

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA DE CAMIONES EN UNA DISTRIBUIDORA DE BEBIDAS EN MAR DEL PLATA

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata

AUTORES:

PEREYRA VANDERUSTEN, Gonzalo
PEREYRA VANDERUSTEN, Ramiro

Mar del Plata, 2025.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA DE CAMIONES EN UNA DISTRIBUIDORA DE BEBIDAS EN MAR DEL PLATA

Autores

**Pereyra Vanderusten, Gonzalo
Pereyra Vanderusten, Ramiro**

Director

Esp. Ing. Leonardo Banderas - Departamento de Ingeniería Industrial - FI UNMdP

Evaluadores

- Departamento de Ingeniería Industrial - FI UNMdP

ÍNDICE

ÍNDICE.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
PALABRAS CLAVE.....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. La empresa.....	8
1.2. Auditoría Distribution Process Optimization (DPO).....	8
1.3. Requerimientos de la auditoría DPO.....	9
1.4. Objetivos generales y específicos.....	9
2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Gestión de mantenimiento.....	11
2.1.1. El mantenimiento y su gestión.....	11
2.1.2. Tipos de mantenimiento.....	11
2.1.3. Contexto operacional.....	12
2.1.4. Análisis de modo y efectos de falla.....	12
2.2. Gestión de inventario.....	13
2.2.1. La importancia del inventario.....	13
2.2.2. Categorización de la demanda en la gestión de inventarios.....	13
2.2.3. Control de inventario de demanda determinística.....	14
2.2.4. Tamaño económico de pedido y el costo total relevante.....	15
2.3. Indicadores de gestión.....	16
2.3.1. El tablero de a bordo.....	16
2.3.2. Control de Gestión.....	17
3. DESARROLLO.....	18
3.1. Diagnóstico de la situación actual.....	18
3.1.1. Descripción de la flota de camiones.....	18
3.1.2. Recursos humanos involucrados en la flota.....	18
3.1.3. Gestión actual del área “Flota”.....	19
3.1.4. Desvíos y oportunidad de mejora.....	20
3.2. Gestión de neumáticos.....	21
3.2.1. Contexto operacional de los neumáticos.....	21
3.2.2. Análisis AMEF de neumáticos para transporte de última milla.....	21
3.2.3. Monitoreo de condición de los neumáticos.....	23
3.2.4. Análisis de fiabilidad.....	24

3.3. Gestión de Combustible.....	25
3.3.1. Análisis de indicadores de combustible.....	25
3.4. Plan de Mantenimiento.....	26
3.4.1. Análisis de criticidad.....	26
3.4.2. Mantenimiento Correctivo.....	29
3.4.3. Mantenimiento Preventivo.....	34
3.5. Gestión de Stock.....	37
3.5.1. Definición del conjunto de repuestos a analizar.....	37
3.5.2. Política de inventario.....	38
3.5.3. Demanda de repuestos.....	38
3.5.4. Costos de inventario y EOQ.....	40
3.6. Árbol de indicadores para el área flota.....	42
3.6.1. Global KPI.....	43
3.6.2. Procesos y actividades que componen la Disponibilidad.....	43
4. CONCLUSIÓN.....	45
5. BIBLIOGRAFÍA.....	46
6. ANEXO.....	47
6.1. Anexo I: Monitoreo de condición de neumáticos.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis AMEF.....	23
Tabla 2: Matriz de criticidad de productos.....	27
Tabla 3: Matriz de criticidad de actividades.....	28
Tabla 4: Matriz de criticidad de tareas.....	28
Tabla 5: Análisis de proveedores. Sistema electricidad.....	32
Tabla 6: Análisis de proveedores. Sistema neumáticos.....	32
Tabla 7: Análisis de proveedores. Sistema caja, cabina y lonas.....	33
Tabla 8: Análisis de proveedores. Sistema motor y tren delantero.....	33
Tabla 9: Trabajos contemplados en las rutinas M1, M2 y M3.....	35
Tabla 10: Política de mantenimiento.....	36
Tabla 11: Distribución de la demanda mensual de services.....	37
Tabla 12: Repuestos utilizados en service M1.....	39
Tabla 13: Repuestos utilizados en service M3.....	39
Tabla 14: Demanda de repuestos por mes.....	39
Tabla 15: Resultados de EOQ y CTR.....	41
Tabla I.1: Marcación de Neumáticos.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tablero de Power BI - Consumo de combustible.....	26
Figura 2: Descripción del negocio del área de flota.....	27
Figura 3: Árbol de KPI para flota.....	43
Figura I.1: Cronograma de inspección de dibujo de camiones.....	49
Figura I.2: Planilla de inspección de camiones.....	49
Figura I.3: Mapeo de procesos.....	50

RESUMEN

El presente trabajo aborda la gestión de mantenimiento de la flota de camiones de Comercial del Mar S.A., distribuidor oficial de Cervecería y Maltería Quilmes en Mar del Plata. El análisis se centra en alinear los procesos internos del área con los requerimientos establecidos por la auditoría DPO (Distribution Process Optimization), impulsada por la casa matriz AB InBev.

Metodológicamente, se aplicaron herramientas de mantenimiento industrial, análisis de criticidad, gestión de inventarios y construcción de indicadores clave de desempeño (KPI). El análisis de criticidad permitió identificar como tarea central el checklist de salida y retorno, sobre el cual se estructuró el esquema de mantenimiento correctivo. Asimismo, se desarrolló un sistema de monitoreo de condición de neumáticos mediante codificación individual y cronogramas de inspección mensual, garantizando trazabilidad y mayor confiabilidad en la operación.

En cuanto a la gestión de inventarios, se definió una política de stock enfocada en los repuestos críticos de los servicios M1 y M3, aplicando el modelo de cantidad económica de pedido (EOQ) para optimizar la reposición. Paralelamente, se diseñó un tablero de control en Power BI que integra datos de consumo de combustible y telemetría, facilitando la detección de desvíos y la toma de decisiones basada en información confiable. Finalmente, se construyó un árbol de KPI que, tomando la disponibilidad de la flota como indicador global, permite desagregar y monitorear los procesos y actividades que lo determinan.

Los resultados alcanzados muestran que la implementación de estas herramientas contribuye a mejorar la disponibilidad de la flota, reducir la variabilidad operativa y asegurar el cumplimiento de los estándares. El trabajo constituye así un aporte práctico para la gestión de flotas en empresas distribuidoras, combinando fundamentos teóricos con soluciones aplicadas orientadas a la mejora continua.

PALABRAS CLAVE

Mantenimiento; Flota de camiones; Gestión de inventarios; Auditoría DPO; Indicadores de desempeño.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La empresa

Comercial del Mar S.A. es un distribuidor oficial de Cervecería y Maltería Quilmes, compañía perteneciente al grupo multinacional AB InBev. Su actividad principal consiste en la comercialización y distribución de bebidas en distintos puntos estratégicos del sudeste bonaerense, funcionando como un eslabón clave entre la empresa fabricante y los comercios minoristas de la región.

Fundada en 1995, inició sus operaciones como distribuidora en la periferia de Mar del Plata, mientras que la distribución en el área central permanecía bajo gestión directa de Quilmes hasta junio de 2023. Con el correr de los años, Comercial del Mar fue ampliando su zona de cobertura: en 1999 obtuvo la exclusividad en Miramar y Santa Clara del Mar, en 2010 incorporó el Partido de Tres Arroyos, y en 2017 sumó nuevas localidades como Balcarce, Lobería y Coronel Vidal. Actualmente, desde su base central en Mar del Plata, coordina las actividades logísticas y comerciales en la ciudad y en localidades vecinas como Miramar, Mar del Sur, Mar Chiquita y Santa Clara.

El proceso operativo de la empresa se organiza en tres etapas principales: la toma de pedidos por parte del equipo de ventas en calle, la preparación de las cargas en depósito, y la posterior distribución. Esta dinámica asegura un servicio ágil, eficiente y constante. En total, más de 400 colaboradores integran las distintas áreas de la organización como Ventas, Logística y Administración, desempeñando tareas clave tanto en la operación directa como en funciones de apoyo.

En el marco de esta estructura operativa en expansión, Comercial del Mar S.A. se encuentra sujeta a una serie de estándares de gestión y desempeño definidos por la casa matriz, los cuales son evaluados a través del programa de la auditoría Distribution Process Optimization (DPO).

1.2. Auditoría *Distribution Process Optimization* (DPO)

Dentro del grupo AB InBev, se realiza una auditoría DPO que es un programa implementado anualmente por la casa matriz con el objetivo de evaluar y estandarizar el desempeño de sus distribuidores en diversas áreas operativas. Esta auditoría se lleva a cabo de forma sistemática y tiene como propósito asegurar que los distribuidores alineen sus prácticas con los estándares globales definidos por la compañía. En este marco, cada pilar de evaluación cuenta con requerimientos específicos que deben ser cumplidos mediante evidencias documentadas y procesos medibles. El cumplimiento de estos estándares no solo impacta en la continuidad del vínculo comercial con la casa matriz, sino que también permite identificar oportunidades de mejora continua dentro de las operaciones del distribuidor.

1.3. Requerimientos de la auditoría DPO

El programa de auditoría DPO considera al pilar "Flota" como uno de los componentes esenciales para evaluar el desempeño logístico de sus distribuidores. Esta sección tiene como objetivo asegurar una gestión eficiente y segura de los vehículos utilizados en la distribución de productos. El enfoque actual se organiza en cuatro bloques clave: Gestión de flota, Compliance, Confiabilidad de la flota y Autonomía y Mejora de flota. Cada uno de estos bloques contempla requerimientos específicos clasificados como ítems obligatorios, los cuales deben ser respaldados mediante documentación, indicadores y procesos normalizados.

Los requerimientos comprenden aspectos críticos de la operación como la documentación y habilitación de vehículos, el cumplimiento de estándares de flota, la utilización de checklist digitales de salida y retorno, y la correcta disposición de residuos de mantenimiento. También, se evalúan dimensiones como la relación con los clientes internos de flota, el cumplimiento del plan de mantenimiento, la gestión de inventarios de repuestos y la atención a los mantenimientos correctivos. Para cada ítem, se establece un sistema de puntuación que permite verificar el grado de cumplimiento mediante evidencia tangible como pueden ser SOPs, KPIs, planes de acción o reportes digitales.

Para aprobar esta auditoría de forma satisfactoria, es necesario cumplir con todos los requerimientos obligatorios, documentar los procesos críticos y llevar registros digitales actualizados que permitan un seguimiento efectivo de la operación. Además, la auditoría valora especialmente la existencia de indicadores clave de rendimiento (KPI) que midan tanto la eficiencia operativa como la evolución del desempeño.

Frente a este escenario, el presente trabajo se justifica como una herramienta necesaria para alinear los procesos internos con los estándares de excelencia definidos por la casa matriz. La posibilidad de transformar las diferencias entre la gestión actual y las exigencias de la auditoría en oportunidades de mejora no sólo busca garantizar el cumplimiento de la auditoría, sino también sentar las bases para una gestión más sistemática y orientada a resultados. La implementación de herramientas digitales, el desarrollo de indicadores clave de rendimiento y la formalización de rutinas operativas constituyen pasos esenciales para avanzar hacia un modelo logístico más eficiente y sustentable.

1.4. Objetivos generales y específicos

El objetivo general del presente trabajo es realizar un sistema de gestión para la flota de camiones de Comercial del Mar para mejorar el desempeño de requerimientos presentes en la auditoría DPO.

Los objetivos específicos son:

- Relevar la gestión actual de los principales recursos utilizados en la flota de camiones.
- Optimizar la gestión de los neumáticos de la flota mediante un control sistemático de su uso y desgaste.

