/08/2025		SECC I SECC - 3 PN: FALTA - CAJA PLACA DE ACERO - FALTA SUPLEMENTO APOYO AL GATO Y SUPLEMENTO ELEVACION - FALTA PICO Y PALA										
29	87841	BMR	10	I SECC - 3 PN 22/08/2025		SECC II SECC - 2 PN: FALTA MANERAL - FALTA PICO - FALTA LLAVE FIA - FALTA LLAVE ALLEN 8										
30	87843	BMR	10	II SECC - 2 PN 07/08/2025		[EXCEL] falta pasador rueda de remolque										
31	88184 1/4	Remolques	10	PLANA 06/10/2026		SECC II SECC - 3 PN: FALTAN 2 CUBETAS - FALTA SUPLEMENTO ELEVACION AL GATO - FALTA 1 PICO										
32	9379	BMR	10	II SECC - 3 PN 22/08/2025		[EXCEL] NO FUNCIONA EL CINTURON DEL ACOMPAÑANTE - PUERTA ACOMPAÑANTE NO ABRE DESDE DENTRO - NO SE PUEDE ABRIR LA CAPSULA PARA										
33	96711	Camiones	30	PLANA 06/10/2026												
35																

TAREAS PENDIENTES																
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	TAREAS PENDIENTES															
2	REVISAR SAFE 87841															
3	BATERIAS 85790 - NO ESTAN															
4	BATERIAS 6753 - NO ESTAN															
5	REVISAR SAFE 77750															
6	77750 - [EXCEL] FALTA REFRIGERANTE, MOTOR, SERVODIRECCION, TRANSFER, CAJA CAMBIOS, PUENTES															
7	6741 - [EXCEL] FALTAN LAS DOS RUEDAS CENTRALES															
8	6741 - [EXCEL] FALTA REFRIGERANTE															
9	85790 - [EXCEL] FALTA REFRIGERANTE															
10	4818 - [EXCEL] PERDIDA DE POTENCIA															
11	6740 - [EXCEL] PERDIDA LIQUIDO DE FRENO POR LA PINZA DE FRENO RUEDA EJE CENTRAL IZQUIERDA															
12	6740 - [EXCEL] ENCIENDE PERO HAY QUE AHOGARLO PARA APAGARLO															
13	9379 - [EXCEL] Caja rotativa no funciona (2404 hecho)															
14	87396 - [EXCEL] LIQUIDO REFRIGERANTE BAJO															
15	3980 - [EXCEL] SN															
16	77048 - [EXCEL] ESTA EN LA PENINSULA - FUERA DE SIGLE															
17	108461 - [EXCEL] CERRADURA DEL CONDUCTOR ROTA. PERDIDA DE LIQUIDO DE TRANSMISION. FRENSOS TRASEROS NO FRENAN BIEN LUZ DE FRENSOS NO FUNCIONAN - LUZ DE POSICION IZQUIERDA FUNDIDA															
18	109712 - [EXCEL] CEMENTERIO															
19	109712 - [EXCEL] VASO DE EXPANSION.															
20	109040 - [EXCEL] CEMENTERIO															
21	108465 - [EXCEL] ROTULAS DETERIORADAS Y LATIGUILLO DE FRENO ESCACHADO - PLANCHAS DE LA CAJA OXIDADA															
22	118342 1/2 - [EXCEL] LUZ GALIBO ROTA. CABLEADO EN MAL ESTADO.															
23	118343 1/2 - [EXCEL] NO FUNCIONA LAS LUCES FALTA LUZ DE POSICION DELANTERA															
24	82738 - [EXCEL] Problema con líquidos: FALTA LIQUIDO DE TODOS LOS PUENTES - FALTA REFRIGERANTE															
25	87841 - [EXCEL] Problema con líquidos: FALTA REFRIGERANTE															
26	77750 - [EXCEL] BARCAZA SUCHA															
27	85790 - [EXCEL] VEHICULO IBA A SER REPARADO POR EMPRESA CIVIL. NO ENTRÓ EN CUPO, SE DERIVA A III EMAN: PERDIDA DE LIQUIDO POR CUBO REDUCTOR RUEDA DELANTERA IZQUIERDA (POSIBLEMENTE RETEN GRANDE)															
28	85790 - [EXCEL] HAY QUE DARLE MACHO															
29	87841 - [EXCEL] SALTA ANTIGAS (2404 HECHO)															
30	4818 - [EXCEL] FALTAN 2 RUEDAS CENTRALES															
31	4818 - [EXCEL] FALTA REFRIGERANTE															
32	5718 - [EXCEL] (TEMPERATURA MOTOR ALTA															
33	9379 - [EXCEL] Perdida de liquido cubo reductor delantero y trasero															
34	87396 - [EXCEL] DERIVA DE TORRETA NO FUNCIONA															
35	6753 - [EXCEL] FALTAN 2 RUEDAS CENTRALES															