-
- Diseñar un sistema de seguimiento del consumo de combustible que permita identificar rápidamente variaciones anormales en el desempeño.
 - Elaborar un plan de mantenimiento para la flota de camiones.
 - Diseñar un sistema de gestión de stock para los principales repuestos utilizados en el mantenimiento de la flota.
 - Creación de indicadores clave (KPI) que posibiliten el monitoreo de la gestión a través de una herramienta de análisis de datos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Gestión de mantenimiento

2.1.1. El mantenimiento y su gestión

Según Tavares (2000), el mantenimiento comprende todas las acciones necesarias para conservar o restaurar un ítem de modo que permanezca en condiciones especificadas. En la industria moderna, su rol ha evolucionado desde una función meramente reactiva hacia un componente esencial en la búsqueda de eficiencia, seguridad y continuidad operativa.

Por otra parte, Viveros (2013) plantea que la gestión del mantenimiento moderno es un conjunto de actividades encaminadas a determinar objetivos y prioridades de mantenimiento, estrategias y responsabilidades.

En línea con esta visión integral, Torres (2005) remarca que el desempeño de la gestión de mantenimiento trasciende la mera reparación de instalaciones o equipos. Implica también pilotar aspectos clave como los costos asociados, la administración de los recursos humanos y el control de los almacenes, de modo de consolidar una gestión eficiente y sostenible. De esta forma, el área de mantenimiento se convierte en un pilar estratégico de la organización, contribuyendo tanto a la continuidad operativa como a la optimización de recursos y a la competitividad empresarial.

2.1.2. Tipos de mantenimiento

El mantenimiento puede clasificarse en distintos tipos según el momento en que se realiza la intervención:

- **Mantenimiento Correctivo:** Este mantenimiento consiste en ir reparando las averías a medida que se van produciendo. Está basada en la intervención rápida una vez ocurrida la avería (Torres, 2005).
- **Mantenimiento Preventivo:** Según Torres, el mantenimiento preventivo es la intervención de mantenimiento prevista, preparada y programada antes de la fecha probable de aparición de una falla. Se busca dotar a la organización de un sistema que le permita detectar y corregir el origen de las posibles fallas técnicas y no reparar las consecuencias de las mismas.
- **Mantenimiento Condicional o Predictivo:** Este mantenimiento se basa en el análisis de parámetros de funcionamiento cuya evolución permite detectar un fallo antes de que este tenga consecuencias más graves. En general, el mantenimiento predictivo, consiste en estudiar la evolución temporal de ciertos parámetros y asociarlos a la evolución de fallos, para así determinar en qué periodo de tiempo, ese fallo va a tomar una relevancia importante, y así poder planificar todas las intervenciones con tiempo suficiente, para que ese fallo nunca tenga consecuencias graves (Torres, 2005).

2.1.3. Contexto operacional

El concepto de contexto operacional es fundamental para comprender cómo deben gestionarse los activos físicos dentro de una organización. Tal como lo plantea Moubray (2004), el mantenimiento se define como un proceso que tiene como objetivo determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier equipo continúe haciendo lo que sus usuarios desean que haga, en su respectivo contexto operacional. Esta definición introduce un enfoque funcional y contextual, donde mantener no se limita a preservar el estado físico del activo, sino a asegurar que cumpla con su propósito específico en las condiciones reales en las que opera. Además, el autor mencionado agrega que el contexto no solo afecta drásticamente las funciones y las expectativas de funcionamiento, sino que también afecta la naturaleza de los modos de falla que pueden ocurrir, sus efectos y consecuencias, la periodicidad con la que pueden ocurrir y qué debe hacerse para manejarlas.

Comprender el contexto operacional permite anticipar no solo las funciones que un activo debe cumplir, sino también las posibles condiciones que podrían comprometer su desempeño. Este entendimiento abre paso a un análisis más detallado de las fallas potenciales y sus efectos, lo que resulta esencial para definir estrategias de mantenimiento acordes a la realidad operativa.

2.1.4. Análisis de modo y efectos de falla

El análisis de modo y efecto de falla (AMEF) es una herramienta preventiva que permite identificar cómo y por qué fallan los activos, evaluando la gravedad, frecuencia, posibilidad de detección y consecuencias de cada falla en el contexto operacional correspondiente. Su aplicación facilita la toma de decisiones de mantenimiento más efectivas, priorizando acciones que reduzcan la criticidad y mejoren la confiabilidad del sistema. Para aplicar este análisis, es necesario comprender una serie de conceptos básicos que explica Moubray (2004):

- **Función:** es lo que los usuarios esperan que el equipo haga en su contexto operacional.
- **Falla funcional:** Ocurre cuando el activo no puede cumplir una función según el estándar esperado por el usuario. No siempre implica que el equipo esté completamente fuera de servicio; puede tratarse de un rendimiento por debajo del parámetro aceptable.
- **Modo de falla:** es cualquier evento que causa una falla funcional. Pueden ser desde desgaste natural hasta errores operativos, condiciones ambientales o defectos de fabricación.
- **Efecto de falla:** describe lo que ocurre cuando se manifiesta un modo de falla. Incluye qué evidencia hay de la falla, su impacto en la operación, en la seguridad, en el medio ambiente o en el cliente, y qué se debe hacer para corregirla.
- **Consecuencias de falla:** Evalúan la gravedad del efecto, es decir, cuánto impacta esa falla en los objetivos de la empresa. Pueden afectar la producción, la calidad, la seguridad, el medio ambiente o los costos, y son fundamentales para decidir cuánto esfuerzo conviene invertir en evitar o gestionar esa falla.

El análisis AMEF permite priorizar intervenciones, asignar recursos de manera más inteligente y diseñar estrategias de mantenimiento más ajustadas a la realidad operativa. Como plantea Moubray, conocer las funciones, fallas funcionales, modos y efectos de falla brinda una oportunidad valiosa para mejorar la seguridad, la confiabilidad y la eficiencia, reduciendo también pérdidas y desperdicios.

2.2. Gestión de inventario

De acuerdo con Parra Guerrero (2005), el stock se entiende como la acumulación de bienes o materiales que una empresa mantiene almacenados para responder de manera eficiente a la demanda futura. Estas existencias, que pueden incluir productos terminados, repuestos o insumos. Representan un recurso temporalmente inmovilizado pero fundamental para asegurar la continuidad operativa y prevenir interrupciones en el servicio o la producción. El concepto abarca tanto los artículos destinados a la venta como los materiales necesarios para el funcionamiento interno, y su correcta gestión resulta clave para mantener el equilibrio entre la disponibilidad y los costos asociados a su conservación.

2.2.1. La importancia del inventario

Los inventarios desempeñan un papel central en el funcionamiento de las organizaciones. De acuerdo con Vidal Holguín (2017), conforman, en muchas empresas, el segundo sistema más relevante después del transporte. Representan una proporción significativa de los activos corrientes, por lo que su correcta administración impacta de forma directa en la competitividad y en la eficiencia de la gestión. Asimismo, Vidal menciona que su gestión incide en indicadores clave de eficiencia, en los estados financieros y en métricas como el Retorno sobre la Inversión (ROI), lo que refuerza su relevancia en la estrategia empresarial.

En el ámbito del mantenimiento, la relevancia de los inventarios se acentúa cuando se trata de repuestos críticos. Disponer de estos insumos en la cantidad, calidad y momento oportunos permite responder con rapidez ante fallas, minimizando los tiempos de inactividad y asegurando la continuidad operativa. Una gestión eficiente de este tipo de inventario no solo fortalece la capacidad de respuesta del área de mantenimiento, sino que también contribuye a prolongar la vida útil de los activos y a preservar los niveles de confiabilidad requeridos por la organización.

2.2.2. Categorización de la demanda en la gestión de inventarios

En la gestión de inventarios, la forma en que se presenta la demanda de los productos es un factor determinante para seleccionar los modelos de control adecuados. De acuerdo con Vidal Holguín (2010), la demanda puede clasificarse en tres grandes categorías: constante y conocida, determinística y probabilística o aleatoria.

La demanda constante y conocida es aquella que permanece invariable a lo largo del tiempo y cuya magnitud puede anticiparse con total certeza. Aunque este comportamiento se presenta con poca

frecuencia en la práctica, resulta útil como base teórica para introducir los modelos más simples de inventario, donde el consumo no fluctúa y, por lo tanto, la reposición se calcula de manera directa.

La demanda determinística describe situaciones en las cuales el consumo varía en el tiempo, pero de manera previsible y conocida con anticipación. En este contexto, es posible proyectar con precisión el consumo futuro, lo que habilita el uso de modelos que permiten optimizar los costos de mantener inventario y los costos de reaprovisionamiento. El caso de los repuestos de mantenimiento preventivo de la flota analizada en este trabajo constituye un claro ejemplo, ya que la cantidad de insumos necesarios se determina a partir de la programación de los servicios.

Por último, la demanda probabilística o aleatoria se caracteriza por la incertidumbre: el consumo depende de factores que no pueden preverse con exactitud, como fallas imprevistas, cambios bruscos en el mercado o variaciones en el comportamiento de los clientes. En estos casos, la gestión de inventarios debe incorporar modelos que incluyan medidas de seguridad y niveles de servicio, para protegerse frente a la variabilidad.

De este modo, la clasificación de la demanda constituye el punto de partida para la selección de un modelo de control de inventarios. Cuando la demanda puede considerarse determinística, es posible aplicar modelos que permiten calcular con mayor precisión los lotes de pedido y los costos asociados, logrando así una gestión más eficiente de los recursos.

2.2.3. Control de inventario de demanda determinística

El control de inventarios con demanda determinística se aplica cuando la cantidad a consumir se conoce con certeza en cada período. En este escenario, las necesidades futuras de los insumos pueden calcularse anticipadamente, ya sea porque derivan de un plan de producción, de un calendario de mantenimiento o de un contrato de suministro. Esta característica permite establecer con precisión los momentos en que debe reponerse el inventario y las cantidades requeridas, lo cual diferencia este enfoque de los modelos probabilísticos en los que la incertidumbre obliga a trabajar con pronósticos y niveles de servicio.

La ventaja principal de los modelos determinísticos es que posibilitan minimizar los costos asociados al inventario mediante una planificación exacta, dado que la demanda no presenta variabilidad aleatoria. Sin embargo, la variación temporal de las necesidades puede generar la necesidad de ajustar los tamaños de lote o los períodos de pedido en función de la estacionalidad o del calendario de consumo. En cualquier caso, el análisis parte siempre de una información conocida y segura respecto de la demanda, lo que facilita la aplicación de métodos de optimización.

En este marco, el control de inventarios se centra en equilibrar dos grandes componentes de costo. Por un lado, los costos de ordenar o reaprovisionar, vinculados a la gestión de cada pedido; y, por otro, los costos de mantener inventario, asociados al capital inmovilizado, almacenamiento y riesgo de obsolescencia. La búsqueda de un punto de equilibrio entre ambos da origen a los modelos clásicos de inventarios determinísticos, dentro de los cuales destacan el Tamaño Económico de Pedido (EOQ, por sus siglas en inglés) y el Costo Total Relevante (CTR).

2.2.4. Tamaño económico de pedido y el costo total relevante

Dentro de los modelos de inventario con demanda determinística, el más difundido es el EOQ. Este enfoque permite determinar la cantidad óptima a ordenar que minimiza el CTR, compuesto únicamente por los costos de ordenar y los costos de mantener el inventario. A través de este modelo se establece un esquema de aprovisionamiento que equilibra la frecuencia de pedidos con el nivel de stock disponible, evitando tanto la acumulación excesiva de inventario como los costos elevados de realizar pedidos con demasiada frecuencia.

El modelo EOQ que se desarrolla bajo los siguientes supuestos, establecidos por Vidal Holguín (2010):

- El patrón de demanda es constante y conocido con certeza.
- No se consideran descuentos en los precios de compra, producción o transporte.
- Todos los parámetros de costo son estacionarios, es decir, no varían significativamente con el tiempo (se asume baja inflación).
- Cada ítem se analiza de manera independiente.
- El tiempo de reposición es constante y conocido, recibándose cada pedido completo al momento de su llegada.
- No se permiten faltantes de inventario, es decir, no se generan órdenes pendientes ni ventas perdidas.

El modelo de EOQ permite determinar el tamaño de lote que minimiza el CTR. La expresión general del CTR es:

$$CTR(Q) = \frac{A \cdot D}{Q} + \frac{Q \cdot v \cdot r}{2} \quad (1)$$

donde:

A : costo por pedido [\$/pedido]

D : demanda anual del repuesto [unidades/año]

v : costo unitario del repuesto [\$/unidad]

r : tasa de interés [% anual]

Q : tamaño del lote de pedido [unidades]

Al derivar esta función (1) respecto de Q , se obtiene la cantidad óptima de pedido:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot A \cdot D}{v \cdot r}} \quad (2)$$

Este valor representa la cantidad de unidades que debe pedirse cada vez para equilibrar los costos de ordenar y mantener, garantizando el mínimo costo total relevante anual.

2.3. Indicadores de gestión

Los Indicadores Clave de Desempeño (KPI, por sus siglas en inglés) son herramientas fundamentales para medir y evaluar el rendimiento de una organización en relación con sus objetivos estratégicos, favoreciendo la toma de decisiones informadas y el impulso de la mejora continua (Parmenter, 2015). Estas métricas se enfocan en los aspectos más críticos del desempeño, aquellos que determinan en gran medida el éxito presente y futuro de la organización. En muchas ocasiones, los KPI ya están presentes en las empresas, aunque no siempre son identificados, monitoreados y gestionados de manera adecuada por la dirección, lo que limita su potencial como herramienta de gestión.

Para ser verdaderamente efectivos, los KPI deben cumplir con los criterios del modelo SMART: ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con un horizonte temporal definido. Parmenter (2015) destaca siete atributos clave que los caracterizan: no se centran en medidas financieras, se evalúan con alta frecuencia, captan la atención de la alta dirección, orientan de forma clara las acciones del personal, asignan responsabilidades a un equipo concreto, ejercen un impacto directo sobre los factores críticos de éxito y fomentan conductas que mejoran el desempeño organizacional.

2.3.1. El tablero de a bordo

Torres (2005) sostiene que un tablero de a bordo es un conjunto de información seleccionadas y ordenadas que caracterizan el estado y evolución del servicio de mantenimiento. El tablero de a bordo es el producto final de un sistema integrado de información para el control de gestión, su función es informar a la dirección, a través de ratios, la marcha de la gestión, el grado de cumplimiento de los objetivos estratégicos, tácticos y operativos.

El autor plantea que el tablero de a bordo constituye una herramienta de gestión que permite interpretar de manera clara y sistemática la información clave de la organización. A partir de su análisis, es posible deducir aspectos relevantes tales como:

- Si el trayecto general de la misión se mantiene dentro del rumbo prefijado.
- Si los resultados de las tácticas implementadas son los esperados o, por el contrario, se han desviado de las tolerancias establecidas.
- Qué objetivos deberían ser revisados o modificados.
- Quiénes o qué áreas han tenido un desempeño por encima o por debajo de lo previsto.

2.3.2. Control de Gestión

El control de gestión es el conjunto de indicadores que señalan oportunamente la necesidad de ajustar la acción a través de decisiones extraordinarias o ajustar los planes vigentes.

Los objetivos del control de gestión son los siguientes:

- Garantizar que las acciones y decisiones correspondan a los objetivos de mantenimiento y no a intereses sectoriales o personales.
- Proporcionar una rápida visión de conjunto integral.
- Verificar el cumplimiento de los objetivos planificados.
- Ayudar a la toma de decisiones de acción y replanteamiento.
- Utilización eficiente de recursos.
- Coordinación eficiente de tareas y procedimientos.

3. DESARROLLO

3.1. Diagnóstico de la situación actual

3.1.1. Descripción de la flota de camiones

La empresa cuenta con una flota compuesta por un total de veintisiete camiones propios, utilizados para llevar a cabo las tareas de distribución de bebidas en Mar del Plata y zonas cercanas. La mayoría de estas unidades corresponden a la marca IVECO. Sin embargo, la flota también cuenta con vehículos de las marcas Ford, Mercedes-Benz y Volkswagen. A estos se suman seis camiones pertenecientes a transportistas externos, que no son considerados dentro del análisis de este trabajo, ya que el mantenimiento de dichas unidades no está a cargo de la empresa.

En términos generales, la flota propia se encuentra en buen estado, con una gran proporción de unidades nuevas. La adquisición más reciente fue realizada en octubre del año pasado, incorporando cuatro nuevos camiones, todos propulsados por gas natural comprimido (GNC), como parte de una estrategia orientada a reducir el impacto ambiental de la operación. En total, seis de los camiones actualmente en servicio funcionan a GNC, mientras que el resto de la flota continúa utilizando combustible diésel.

Todos los camiones son semi pesados y se encuentran configurados específicamente para operar en tareas de reparto de última milla. Las rutas asignadas varían diariamente, incluyendo tanto trayectos urbanos en zonas céntricas como recorridos más extensos hacia localidades limítrofes.

Como parte de la rutina operativa, los choferes realizan un checklist diario de control del vehículo, tanto al inicio como al final de la jornada. Cada checklist consta de 25 ítems, de los cuales 19 son obligatorios según el estándar de flota establecido por AB InBev. Las preguntas están orientadas a verificar el estado general del camión, abarcando aspectos clave como seguridad, condiciones de los neumáticos y estado de los sistemas mecánicos. Además de su función de control, el checklist actúa como disparador para informar las principales averías detectadas por los conductores, lo que permite al área de mantenimiento intervenir de manera más ágil. En caso de que uno o más ítems críticos resulten marcados como “no ok”, el camión no está autorizado a salir a reparto. Frente a esta situación, si existe disponibilidad operativa, la mercadería se traslada a otra unidad para cumplir con la entrega. Si esto no es posible, se procede a reprogramar la distribución afectada.

3.1.2. Recursos humanos involucrados en la flota

El área de flota está integrada por tres personas con funciones diferenciadas: un responsable del área, un analista de flota y un mecánico. Cada uno de ellos cumple un rol específico que permite abordar tanto la gestión operativa como administrativa del mantenimiento de los vehículos.

El líder del área es el principal responsable de la operación y cumple funciones clave como la gestión de las tareas de mantenimiento más relevantes, el contacto y la coordinación con proveedores

externos para la realización de reparaciones, y el seguimiento diario de la operatividad de la flota. Mantiene una comunicación directa con los choferes, quienes le informan sobre las fallas que se presentan durante los recorridos, y se encarga de priorizar las intervenciones según el nivel de criticidad.

El analista de flota, por su parte, se encuentra más alejado de la operación diaria y su función principal es administrar el flujo de información. Entre sus tareas se incluyen la carga de órdenes de trabajo en el sistema, el registro de datos vinculados a la distancia recorrida y el consumo de combustible, el seguimiento de la disponibilidad de cada unidad y la verificación del cumplimiento de los checklist diarios realizados por los choferes.

En cuanto al mantenimiento operativo, la empresa cuenta con un mecánico interno que se encarga de resolver las fallas básicas que se encuentran dentro de su campo de conocimiento y que pueden ser abordadas con los recursos disponibles en el taller. En los casos donde la complejidad técnica o la falta de herramientas lo requieren, la unidad es derivada a talleres externos, con los que la empresa mantiene relaciones de tercerización para trabajos específicos.

3.1.3. Gestión actual del área “Flota”

En la actualidad, el área de flota de la empresa utiliza la herramienta *Cloudfleet* como soporte para la gestión, aunque su uso se encuentra limitado a algunas funciones básicas. *Cloudfleet* es un sistema de gestión de flotas que permite centralizar la información relacionada con cada unidad operativa, facilitando el control del mantenimiento, el registro del consumo de combustible y el historial de intervenciones. La implementación completa del sistema permite llevar un control detallado de la flota, así como registrar todos los movimientos vinculados a los recursos e insumos utilizados.

El manejo del inventario es uno de los aspectos que presenta mayor informalidad, ya que no existe una definición precisa de qué recursos deben ser registrados dentro del sistema. La ausencia de lineamientos claros provoca que numerosas compras de repuestos no se registren en el sistema, lo cual genera que los datos disponibles no sean representativos, el stock pierda confiabilidad y se imposibilite realizar un análisis posterior preciso.

En lo que respecta a la gestión de neumáticos, no se emplea actualmente el módulo correspondiente de *Cloudfleet* ni existe un sistema estructurado de seguimiento. El cambio de neumáticos se realiza de manera reactiva: cuando el mecánico considera que un neumático necesita ser reemplazado, lleva el camión a la gomería y efectúa el cambio. No se lleva un registro detallado del estado, ubicación o vida útil de los neumáticos, tampoco existen inspecciones periódicas de la condición, lo que limita significativamente la capacidad de anticiparse a fallas o planificar mantenimientos. Actualmente, la empresa mantiene un pequeño stock de seguridad de neumáticos, pensado para cubrir situaciones imprevistas. Dicho stock se justifica para cubrirse financieramente ante eventualidades en el contexto económico. Sin embargo, no se encuentra definido a partir de un cálculo técnico o de reposición planificada.

En relación al consumo de combustible, si bien cada camión cuenta con una tarjeta asignada para cargar en estaciones de servicio habilitadas, y dichas cargas quedan registradas en la plataforma YPF

Ruta, actualmente no se utiliza esta información para generar registros ni indicadores de gestión. Las cargas pueden descargarse en formato Excel, pero los datos simplemente se almacenan sin ser procesados. Esto impide realizar un seguimiento del rendimiento individual de cada unidad en términos de kilómetros por litro, dificultando la detección de desvíos o patrones de consumo que podrían optimizarse.

Por otra parte, el plan de mantenimiento no se encuentra documentado de manera estructurada. Las tareas preventivas se realizan principalmente al finalizar la temporada alta, en el mes de marzo, y se basan en el criterio del mecánico, quien determina las intervenciones según su experiencia con cada camión. Por su parte, las acciones correctivas se ejecutan de manera reactiva ante la ocurrencia de fallas, muchas veces con el apoyo de proveedores externos. Si bien las órdenes de trabajo se registran en el sistema *Cloudfleet*, no existe un lineamiento que defina con claridad cuándo una intervención debe considerarse preventiva o correctiva, por lo que se aplica la clasificación predeterminada del sistema. Esta situación limita la precisión de los registros y, junto con la falta de un cronograma formal y de herramientas de planificación, dificulta el seguimiento y la trazabilidad de las acciones de mantenimiento.

Actualmente, los indicadores utilizados en el área de flota son limitados y de carácter general. Se registran variables como el kilometraje total recorrido por cada vehículo y el número de auxilios en ruta. Sin embargo, no se dispone de KPIs estructurados que permitan evaluar el desempeño de forma integral. No se monitorean ratios de consumo, cumplimiento de mantenimiento ni estado de stock, lo que impide identificar tendencias, comparar periodos y tomar decisiones basadas en datos. Esta falta de información analítica limita las posibilidades de mejora continua y cumplimiento de los estándares definidos por la auditoría DPO.