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	MATRÍCULA	SECC	NOVEDADES																
2	108461	PLANA																	
3	108465	PLANA																	
4	109040	PLANA																	
5	109711	PLANA																	
6	109712	PLANA																	
7	110960	PLANA																	
8	118066 1/2	PLANA																	
9	118342 1/2	PLANA																	
10	118343 1/2	PLANA																	
11	3980	III SECC - 1PN	SECC III SECC - 1PN: FALTAN 2 TRIANGULOS - FALTA EXTINTOR																
12	4803	III SECC - 3PN	SECC III SECC - 3PN: SN																
13	4818	I SECC - 3PN	SECC I SECC - 3PN: LAS PALMAS																
14	5718	II SECC - 1 PN	SECC II SECC - 1 PN: FALTA 1 CHALECO - FALTA SUPLEMENTO APOYO AL GATO - FALTA PALOMETA SUECCION ESUNGA - FALTA 1 PICO Y 1 PALA - FALTAN 2 CAJAS MUNICION 12.70 - FALTA LANZADOR POLIVALENTE - FALTA LLAVE IN																
15	6740	I SECC - 2 PN	SECC I SECC - 2 PN: FALTA 1 JUEGO DE FUSIBLES - FALTA 2 SUPLEMENTOS DE APOYO AL GATO - FALTA PALA - FALTA 1 JUEGO DE CADENAS - FALTA ALICATE - FALTA LLAVE FIA (10-11) - FALTAN ANILLAS DE SEGURIDAD																
16	6741	I SECC - 1PN	SECC I SECC - 1PN: 1 CALZO ROTO - FALTA 1 CUBETA - FALTA 1 PICO - FALTA 1 PINZOTE - FALTA LLAVE FIA (13-17)																
17	6753	III SECC - 2PN	SECC III SECC - 2PN: FALTAN LLAVES ALLEN																
18	77048	II SECC	SECC II SECC: FALTA LLAVE ALLEN Y LLAVE INGLESA																
19	77750	SAPO - DCC	SECC SAPO - DCC: FALTA PALOMETA SUECCION ESUNGA - FALTA LLAVE DE RUEDA - FALTA LLAVE ALLEN 10 - FALTA ESUNGA																
20	78276	PLANA	SECC PLANA: CUBETAS ARREGLANDO - FALTA BOTIQUIN - FALTA GAFAS - FALTAN FUSIBLES - FALTA PICO - FALTA MANOMETRO - FALTA ENGRASADORA MANUAL - FALTA ALICATE - FALTAN LLAVES (13-17) Y (19-22) - FALTAN 2 DEST																
21	82063	II SECC - 2 PN	SECC II SECC - 2 PN: SN																
22	82733	II SECC - 1PN	SECC II SECC - 1PN: FALTA PICO Y PALA																
23	82738	SAPO - MORTEROS	SECC SAPO - MORTEROS: FALTAN TRIANGULOS - FALTA TOLVA DE ALIMENTACION - FALTA TRAPECIO PEQUEÑO																
24	84635	I SECC - 2PN	SECC I SECC - 2PN: FALTA SUPLEMENTO APOYO AL GATO - FALTA ENGRASADORA - FALTA LLAVE (8-9) Y (13-17) - FALTA 2 DESTORNILLADOR PLANO																
25	85790	I SECC - 1 PN	SECC I SECC - 1 PN: FALTA SUPLEMENTO APOYO AL GATO - FALTA PICO - FALTA 1 PERNO PINZOTE - FALTA LLAVE INGLESA - FALTA DESTORNILLADOR ESTRELLA																
26	87396	III SECC - PLANA	SECC III SECC - PLANA: LAS PALMAS																
27	87841	I SECC - 3 PN	SECC I SECC - 3 PN: FALTA -CAJA PLACA DE ACERO - FALTA SUPLEMENTO APOYO AL GATO Y SUPLEMENTO ELEVACION - FALTA PICO Y PALA																
28	87843	II SECC - 2 PN	SECC II SECC - 2 PN: FALTA MANERAL - FALTA PICO - FALTA LLAVE FIA - FALTA LLAVE ALLEN 8																
29	88184 1/4	PLANA																	
30	9379	II SECC - 3 PN	SECC II SECC - 3 PN: FALTAN 2 CUBETAS - FALTA SUPLEMENTO ELEVACION AL GATO - FALTA 1 PICO																
31	96711	PLANA																	
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	BMR	108461																	
2	JEFE VEHICULO																		
3	ESTADO	20																	
4																			
5	COMPONENTE	ESTADO	OBSERVACIONES																
6	LÍQUIDOS	OK																	
7	HALON MOTOR	OK																	
8	HALON TRIPULACIÓN 1	OK																	
9	HALON TRIPULACIÓN 2	OK																	
10	DETECTOR ÓPTICO	OK																	
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			