3.1.4. Desvíos y oportunidad de mejora

El análisis comparativo entre el estado actual de la gestión de flota en la empresa y los lineamientos establecidos por la auditoría DPO revela una serie de desvíos significativos que impactan tanto en la eficiencia operativa como en la capacidad de cumplimiento normativo.

En primer lugar, uno de los principales desvíos identificados se vincula con la informalidad en el manejo del inventario de repuestos. Aunque la empresa dispone de un sistema para gestionar el inventario de repuestos, no se utiliza de forma adecuada ya que no se registran todos los movimientos de inventario, lo que impide un control confiable del stock. Esto contrasta con los requerimientos de DPO, que exigen políticas claras e indicadores de gestión definidos. Esta carencia limita la capacidad de anticipar necesidades de reposición y pone en riesgo la disponibilidad de unidades ante eventualidades.

Asimismo, la gestión actual del mantenimiento presenta ciertas debilidades. La inexistencia de un plan preventivo formal, sustentado en datos históricos o recomendaciones técnicas, se aleja de los criterios establecidos por el programa de auditoría, que exige la planificación sistemática de intervenciones, el registro digital de órdenes de trabajo y el seguimiento mediante KPIs específicos.

Esta situación no solo afecta la confiabilidad operativa de la flota, sino que también dificulta el desarrollo de estrategias predictivas que permitan disminuir la recurrencia de fallas correctivas.

En relación con los neumáticos, la gestión vigente carece de procesos definidos de medición del desgaste. El control manual mediante planillas no permite una evaluación objetiva de su estado ni la construcción de indicadores de desempeño. Esta situación representa una desviación clara respecto a los requerimientos de DPO, que demanda rutinas normalizadas y soporte digital para garantizar la seguridad operativa.

En cuanto al consumo de combustible, si bien los camioneros cuentan con una tarjeta para registrar las cargas de combustible, actualmente no se utilizan estos registros de manera adecuada, por lo que no se analiza el consumo de combustible. Esta situación impide identificar desvíos por unidad o conductor, y limita la posibilidad de tomar decisiones basadas en datos. Según los lineamientos del DPO, es obligatorio contar con tableros de control que reflejen ratios de consumo y permitan evaluar el impacto económico y operativo del abastecimiento.

3.2. Gestión de neumáticos

3.2.1. Contexto operacional de los neumáticos

Los neumáticos utilizados por la flota operan en el contexto del transporte de última milla en zonas urbanas, caracterizado por recorridos cortos con múltiples paradas, maniobras frecuentes y circulación sobre asfaltos irregulares. Además, los neumáticos están expuestos a variaciones climáticas, contacto con humedad y condiciones de frenado exigentes. La función principal de los neumáticos es permitir el desplazamiento seguro y eficiente del camión, garantizando adherencia, estabilidad, absorción de impactos.

Los camiones de distribución de la empresa utilizan neumáticos 275/80 R 22.5, una medida comúnmente empleada en vehículos de carga media y pesada. El número 275 indica el ancho del neumático en milímetros, mientras que el 80 representa la relación de aspecto, es decir, el porcentaje entre la altura del flanco y el ancho. La letra R especifica que el neumático es de construcción radial, y el valor 22.5 corresponde al diámetro de la llanta en pulgadas. Esta configuración ofrece un buen equilibrio entre estabilidad, capacidad de carga y confort de conducción, adaptándose tanto a recorridos urbanos como a trayectos interurbanos.

3.2.2. Análisis AMEF de neumáticos para transporte de última milla

Una vez definido el contexto operacional en el que operan los neumáticos, se procedió a realizar un análisis AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Fallas) con el objetivo de identificar las fallas funcionales más relevantes, sus causas probables y los efectos que generan sobre la operación logística. Este análisis permite detectar tareas críticas que deben ser ejecutadas para reducir las

consecuencias de las fallas, especialmente en componentes cuya degradación es inevitable con el uso.

HOJA DE INFORMACIÓN RCM			
ELEMENTO: Camión de distribución		Fecha de realización:	
COMPONENTE: Neumáticos (uso en distribución de última milla)		Fecha de revisión:	
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLO (Causa)	EFFECTO DE LOS FALLOS (Qué sucede cuando falla)
Permitir el desplazamiento seguro y estable del vehículo en condiciones urbanas	A) No mantiene la presión de inflado adecuada	1) Pérdida de presión por pinchazo o válvula defectuosa	El camión pierde estabilidad y se genera mayor desgaste. Si no se detecta a tiempo, puede ocurrir un accidente. El vehículo queda fuera de servicio. En caso de haber salido, el vehículo requiere asistencia en ruta. De lo contrario, si la pérdida de presión se detecta durante el checklist de salida, la carga de ese camión pasa a otro y el neumático se lleva a reparar.
		2) Falta de calibración periódica	La presión incorrecta no se detecta, lo que acelera el desgaste, reduce la tracción y puede llevar a una explosión del neumático. Además, aumenta el consumo de combustible. Se genera una intervención no planificada y posible incumplimiento de ruta.
	B) No soporta la carga adecuada	1) Desgaste por sobrecarga o mal inflado	Se deforma la estructura del neumático, genera vibraciones, daña suspensión y puede provocar falla repentina. El camión debe volver al depósito y se declara no disponible. En caso de ser posible se realiza la entrega con otro camión, caso contrario se reprograma la entrega.
		2) Uso de neumático inapropiado para la aplicación	El neumático se deteriora aceleradamente, reduciendo su vida útil y aumentando el riesgo de fallas en ruta. Impacta en los costos y la disponibilidad.

	C) Pérdida de adherencia en el frenado y desestabilización del vehículo	1) Desgaste fuera de estándar	El neumático queda por debajo del mínimo legal, aumenta el riesgo de accidentes, posibles multas y pérdida de tracción en frenado. El vehículo es detenido por control o en checklist, impidiendo su salida. En caso de ser posible se realiza la entrega con otro camión, caso contrario se reprograma la entrega.
--	---	-------------------------------	---

Tabla 1: Análisis AMEF

Fuente: Elaboración Propia

Del análisis AMEF se desprende que varios modos de falla, como la pérdida de presión o el desgaste fuera de estándar, no siempre pueden evitarse, pero sí es posible reducir sus consecuencias operativas si se detectan a tiempo. Para lograrlo, resulta clave incorporar una tarea proactiva de seguimiento, que permita conocer el estado real de cada neumático antes de que se produzca una falla funcional. En este marco, se justifica la necesidad de implementar un sistema de monitoreo de condición, que brinde información precisa y periódica para la toma de decisiones preventivas.

3.2.3. Monitoreo de condición de los neumáticos

El punto de partida para implementar el sistema de monitoreo de condición es establecer una marcación individual de los neumáticos. Esto permitirá identificar cada unidad de forma única, registrar su historial de intervenciones y realizar un seguimiento preciso de su desgaste. Cada código asignado incluye información relativa al dominio del camión, eje correspondiente y posición exacta de la rueda, lo cual facilita el seguimiento y control del desgaste, rotación y mantenimiento de los neumáticos. Esta codificación estandarizada optimiza los procesos de gestión de flotas y contribuye a una trazabilidad eficiente.

La cantidad de códigos totales asciende a 162 teniendo en cuenta que son 27 camiones y hay 6 neumáticos por camión. La [codificación de los neumáticos](#) puede verse de forma parcial en el anexo I, donde se mostrarán a modo de ejemplo los primeros 20 neumáticos.

Para asegurar un control sistemático del estado de los neumáticos, se definió un cronograma mensual de inspecciones a cargo del mecánico. El objetivo es cumplir con el requerimiento de la auditoría DPO, que establece la necesidad de inspeccionar la totalidad de la flota cada mes. Para lograrlo de forma organizada y operativamente viable, se planificó la revisión de siete camiones por semana, asignando a cada uno una semana específica del mes. Este cronograma permite establecer un orden de trabajo claro, distribuir la carga de inspección de manera equilibrada y asegurar la trazabilidad de las mediciones realizadas sobre cada neumático. Además, el cronograma incluye un seguimiento automático del avance, indicando la cantidad de inspecciones realizadas y pendientes, así como el porcentaje de cumplimiento mensual y anual. Este [cronograma](#), al igual que la codificación de neumáticos, puede verse en el anexo I.

Durante cada inspección, el mecánico es responsable de realizar la medición de la profundidad del dibujo de todos los neumáticos del camión inspeccionado. Los resultados se registran en una planilla física estandarizada, en la que se consigna el código del neumático, el dominio del vehículo, su eje, la posición de montaje, la medición en milímetros y cualquier observación relevante. La [planilla](#) puede verse en el anexo I.

Una vez completada, esta planilla es entregada al analista de flota, quien se encarga de digitalizar los datos en el sistema *Cloudfleet*, asegurando la disponibilidad y actualización de la información en el sistema centralizado de gestión.

La carga de los datos de inspección en el sistema *Cloudfleet* permite visualizar información clave para la gestión operativa de los neumáticos, como la profundidad mínima registrada, el porcentaje de desgaste, los milímetros consumidos, los kilómetros recorridos por milímetro y, principalmente, el costo por kilómetro, que se consolida como el indicador más relevante para la toma de decisiones. Contar con esta información de forma digitalizada y actualizada habilita un control más preciso del desempeño individual de cada neumático y permite comparar resultados entre unidades.

Estas mejoras no solo permiten cumplir con los requerimientos establecidos por la auditoría DPO, sino que sientan las bases para avanzar hacia una gestión más analítica y predictiva del recurso. A partir de esta trazabilidad, se abre la posibilidad de aplicar herramientas capaces de identificar patrones de desempeño y proyectar necesidades futuras con mayor precisión.

3.2.4. Análisis de fiabilidad

La incorporación del monitoreo de condición mediante mediciones periódicas de profundidad de dibujo habilita un enfoque predictivo de gestión de los neumáticos. A diferencia de las estrategias tradicionales de reemplazo preventivo, que se basan en estimaciones fijas de vida útil, el enfoque predictivo permite anticipar fallas en función del estado real del componente, optimizando así el momento de intervención y reduciendo los costos asociados a recambios prematuros o fallas no detectadas.

En este sentido, la estrategia adoptada responde a la definición de mantenimiento predictivo planteada por Torres, quien lo define como “la intervención de mantenimiento prevista, preparada y programada antes de la fecha probable de aparición de una falla”. Esta metodología no se basa en un umbral temporal o de kilometraje, sino en el análisis de los datos recolectados durante las inspecciones mensuales.

Cada medición de profundidad, al ser vinculada con el historial del neumático (kilómetros acumulados, posición en el vehículo, tasa de desgaste), permite construir una curva individual de deterioro. Estas curvas, a su vez, permiten estimar con mayor precisión la proyección de desgaste futuro, y por ende, calcular la vida útil remanente de cada neumático. Esta lógica se alinea con las curvas de supervivencia descritas por Ibarra, en las cuales la probabilidad de fallo aumenta a medida que el componente se acerca al fin de su vida funcional.

El registro de las mediciones se realiza de forma manual por parte del mecánico en una planilla física, y luego es digitalizado en la plataforma *Cloudfleet* por el analista de flota. Es en esta plataforma donde se consolidan y analizan los datos, cruzando las mediciones con la cantidad de kilómetros diarios recorridos por cada camión. De esta manera, *Cloudfleet* calcula de forma automática cuántos milímetros le restan a cada neumático y, en función del ritmo de desgaste registrado, estima el tiempo restante hasta el recambio necesario. Esta información es clave para la planificación anticipada de compras, rotaciones internas o intervenciones programadas.

Aplicar este enfoque implica considerar que el desgaste no ocurre de forma homogénea en toda la flota ni entre posiciones del mismo vehículo. Factores como el eje de montaje, la carga transportada o los hábitos de manejo pueden influir notablemente en la evolución del neumático. Por ello, el monitoreo individual resulta clave para detectar desvíos, anomalías o comportamientos fuera de patrón que podrían anticipar fallas tempranas.

Este análisis continuo permite construir una base de datos histórica, que en el mediano plazo facilitará no solo decisiones más precisas a nivel operativo, sino también la retroalimentación del proceso de compra de neumáticos, identificando modelos o marcas con mejor desempeño, y optimizando la inversión en base al costo por kilómetro real.

En conclusión, el sistema de monitoreo mensual no solo responde a los requerimientos establecidos por la auditoría DPO, sino que constituye una herramienta estratégica para la transición desde un esquema de mantenimiento preventivo hacia uno predictivo, basado en datos reales, apoyado en una plataforma digital de análisis como *Cloudfleet*, y alineado con los principios de la confiabilidad operativa.

3.3. Gestión de Combustible

La auditoría DPO establece como requisito contar con indicadores clave (KPI) para monitorear el consumo de combustible, con el objetivo de detectar desvíos y optimizar el desempeño operativo. En respuesta a esta exigencia, se desarrolló un tablero de control en Power BI que permite visualizar los principales indicadores de consumo por unidad, facilitando el seguimiento y la detección temprana de patrones de comportamiento incorrecto.

3.3.1. Análisis de indicadores de combustible

Para el diseño de los indicadores clave de consumo, se integraron dos fuentes principales de información. Por un lado, los registros de carga de combustible realizados por los choferes a través de sus tarjetas YPF Ruta, los cuales permiten conocer con precisión la cantidad de litros abastecidos en cada operación y su costo. Por otro lado, la distancia recorrida por cada unidad se obtiene a partir del sistema de telemetría provisto por YPF, que recopila datos en tiempo real mediante los GPS instalados en cada camión. La combinación de ambas fuentes permite construir indicadores confiables y actualizados para evaluar el rendimiento individual de cada vehículo y detectar posibles desvíos en el consumo.

A partir de esta integración de datos, se desarrolló un tablero de control en Power BI, que se puede ver en la Figura 1, donde se muestran tres indicadores clave para el seguimiento del combustible: el rendimiento (km por litro), el consumo específico (litros cada 100 km) y el costo por kilómetro recorrido. Estos KPI permiten evaluar la eficiencia operativa de cada unidad y detectar posibles desvíos que puedan estar asociados a fallas técnicas, hábitos de conducción o condiciones de uso particulares. El tablero brinda una herramienta clara y accesible para el análisis, y permite al área de flota contar con una base sólida para la toma de decisiones.

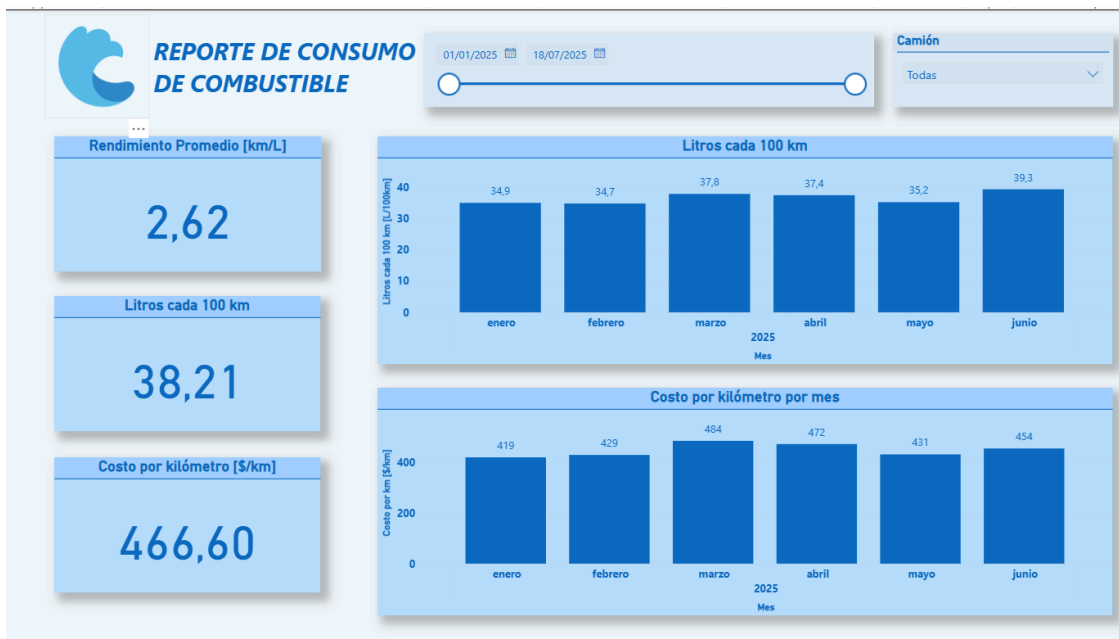


Figura 1: Tablero de Power BI - Consumo de combustible

Fuente: Elaboración Propia

El tablero desarrollado ofrece una visualización clara del comportamiento mensual de los principales indicadores de consumo de combustible, lo que facilita la comparación entre distintos períodos y resulta fundamental para detectar tendencias y posibles desvíos. Contar con esta información, permite una toma de decisiones más ágil y precisa. De este modo, se asegura el cumplimiento del estándar de monitoreo exigido por la auditoría DPO y se refuerza la gestión operativa de uno de los recursos más críticos de la flota.

3.4. Plan de Mantenimiento

3.4.1. Análisis de criticidad

Para orientar el plan de mantenimiento hacia los puntos de mayor impacto en la operación, se aplica la herramienta de análisis de criticidad por niveles brindada por Quilmes. Esta metodología consiste en evaluar de manera sistemática los distintos niveles del negocio, desde los productos hasta las tareas específicas, con el fin de identificar cuál es la tarea crítica sobre la cual se debe concentrar la gestión.

En primer lugar, se elabora la descripción del negocio, donde se identificaron los proveedores, insumos, procesos, productos y clientes relacionados con el área de flota, como se muestra en la figura 2. A partir de esta visión general, se desarrolla la matriz de criticidad de productos, en la cual, utilizando criterios de impacto ponderados en valores de 1, 3 y 5, se concluye que el producto crítico del área es disponer de una flota segura y disponible, tal como se observa en la tabla 2.

SUEÑO	Proveedores	Inputs	Procesos	Productos	Cientes
Ser el distribuidor líder del país, con la operación mas segura, eficiente, rentable e inclusiva; centrada en el cliente, comprometida con el bienestar de las personas y el cuidado del medio ambiente.	Org de control + legislación Ols + fleteros	Legislacion Documentos Equipos	Control de documentación	Equipamiento legalizado	Distribucion Almacen
	OL Taller (interno y externo) Fabricantes + proveedores Proveedor de sistemas	Plan de mantenimiento Equipos Repuestos Sistemas Garantias + Manuales	Gestión de mantenimiento	Flota disponible y segura	Distribucion Almacen
AREA					
Flota	Proveedores OL	Diesel/GLP Energias renovables Equipos	Control de consumo de combustible	Combustible optimizado	Oficina central Comunidad
MISION					
Generar una flota segura y disponible mediante una gestión eficiente del mantenimiento	Proveedor de sistema Taller (interno y externo)	Sistema Neumaticos (nuevos/ recapados)	Gestión de neumaticos	Flota disponible segura	Distribucion Almacen Oficina central
RECURSOS					
Equipo entrenado Camiones Sistemas	Taller interno + proveedores Proveedor de sistema	Politica de stock Sistema	Gestión de stock de repuestos	Repuestos disponibles	Distribucion Almacen Oficina central

Figura 2: Descripción del negocio del área de flota

Fuente: Elaboración Propia

PRODUCTOS	Nivel de Impacto (1, 3 o 5)						Total	Prioridad S/N
	Calidad	Costo	Distrib.	Gente	Seguridad	Result A		
Equipamiento legalizado	3	3	1	1	1	9	9	N
Flota disponible y segura (mant)	5	5	5	5	5	25	25	S
Combustible optimizado	3	5	1	3	1	13	13	N
Flota disponible segura (neumaticos)	3	3	3	1	3	13	13	N
Repuestos disponibles	3	3	3	3	3	15	15	N

Tabla 2: Matriz de criticidad de productos

Fuente: Elaboración Propia

La criticidad se mide en función de cinco criterios específicos:

- **Calidad:** cuando la falla puede afectar gravemente al producto y/o servicio.
- **Costo:** cuando ocasiona anomalías recurrentes o de alto costo.
- **Entrega:** cuando puede generar demoras en los plazos de entrega del producto o servicio.

- **Personas:** cuando implica un nivel de dificultad de ejecución elevado o un gran impacto en los recursos necesarios.
- **Seguridad:** cuando puede generar incidentes o se han producido incidentes en el pasado.

Una vez definido el producto crítico, se analiza el proceso encargado de garantizarlo, que resultó ser la gestión del mantenimiento. Para este proceso se construye un [mapeo de procesos](#) de cuatro niveles. En dicho esquema, el nivel 1 corresponde al negocio (Flota), el nivel 2 al proceso crítico (Gestión del mantenimiento), el nivel 3 a las actividades que lo integran (mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo), y el nivel 4 a las tareas que componen cada una de esas actividades.

Posteriormente, se elabora la matriz de criticidad de actividades, donde se compararon las tres actividades principales. De este análisis se desprende que la de mayor impacto es el mantenimiento correctivo, como se muestra en la tabla 3. Esta conclusión se basa en que su ejecución está directamente vinculada con la disponibilidad de los camiones.

ACTIVIDAD	Nivel de Impacto (1, 3 o 5)					Total	Prioridad S/N
	Calidad	Costo	Distrib.	Gente	Seguridad		
Mantenimiento preventivo	3	3	3	3	3	20	N
Mantenimiento correctivo	5	5	5	5	5	30	S
Mantenimiento predictivo	3	3	1	3	1	16	N

Tabla 3: Matriz de criticidad de actividades

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se profundiza en las tareas específicas del mantenimiento correctivo mediante la matriz de criticidad de tareas, presentada en la Tabla 4. Allí se determina que la tarea crítica del área de flota es la ejecución del checklist de salida, por ser la instancia que asegura que un camión salga a la ruta en condiciones seguras y operativas.

Nº	TAREA	Nivel de Impacto (1, 3 o 5)					Total	Prioridad S/N	Indicadores
		Calidad	Costo	Distrib.	Gente	Seguridad			
1	1- Ejecucion del checklist de salida	5	3	5	3	5	26	S	Adherencia al check de salida
2	2- Generacion de orden de trabajo	3	3	3	1	3	14	N	
3	3- Ejecucion de mantenimiento	3	3	3	3	5	18	N	
4	4- Axilio en ruta	3	3	5	3	5	22	N	
5	5- Ejecucion de checklist de retorno	5	3	3	3	5	24	S	Adherencia al Check de retorno

Tabla 4: Matriz de criticidad de tareas

Fuente: Elaboración Propia

De este modo, el análisis de criticidad permite definir no solo el proceso y la actividad clave, sino también la tarea crítica del área. Tal como se observa en la tabla 4, la matriz de criticidad de tareas señala que los puntos de mayor impacto corresponden a la ejecución del checklist de salida y del checklist de retorno. En consecuencia, el indicador a seguir dentro del plan de mantenimiento es la adherencia a estos checklist, ya que refleja de manera directa el cumplimiento de los estándares de seguridad y confiabilidad exigidos, y constituye la métrica central para garantizar la disponibilidad operativa de la flota.