Estas imágenes corresponden al Excel que es capaz de generar el programa, con toda la información extraída de el.



3. Anexo 3 Guía para servidor militar local

En este anexo voy a añadir una guía rápida elaborada por un especialista informático con la ayuda de la IA, que servirá como ruta a seguir para la implantación de la hoja interactiva de manera local, para que nadie externo a ella pueda acceder.

Despliegue en servidor local (LAN) – Flask + Unicorn + Nginx, certificado interno

1) 0) Supuestos y alcance

- Servidor físico con Ubuntu 22.04/24.04 (válido cualquier Debian-like).
- Aplicación Python (Flask, WSGI) sin contenedores.
- Publicación únicamente en red interna (LAN) con DNS y CA internos.
- Módulo /auth incluido en la app (propio u OAuth contra IdP interno).
- Objetivo: servicio web estable, reinicio automático, TLS interno, logs y actualizaciones de seguridad.

2) 1) Red, direccionamiento y DNS interno

- IP estática del servidor, p. ej.: 192.168.10.50/24.
- Registro DNS interno: app.unidad.local → 192.168.10.50.
- Apertura de puertos solo en el segmento necesario: 22/tcp, 80/tcp (si usas redirección a 443), 443/tcp.

3) Endurecimiento inicial

Código (bash):

- ```

sudo apt update && sudo apt upgrade -y

sudo adduser --disabled-password --gecos "" flaskapp

sudo usermod -aG sudo <tu_admin>

sudo apt install -y ufw fail2ban

sudo ufw allow OpenSSH

sudo ufw allow 80/tcp

sudo ufw allow 443/tcp

sudo ufw enable

```
- SSH por clave, desactivar contraseña (/etc/ssh/sshd\_config: PasswordAuthentication no).
  - fail2ban con jail de sshd por defecto.
  - (Opcional recomendado) NTP interno, syslog/SIEM interno, bloqueo de USB si aplica política.