3.4.2. Mantenimiento Correctivo

Dado que el análisis de criticidad determina al checklist de salida y retorno como la tarea más relevante para garantizar la operación segura de la flota, el mantenimiento correctivo se estructura en torno a esta instancia de control. Este tipo de mantenimiento abarca las intervenciones necesarias cuando un camión presenta una falla imprevista que lo deja fuera de servicio o lo vuelve no apto para la distribución, situaciones que requieren una respuesta inmediata para no comprometer la continuidad de la operación. En este esquema, la detección temprana de anomalías mediante los checklist digitales realizados por los choferes constituye el punto de partida para la gestión de fallas y la organización de las acciones correctivas.

3.4.2.1. Checklist de salida y retorno

Dentro del esquema de mantenimiento correctivo, los checklist digitales de salida y retorno se consolidan como el mecanismo principal para identificar fallas antes y después de cada jornada. Estos formularios son completados por los choferes desde la aplicación Cloudfleet en sus teléfonos celulares, registrando el estado de cada ítem bajo tres categorías: “OK”, “Regular” o “No OK”.

Con el fin de garantizar la seguridad y la operatividad de los camiones, se definió un criterio de aprobación riguroso: si un ítem crítico es marcado como “Regular” o “No OK”, el checklist se rechaza automáticamente y el vehículo no puede salir hasta que la reparación sea realizada y validada con un nuevo control. En los casos en que la reparación inmediata no sea posible, la carga es transferida a otra unidad con checklist aprobado. Por su parte, los ítems no críticos permiten que el camión continúe en operación únicamente si las observaciones no superan el 30% del total evaluado.

Además de asegurar que ningún camión con condiciones comprometidas ingrese en operación, este sistema brinda trazabilidad sobre las fallas detectadas y genera información valiosa para el seguimiento de indicadores de mantenimiento correctivo. De esta manera, los checklist no solo cumplen una función operativa, sino que también constituyen la base para analizar tendencias, evaluar la efectividad de las intervenciones y orientar acciones de mejora.

3.4.2.2. Novedades en Cloudfleet

Cada vez que un chofer reporta una anomalía en el checklist digital, marcando un ítem como “No OK” o “Regular”, el sistema genera automáticamente una novedad en Cloudfleet, vinculada a un trabajo previamente cargado en la plataforma. De esta manera, el analista de flota recibe en tiempo

real la tarea específica a ejecutar sobre el camión, lo que facilita la planificación de la intervención desde el primer momento.

La aplicación también permite que el chofer agregue observaciones adicionales o imágenes, lo que otorga mayor precisión en la descripción del problema y evita interpretaciones erróneas. Por ejemplo, ante una falla en una luz trasera, puede aclararse si se trata de una desconexión completa, un funcionamiento intermitente o un daño estructural, acompañando la observación con fotografías.

Una vez registrada la novedad, el analista tiene la posibilidad de generar una nueva orden de trabajo o asociarla a una ya existente, optimizando la organización del mantenimiento y asegurando trazabilidad en cada intervención. Este sistema, además, alimenta directamente los indicadores de mantenimiento correctivo, al centralizar la información sobre las fallas detectadas, el tiempo de resolución y la frecuencia de incidencias.

De esta manera, Cloudfleet no solo facilita la gestión interna de las tareas correctivas, sino que también sirve de base para coordinar de manera más eficiente aquellas intervenciones que requieren ser derivadas a proveedores externos, aspecto que se desarrolla en el siguiente apartado.

3.4.2.3. Elección de proveedores externos

Dentro de la gestión de mantenimiento de la flota, una parte significativa de las intervenciones debe ser realizada por proveedores externos, ya sea por requerimientos técnicos que superan la capacidad interna o por falta de recursos específicos. Con el objetivo de ordenar y profesionalizar esta relación, se avanza hacia un esquema de asignación de proveedores únicos por tipo de reparación, mejorando así la trazabilidad, la responsabilidad y la eficiencia operativa. Cabe aclarar que este análisis aplica exclusivamente al mantenimiento correctivo, ya que las tareas de mantenimiento preventivo son realizadas íntegramente en el taller propio de la empresa.

Este enfoque se fundamenta en la visión de William Edwards Deming (1989), quien sostiene que trabajar con un único proveedor por tipo de servicio permite alcanzar un mayor compromiso, simplificar los procesos administrativos y eliminar la variabilidad innecesaria en la calidad del trabajo recibido. Deming advierte que contar con múltiples proveedores puede parecer ventajoso en cuanto a precios, pero termina siendo una práctica costosa por los retrocesos, fallas y falta de estandarización. La calidad, señala, no se compra únicamente con materiales, sino con capacidad, ingeniería y confianza mutua entre cliente y proveedor.

Siguiendo esta línea, se definirá para cada tipo de intervención (frenos, neumáticos, etc.) un taller o proveedor asignado, lo cual permitirá fortalecer vínculos, establecer estándares claros de servicio, reducir errores y mejorar los tiempos de respuesta.

Para avanzar en la selección del proveedor único por tipo de intervención, se define una metodología de comparación que permite evaluar a los distintos prestadores en función de criterios clave previamente establecidos. Esta comparación tiene como finalidad tomar decisiones fundamentadas, priorizando aquellos proveedores que brinden el mejor equilibrio entre eficiencia, confiabilidad y costo.

Con el objetivo de realizar una evaluación más ajustada a las necesidades reales de la operación, se define una segmentación de las intervenciones en cuatro sistemas clave del camión: electricidad, neumáticos, caja-cabina-lonas y motor-tren delantero. A partir de esta clasificación, se analizarán exclusivamente aquellos proveedores especializados en cada sistema, con el propósito de identificar cuál de ellos se adapta mejor a los requerimientos técnicos y operativos de la empresa.

Los criterios seleccionados para el análisis son:

- **Calidad de la reparación:** se evaluará considerando la capacidad técnica del proveedor, la experiencia previa en trabajos con la empresa y el nivel de conformidad alcanzado en intervenciones anteriores.
- **Costo asociado:** contempla el precio promedio por tipo de reparación, buscando mantener la competitividad sin comprometer la calidad del servicio.
- **Disponibilidad:** hace referencia a la facilidad para obtener turnos, la cercanía geográfica y la rapidez de respuesta ante situaciones imprevistas.
- **Cumplimiento del plazo acordado:** será analizado como indicador de confiabilidad, dado que respetar los tiempos pactados resulta fundamental para sostener la operatividad continua de la flota.

La ponderación asignada a cada criterio de evaluación fue definida considerando las necesidades operativas reales de la empresa, especialmente en la temporada alta donde contar con la totalidad de la flota es fundamental para lograr un buen nivel de servicio. En primer lugar, se prioriza la disponibilidad, con una ponderación de 0,4, dado que durante la temporada alta resulta crítico contar con la mayor cantidad de unidades operativas posibles para garantizar el cumplimiento de la demanda. En segundo lugar, se asigna un peso de 0,3 a la calidad de reparación, entendida como la capacidad del proveedor para realizar intervenciones confiables, duraderas y sin reincidencias o retrabajos. A continuación, el cumplimiento del plazo acordado recibe una ponderación de 0,2, ya que respetar los tiempos de entrega permite una mejor planificación operativa y reduce el impacto de las paradas. Por último, se ubica el costo asociado con una ponderación de 0,1, considerando que si bien el aspecto económico es relevante, su importancia queda subordinada frente a la necesidad de asegurar disponibilidad y confiabilidad técnica.

Las tablas presentadas muestran el resultado del análisis comparativo de proveedores externos para cada sistema del camión, considerando criterios previamente definidos y ponderados.

SISTEMA: ELECTRICIDAD									
Proveedor	Calidad de Reparación		Costo asociado		Disponibilidad		Cumplimiento del plazo acordado		Totales
	Puntaje	Ponder.	Puntaje	Ponder.	Puntaje	Ponder.	Puntaje	Ponder.	
Punto truck	4	0.3	1	0.1	2	0.4	3	0.2	2.7

Sañudo	3	0.3	3	0.1	4	0.4	4	0.2	3.6
--------	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	------------

Tabla 5: Análisis de proveedores. Sistema electricidad

Fuente: Elaboración Propia

Para las intervenciones en el sistema eléctrico, el proveedor mejor posicionado es Sañudo, con un puntaje total de 3,6. Su principal fortaleza es la calidad de reparación, donde alcanza el valor máximo (4), lo que refleja trabajos técnicamente confiables y sin reincidencias. Además, presenta una excelente disponibilidad operativa (4), permitiendo respuestas rápidas ante fallas. Si bien su costo es moderado (3), el equilibrio general de sus prestaciones lo ubica por encima de Punto Truck, que presenta limitaciones marcadas en calidad y cumplimiento de plazos.

SISTEMA: NEUMÁTICOS									
Proveedor	Calidad de Reparación		Costo asociado		Disponibilidad		Cumplimiento del plazo acordado		Totales
	Puntaje	Ponder.	Puntaje	Ponder.	Puntaje	Ponder.	Puntaje	Ponder.	
Milla	4	0.3	2	0.1	3	0.4	3	0.2	3.2
Baliña	4	0.3	1	0.1	2	0.4	2	0.2	2.5
El gaucho	2	0.3	4	0.1	3	0.4	3	0.2	2.8

Tabla 6: Análisis de proveedores. Sistema neumáticos

Fuente: Elaboración Propia

En el caso de los neumáticos, el proveedor mejor posicionado es Milla, con un puntaje total de 3,2. Su combinación de buena calidad técnica (4) y disponibilidad operativa aceptable (3) le otorgan una ventaja comparativa, a pesar de no destacarse por su precio (2 en costo). Baliña, si bien presenta buen nivel técnico (4) y mejor precio (3), queda relegado por su baja disponibilidad (2). Por su parte, El Gaucho, a pesar de ofrecer un costo competitivo (4), no alcanza niveles aceptables de calidad (2). En conjunto, Milla representa la opción más equilibrada para este sistema.

SISTEMA: CAJA, CABINA Y LONAS									
Proveedor	Calidad de Reparación		Costo asociado		Disponibilidad		Cumplimiento del plazo acordado		Totales
	Puntaje	Ponder.	Puntaje	Ponder.	Puntaje	Ponder.	Puntaje	Ponder.	
Servicios integrales de transporte de cargas	4	0.3	3	0.1	4	0.4	3	0.2	3.7
Unimar	2	0.3	2	0.1	2	0.4	1	0.2	1.8
Tor	3	0.3	1	0.1	2	0.4	2	0.2	2.2

Punto truck	4	0.3	1	0.1	3	0.4	4	0.2	3.3
-------------	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	------------

Tabla 7: Análisis de proveedores. Sistema de caja, cabina y lonas.
Fuente: Elaboración Propia

Para reparaciones estructurales, el proveedor con mejor desempeño es Guerra, que alcanza un puntaje total de 3,7, destacándose de forma consistente en calidad de reparación, disponibilidad y cumplimiento de plazos (4 en cada criterio). Su desempeño lo convierte en una opción robusta y confiable para tareas que requieren precisión y tiempos acotados. Punto Truck, con 3,3 puntos, mantiene una performance aceptable, aunque se ve penalizado por su bajo desempeño en el criterio de costo (1). Unimar y Tor quedan relegados principalmente por su menor nivel en calidad y cumplimiento. En este sistema, Guerra se consolida como la alternativa más adecuada.