#### 4) Estructura del proyecto

##### Código (bash):

```
/srv/mi_app/
├─ app/
│ ├── __init__.py
│ ├── routes_auth.py
│ ├── routes_core.py
│ └── templates/ static/
├─ wsgi.py # expone 'app'
├─ requirements.txt
├─ .env # variables sensibles (no en git)
└─ README.md
```

#### 5) Python, venv y dependencias

##### Código (bash):

```
sudo apt install -y python3-venv python3-pip nginx
sudo chown -R flaskapp:www-data /srv/mi_app
sudo -u flaskapp bash -lc '
cd /srv/mi_app
python3 -m venv .venv
source .venv/bin/activate
pip install --upgrade pip
pip install -r requirements.txt
'
```

- requirements.txt mínimo: Flask, gunicorn, python-dotenv (+ dependencias de /auth).

#### 6) Punto de entrada WSGI

##### Código (python):

```
/srv/mi_app/wsgi.py:

from app import create_app
```



```
app = create_app()
```

- `create_app()` debe leer `SECRET_KEY` desde `.env` y registrar el blueprint `/auth`.

## 7) Prueba previa con Gunicorn

### Código (bash):

```
sudo -u flaskapp bash -lc '
cd /srv/mi_app && source .venv/bin/activate
gunicorn --workers 3 --bind 127.0.0.1:8000 wsgi:app
,
```

# En otra terminal:

```
curl -I http://127.0.0.1:8000/
```

Si responde 200 OK, continuar.

## 8) Servicio systemd

### Código (ini):

```
/etc/systemd/system/mi_app.service:

[Unit]
Description=Gunicorn for mi_app
After=network.target

[Service]
User=flaskapp
Group=www-data
WorkingDirectory=/srv/mi_app
Environment="PATH=/srv/mi_app/.venv/bin"
EnvironmentFile=/srv/mi_app/.env
ExecStart=/srv/mi_app/.venv/bin/gunicorn --workers 3 --bind 127.0.0.1:8000 wsgi:app
Restart=always

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```



Activación:

**Código (bash):**

```
sudo systemctl daemon-reload

sudo systemctl enable --now mi_app

sudo systemctl status mi_app
```

**9) Nginx como proxy inverso**

**Código(nginx):**

```
/etc/nginx/sites-available/mi_app:

server {

listen 80;

server_name app.unidad.local;

return 301 https://$host$request_uri;
}

server {

listen 443 ssl http2;

server_name app.unidad.local;

ssl_certificate /etc/ssl/local/app.unidad.local.pem;
ssl_certificate_key /etc/ssl/local/app.unidad.local-key.pem;

client_max_body_size 20M;

location / {

proxy_pass http://127.0.0.1:8000;

proxy_set_header Host $host;

proxy_set_header X-Real-IP $remote_addr;

proxy_set_header X-Forwarded-For $proxy_add_x_forwarded_for;

proxy_set_header X-Forwarded-Proto $scheme;
}
```



```
Opcional: servir estáticos directamente

location /static/ {

alias /srv/mi_app/app/static/;

access_log off;

expires 30d;

}

}
```

Activación:

```
sudo mkdir -p /etc/ssl/local

sudo ln -s /etc/nginx/sites-available/mi_app /etc/nginx/sites-enabled/mi_app

sudo nginx -t

sudo systemctl reload nginx
```

## 10) 9) TLS con CA interna

- Generar el certificado con la **Autoridad de Certificación interna** (preferente) o, si se autoriza, con mkcert en un equipo de administración:
- `mkcert -install`
- `mkcert app.unidad.local`
- Copiar `app.unidad.local.pem` y `app.unidad.local-key.pem` a `/etc/ssl/local/` y definirlos en Nginx (ver bloque anterior).
- Distribuir el **certificado raíz de la CA** a los equipos cliente de la LAN para confianza del TLS.

## 11) Configuración Flask para producción

En tu configuración (o dentro de `create_app()`):

**Código (Python):**