SISTEMA: MOTOR Y TREN DELANTERO									
Proveedor	Calidad de Reparación		Costo asociado		Disponibilidad		Cumplimiento del plazo acordado		Totales
	Puntaje	Ponder.	Puntaje	Ponder.	Puntaje	Ponder.	Puntaje	Ponder.	
1	4	0.3	1	0.1	2	0.4	3	0.2	2.7
2	3	0.3	3	0.1	4	0.4	4	0.2	3.6

Tabla 8: Análisis de proveedores. Sistema motor y tren delantero.
Fuente: Elaboración Propia

En el sistema crítico del motor y el tren delantero, Proveedor 1 se posiciona como la mejor opción con un total de 3,6 puntos, gracias a su excelente desempeño en calidad técnica (4) y cumplimiento de plazos (4), dos aspectos clave para minimizar tiempos de parada. Proveedor 2, con un puntaje de 2,7, presenta un rendimiento aceptable, aunque con debilidades en calidad (3) y una baja disponibilidad operativa (2), lo cual puede comprometer la continuidad de la operación. En función del análisis, Proveedor 1 es claramente la elección recomendada.

Como resultado del análisis, se definieron los proveedores seleccionados para cada sistema: Sañudo para electricidad, Milla para neumáticos, Guerra para caja-cabina-lonas y Proveedor 1 para motor y tren delantero. Esta elección se enmarca en la visión propuesta por Deming, que promueve la consolidación de relaciones estables con proveedores únicos por tipo de servicio. Esta estrategia permite ordenar y profesionalizar la gestión tercerizada, asegurando mayor trazabilidad, mejores estándares de calidad y una respuesta más eficiente ante las necesidades del área de flota.

La consolidación de proveedores únicos por sistema tiene el objetivo de ordenar las intervenciones correctivas y agilizar su resolución. Sin embargo, reducir la recurrencia de estas intervenciones exige un enfoque más anticipatorio. En este sentido, el mantenimiento preventivo comienza a ocupar un lugar central, orientado a preservar la operatividad de la flota y minimizar paradas no planificadas.

3.4.3. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo tiene como objetivo anticiparse a las fallas mediante la realización de tareas planificadas, evitando así paradas imprevistas, reduciendo costos a largo plazo y extendiendo la vida útil de los camiones. En este caso, la política de mantenimiento adoptada por la empresa se basa en las recomendaciones del fabricante, que establece tres tipos de servicios técnicos: M1, M2 y M3.

Cada uno de estos servicios se realiza de acuerdo con una frecuencia determinada, ya sea por kilometraje o por tiempo, lo que permite mantener los vehículos operativos bajo condiciones seguras y confiables. La planificación de estas rutinas, así como su ejecución y seguimiento, se gestionan a través de la plataforma Cloudfleet, permitiendo una administración ordenada, digital y trazable de todo el plan de mantenimiento.

3.4.3.1. Rutinas establecidas por el fabricante

La política de mantenimiento define las siguientes tres rutinas:

- **M1:** cada 20.000 km o 1 año.
- **M2:** cada 40.000 km o 2 años.
- **M3:** cada 60.000 km o 3 años.

En la tabla 6 se observan los trabajos de cada rutina de mantenimiento.

M1
- Cambiar aceite motor.
- Cambiar filtro aceite motor.
- Cambiar filtro combustible.
- Control del sensor filtro aire.
- Revisar bandas de frenos.
- Revisar gancho remolque
- Engrase general
M2
- Revisar luces.
- Apretar tuercas ruedas
M3
- Calibrar Válvulas motor
- Controlar correa de accesorios
- Cambiar carcasa filtro aire
- Cambiar aceite caja
- Cambiar Aceite diferencial trasero

Tabla 9: Trabajos contemplados en las rutinas M1, M2 y M3
Fuente: elaboración propia en base a especificaciones del fabricante

3.4.3.2. Rutinas en Cloudfleet y lógica de programación

Para facilitar la ejecución operativa y registrar cada tarea realizada, en Cloudfleet se definieron cuatro rutinas digitales que agrupan las tareas del fabricante según corresponda:

- **R1:** contiene únicamente la rutina M1
- **R2:** contiene M1 + M2
- **R3:** contiene M1 + M3
- **R4:** contiene M1 + M2 + M3

Estas rutinas se cargan bajo una secuencia cíclica, lo que significa que una vez ejecutada la rutina R4, el sistema reinicia automáticamente desde R1 y continúa en ese orden: R1 → R2 → R3 → R4 → R1. Esta lógica asegura que todos los trabajos se ejecuten en los momentos adecuados y de manera

ordenada, sin necesidad de reprogramar manualmente cada ciclo. En la tabla 7 se observa la política de mantenimiento adoptada.

<i>Intervalo</i>	<i>Nº</i>	<i>Tipo</i>	<i>Kms</i>
20,000	1	M1	20,000
20,000	2	M1+M2	40,000
20,000	3	M1+M3	60,000
20,000	4	M1+M2	80,000
20,000	5	M1	100,000
20,000	6	M1+M2+M3	120,000
20,000	7	M1	140,000
20,000	8	M1+M2	160,000
20,000	9	M1+M3	180,000
20,000	10	M1+M2	200,000
20,000	11	M1	220,000
20,000	12	M1+M2+M3	240,000
20,000	13	M1	260,000
20,000	14	M1+M2	280,000
20,000	15	M1+M3	300,000
20,000	16	M1+M2	320,000
20,000	17	M1	340,000
20,000	18	M1+M2+M3	360,000
20,000	19	M1	380,000
20,000	20	M1+M2	400,000
20,000	21	M1+M3	420,000
20,000	22	M1+M2	440,000
20,000	23	M1	460,000
20,000	24	M1+M2+M3	480,000
20,000	25	M1	500,000

Tabla 10: Política de mantenimiento

Fuente: elaboración propia en base al manual técnico del fabricante

Es importante señalar que, en el contexto operacional actual, los camiones no alcanzan los kilómetros definidos por el fabricante para cada rutina, debido a que realizan recorridos urbanos y de corta distancia. Por lo tanto, los servicios preventivos se ejecutan priorizando la frecuencia por tiempo, lo que permite mantener el plan dentro de los estándares de seguridad sin depender exclusivamente del odómetro.

3.4.3.3. Programación operativa anual

Por otra parte, debido a que la operación alcanza su temporada alta entre los meses de octubre y marzo, la ejecución de los servicios preventivos se concentra en el período comprendido entre abril y septiembre, con el fin de no afectar la capacidad operativa durante los meses de mayor demanda.

Sin embargo, esta planificación debe equilibrarse con la vida útil real de los componentes, ya que los ciclos de desgaste y mantenimiento de las piezas no responden a la estacionalidad operativa. Por ello, la programación anual se define considerando ambos factores: la necesidad de asegurar la disponibilidad total de la flota en temporada alta y el cumplimiento de los intervalos técnicos establecidos por el fabricante. Con estos criterios, la distribución de los servicios preventivos queda organizada como se muestra en la tabla 11.

MANTENIMIENTO	MES					
	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
M1	5	5	5	2	5	5
M3	2	2	1	-	2	2

Tabla 11: Distribución de la demanda mensual de servicios

Fuente: Elaboración Propia

La correcta planificación de esta programación no solo permite anticiparse a las fallas y asegurar la disponibilidad de la flota, sino que también genera un marco de trabajo ordenado, cuya efectividad depende en gran medida de contar con los insumos necesarios en tiempo y forma. Por este motivo, la gestión preventiva se encuentra estrechamente vinculada con la administración de repuestos, ya que la disponibilidad oportuna de estos materiales es un factor crítico para garantizar la continuidad y eficiencia del sistema de mantenimiento en su conjunto.

3.5. Gestión de Stock

En el taller de la empresa, la gestión de stock se centra exclusivamente en los repuestos vinculados al mantenimiento preventivo, debido a que, como se mencionó antes, el mantenimiento correctivo se encuentra totalmente tercerizado. Bajo esta premisa, contar con un sistema organizado y confiable para administrar los repuestos críticos de los servicios programados resulta fundamental para garantizar la disponibilidad de la flota y evitar quiebres de stock que afecten la operación. En particular, los servicios M1 y M3 contemplan el recambio de insumos como filtros, lubricantes y aceites, los cuales, por su frecuencia de utilización y nivel de criticidad, deben ser gestionados mediante herramientas de control de inventarios que permitan ajustar los niveles de reposición en función de la demanda real. De este modo, la gestión de stock no sólo contribuye a mejorar el desempeño de la empresa frente a los requerimientos de auditoría DPO, sino que también asegura la continuidad de las rutinas de mantenimiento preventivo.

3.5.1. Definición del conjunto de repuestos a analizar

Los repuestos asociados al mantenimiento preventivo de la flota se encuentran definidos principalmente en los servicios M1 y M3. En el caso del M1, este se ejecuta de manera anual o al alcanzar los 20.000 kilómetros. Sin embargo, en la práctica se realiza una vez por año, ya que los vehículos no llegan a recorrer esa distancia en dicho período. Este servicio contempla el recambio de

insumos básicos pero esenciales para garantizar el correcto funcionamiento del motor y del sistema de combustible.

Repuestos utilizados en el Service M1 (20.000 km / 1 año):

- Aceite motor 15W40 [*litros*]
- Filtro de combustible [*unidades*]
- Filtro de aceite [*unidades*]

Por su parte, el M3, que se lleva a cabo cada tres años o al alcanzar los 60.000 kilómetros, contempla un recambio más amplio de componentes. Además de los elementos ya incluidos en el M1, incorpora:

- Aceite de diferencial [*litros*]
- Aceite de caja [*litros*]

Estos serán los componentes incluidos en los servicios M1 y M3 y serán los repuestos considerados para el presente análisis.

3.5.2. Política de inventario

La política de repuestos del taller se define en función de la demanda previsible de los servicios programados y del nivel de criticidad de cada componente. A diferencia de otros sistemas de inventario que deben administrar cientos de referencias, en este caso el conjunto de repuestos es acotado, lo que facilita la definición de una estrategia de aprovisionamiento clara y ordenada.

En primer lugar, las referencias que conforman el stock de taller corresponden exclusivamente a los ítems incluidos en los mantenimientos preventivos M1 y M3, que representan los repuestos que la empresa debe garantizar para ejecutar dichas rutinas. En segundo lugar, la cantidad de unidades de cada referencia se determina a partir de la frecuencia con la que los camiones ingresan a servicio.

Finalmente, no se aplicará un criterio de diferenciación según la criticidad de los repuestos, ya que todos forman parte de los servicios programados. La ausencia de cualquiera de ellos impediría la realización del mantenimiento preventivo y, en consecuencia, la salida del camión a operación. Por lo tanto, se considera que todos los repuestos poseen la misma criticidad, siendo indispensable asegurar su disponibilidad en el taller.

En conjunto, la política de repuestos del taller se sostiene en un conjunto reducido de ítems definidos por los servicios preventivos M1 y M3, priorizados según su nivel de criticidad. Este enfoque simplifica la gestión, garantiza la disponibilidad de insumos esenciales y, al mismo tiempo, optimiza el uso del capital destinado a inventario.

3.5.3. Demanda de repuestos

El cálculo de la demanda de repuestos constituye un paso fundamental dentro de la gestión de inventarios, ya que permite dimensionar con precisión las necesidades anuales y mensuales de cada componente asociado a los mantenimientos preventivos. En este caso, la proyección de consumo se basa en la cantidad de servicios M1 y M3 programados para la flota, considerando tanto la frecuencia de ejecución de cada tipo de service como los repuestos que los integran.

A continuación se presenta en la tabla 12 el listado de repuestos correspondientes al service M1, necesarios para la ejecución de esta rutina preventiva.