```
DEBUG = False

SESSION_COOKIE_SECURE = True # con HTTPS

SESSION_COOKIE_HTTPONLY = True

SESSION_COOKIE_SAMESITE = "Lax"

En .env:

SECRET_KEY=<cadena_larga_aleatoria>
```



# Variables de /auth (propio u OAuth contra IdP interno)

- Si usas OAuth con IdP interno, fija REDIRECT\_URI exacta en `https://app.unidad.local/....`

## 12) Seguridad y operación

- **Actualizaciones de seguridad:**

**Código (bash):**

```
sudo apt install -y unattended-upgrades
```

- **Logs:**

- Unicorn: `journalctl -u mi_app -f`
- Nginx: `/var/log/nginx/access.log` y `error.log`

- **Backups:**

- Copia periódica de BD (si aplica), `/srv/mi_app/.env`, y artefactos críticos (con borg o restic hacia almacenamiento interno).

- **Healthcheck:**

- Endpoint `/healthz` que devuelva 200 OK para monitorización interna.

- **Firewall:**

- Mantener solo 22/80/443. Cerrar resto de puertos.

- **Buenas prácticas adicionales (entorno ET):**

- Segmentación de red/VLAN de servicios.
- Integración con syslog/SIEM interno (reenviar logs de Nginx y app).
- Control de cambios y trazabilidad (git interno, tags de despliegue).
- Inventariado del activo, etiquetado y propietario funcional.
- Revisión periódica de dependencias (CVE), rotación de `SECRET_KEY` y credenciales de servicio.
- Cumplimiento ENS/NCI si aplica (cifrado en tránsito, control de acceso, copia de seguridad, registro y auditoría, hardening del SO).

## 13) Despliegues sin corte perceptible

**Código (bash):**

```
sudo -u flaskapp bash -lc '
```

```
cd /srv/mi_app
```

```
git pull # o sustituir por publicación controlada
```

```
source .venv/bin/activate
```



```
pip install -r requirements.txt
```

```
,
```

```
sudo systemctl reload mi_app || sudo systemctl restart mi_app
```

reload rehija workers; si falla, restart limpio.

#### 14) Variante con Docker (opcional, misma LAN y Nginx delante)

Dockerfile (resumen):

##### Código (dockerfile):

```
FROM python:3.12-slim
```

```
WORKDIR /app
```

```
COPY requirements.txt .
```

```
RUN pip install --no-cache-dir -r requirements.txt
```

```
COPY . .
```

```
ENV PYTHONUNBUFFERED=1
```

```
CMD ["gunicorn", "-w", "3", "-b", "0.0.0.0:8080", "wsgi:app"]
```

Ejecución:

##### Código (bash):

```
docker run -d --name mi_app \
```

```
-p 127.0.0.1:8000:8080 \
```

```
--env-file /srv/mi_app/.env \
```

```
-v /srv/mi_app:/app \
```

```
python:imagen-personalizada
```

Mantener Nginx igual, proxy a 127.0.0.1:8000.

#### 15) Checklist final

- DNS interno resuelve app.unidad.local a la IP del servidor.
- Nginx activo, proxy a 127.0.0.1:8000.
- Certificado TLS interno instalado y CA distribuida a clientes.
- systemd gestionando Gunicorn (mi\_app activo).
- DEBUG=False, SECRET\_KEY robusta, cookies seguras.
- Puertos limitados a 22/80/443.



- Backups programados y logs accesibles (posible envío a SIEM).
- Endpoint /healthz operativo para supervisión.

Si en tu /auth vas con IdP interno (SAML/OAuth) o con autenticación propia, este esquema no cambia: solo ajusta variables en .env y las rutas de callback en la configuración del IdP/DNS interno.