MANTENIMIENTO M1		
REPUESTO	UNIDAD	CANTIDAD
ACEITE MOTOR 15W40 x litro (tambor 208L)	Litros	25
FILTRO DE COMBUSTIBLE	Unidades	1
FILTRO DE ACEITE	Unidades	1

Tabla 12: Repuestos utilizados en service M1

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 13 se muestran los repuestos considerados para el service M3, los cuales forman parte de las intervenciones preventivas planificadas.

MANTENIMIENTO M3		
REPUESTO	UNIDAD	CANTIDAD
ACEITE DE DIFERENCIAL	Litros	25
ACEITE DE CAJA	Litros	9

Tabla 13: Repuestos utilizados en service M3

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 14 presenta la demanda mensual de repuestos correspondiente a los servicios preventivos programados. En ella se detalla el consumo estimado de cada componente durante el período comprendido desde abril hasta septiembre, distribuyendo las necesidades de acuerdo con la programación anual de servicios. La fila final resume la demanda total anual de cada repuesto, constituyendo la base para dimensionar el stock necesario en el taller.

Mes	REPUESTO				
	Aceite motor 15W40 [L]	Filtro de combustible [u]	Filtro de aceite [u]	Aceite de diferencial [L]	Aceite de caja [L]
Abril	150	5	5	40	18
Mayo	150	5	5	40	18

Junio	150	5	5	20	9
Julio	150	2	2	–	–
Agosto	150	5	5	40	18
Septiembre	150	5	5	40	18
Total	900	27	27	180	81

Tabla 14: Demanda de repuestos por mes

Fuente: Elaboración Propia

El cálculo de la demanda mensual y anual de repuestos ofrece un panorama preciso de las necesidades del taller, permitiendo anticipar consumos y planificar la reposición con mayor certeza. De esta forma, se reduce el riesgo de quiebres de stock y se asegura la continuidad de los mantenimientos programados sobre la flota. Sin embargo, garantizar la disponibilidad de estos insumos implica también afrontar costos asociados a su almacenamiento, reposición y gestión administrativa. Por ello, resulta indispensable abordar a continuación el estudio de los costos de inventario, a fin de evaluar el impacto económico de mantener el stock y establecer políticas que equilibren disponibilidad y eficiencia financiera.

3.5.4. Costos de inventario y EOQ

El análisis de los costos de inventario en este trabajo se fundamenta en los modelos de demanda determinística desarrollados por Vidal Holguín (2010), los cuales resultan particularmente adecuados para los repuestos de mantenimiento preventivo. En este contexto, la demanda de insumos se considera conocida con certeza, dado que está directamente asociada a la programación de los services M1 y M3 de la flota.

El costo por pedido se calculó tomando como referencia la cantidad de tiempo que le conlleva a un colaborador administrativo realizar el pedido y se prorratea teniendo en cuenta su salario mensual. Se toma como referencia que para administrar la compra de cada repuesto el administrativo requiere de dos horas, que cuenta con un sueldo de un millón cien mil pesos y que, en promedio, hay 25 días hábiles mensuales.

El costo unitario de los repuestos se obtuvo a través de facturas que se realizaron previamente en la compra de esos repuestos.

La tasa de interés se consiguió a través del banco de la nación argentina, teniendo en cuenta la tasa efectiva anual del sector privado.

A continuación, se muestran los valores para cada uno de los repuestos. Además, utilizando la expresión para el lote óptimo Q (1) y para el CTR (2) se calcularon los valores para cada uno de los repuestos. Los resultados pueden verse en la tabla 15, a continuación.

REPUESTO	DATO	UNIDAD	VALOR	Q [unidades]	CTR [\$/año]
Aceite motor 15W40	A: costo por pedido	[\$/pedido]	10577	399	98717
	D: demanda anual del repuesto	[L/año]	900		
	v: costo unitario del repuesto	[\$/unidad]	1000		
	r: tasa de interés	[%]	37,5		
Filtro de combustible	A: costo por pedido	[\$/pedido]	10577	69	17098
	D: demanda anual del repuesto	[unidad/año]	27		
	v: costo unitario del repuesto	[\$/unidad]	1000		
	r: tasa de interés	[%]	37,5		
Filtro de aceite	A: costo por pedido	[\$/pedido]	10577	69	17098
	D: demanda anual del repuesto	[unidad/año]	27		
	v: costo unitario del repuesto	[\$/unidad]	1000		
	r: tasa de interés	[%]	37,5		
Aceite de diferencial	A: costo por pedido	[\$/pedido]	10577	179	44148
	D: demanda anual del repuesto	[L/año]	180		
	v: costo unitario del repuesto	[\$/unidad]	1000		
	r: tasa de interés	[%]	37.5		
Aceite de caja	A: costo por pedido	[\$/pedido]	10577	120	29615
	D: demanda anual del repuesto	[L/año]	81		
	v: costo unitario del repuesto	[\$/unidad]	1000		

	r: tasa de interés	[%]	37,5
--	--------------------	-----	------

Tabla 15: Resultados de EOQ y CTR

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos permiten observar que, para cada uno de los repuestos analizados, el modelo EOQ determina un tamaño de pedido que logra equilibrar los costos de ordenar con los costos de mantener el inventario. De este modo, el Costo Total Relevante (CTR) calculado para cada ítem refleja el valor mínimo alcanzable bajo las condiciones establecidas. Aunque los volúmenes y frecuencias de pedido varían entre aceites y filtros, en todos los casos se confirma la utilidad del enfoque, ya que proporciona un criterio objetivo para dimensionar los lotes de reposición y optimizar la gestión de stock en el taller.

La aplicación de modelos de costos e inventario convierte la gestión de repuestos en un proceso más eficiente y alineado con los estándares del DPO. Estos cálculos permiten definir políticas de reposición que equilibran la disponibilidad con los costos asociados, optimizando tanto el desempeño operativo como el uso de recursos financieros de la empresa.

3.6. Árbol de indicadores para el área flota

El árbol de KPIs es una herramienta que permite descomponer los indicadores en diferentes niveles jerárquicos, aportando claridad al análisis de desempeño. Parte de un KPI global que refleja el desempeño general del área y se desagrega en distintos niveles de indicadores y subindicadores, lo que facilita comprender cómo cada proceso impacta sobre el resultado final y cómo las actividades específicas contribuyen al cumplimiento del desempeño global.

Su principal aporte radica en la claridad que ofrece al vincular los objetivos estratégicos del área con métricas operativas concretas, generando una trazabilidad completa desde la gestión diaria hasta los resultados generales. De este modo, el árbol de KPIs favorece la toma de decisiones basada en datos y aporta un enfoque integral que permite identificar con precisión los procesos que generan mayor impacto en el KPI global.

A continuación, se presenta en la figura 3, el árbol de KPI para el área de flota.

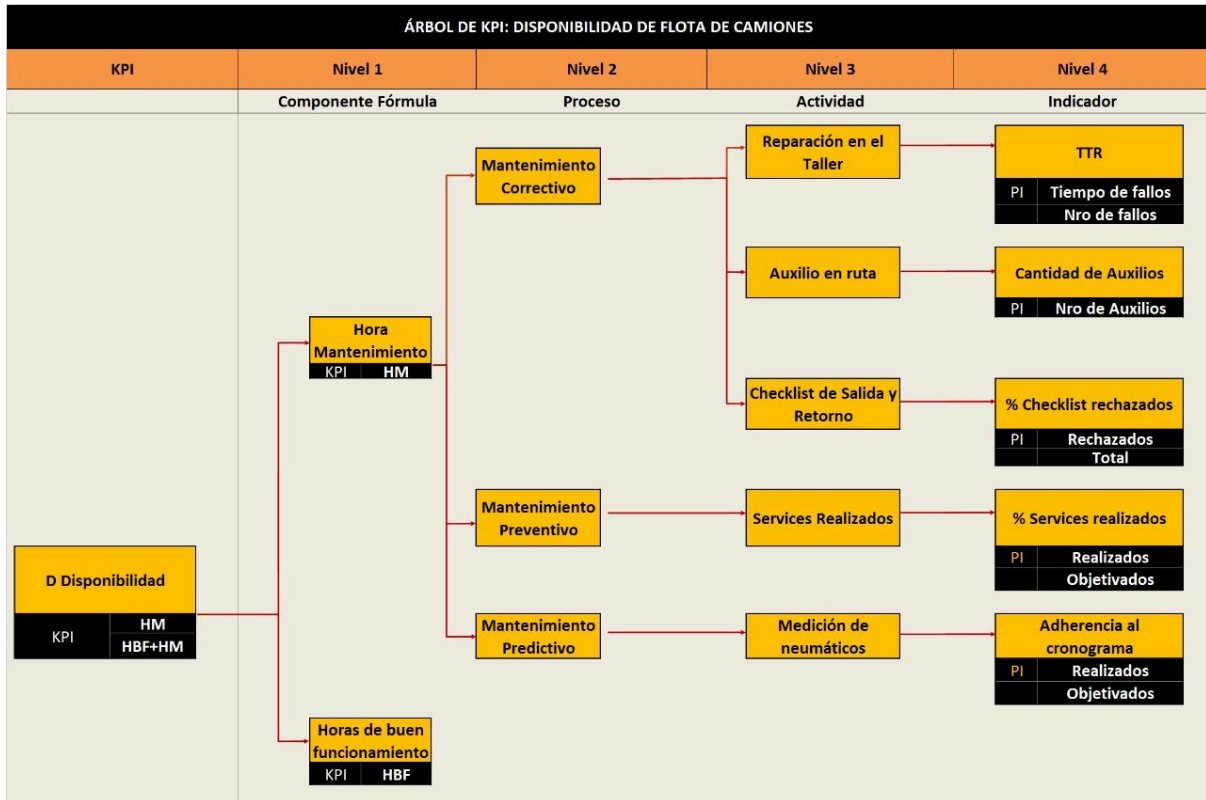


Figura 3: Árbol de KPI para flota
Fuente: Elaboración Propia

3.6.1. Global KPI

El indicador global definido para el área de flota es la disponibilidad de los vehículos, entendida como la proporción de horas en las que los camiones se encuentran en condiciones de funcionamiento respecto del total de horas efectivamente disponibles. Este valor refleja de manera directa la capacidad real del área para garantizar que las unidades estén listas y disponibles para cumplir con los requerimientos de la operación logística, condensando en una única métrica el resultado más relevante de la gestión de flota.

La elección de la disponibilidad como KPI global se justifica por diversas razones. En primer lugar, mantiene un enlace directo con la operación, ya que sin camiones disponibles la distribución simplemente no puede llevarse a cabo. En segundo término, posee un carácter integrador, dado que su resultado depende de la correcta ejecución de todos los procesos asociados al área, incluyendo mantenimientos preventivos y correctivos, gestión de neumáticos y control operativo. A su vez, presenta una alta relevancia en auditorías, siendo uno de los puntos de control habituales en el modelo DPO, lo que asegura su alineación con los lineamientos de la casa matriz y con las buenas prácticas de gestión. Finalmente, es un indicador que facilita la gestión y la mejora continua, ya que al desagregarse en un árbol de KPIs permite identificar de forma clara los procesos que impactan sobre él y orientar las acciones hacia los puntos críticos.

A continuación, se presenta la ecuación para obtener la disponibilidad de la flota.

$$Disponibilidad = \frac{HBF}{HBF + HM} \quad (3)$$

- HBF (Horas de buen funcionamiento): total de horas en que la flota debería estar lista para la operación.
- HM (Horas de mantenimiento): tiempo acumulado en el que las unidades permanecen fuera de servicio debido a mantenimientos.

Aunque la disponibilidad actúa como un indicador síntesis a nivel global, su interpretación operativa se realiza individualmente por unidad. Para ello, se calcula la misma relación para cada camión, construyendo un índice de desempeño que permite identificar de manera inmediata las unidades con menor disponibilidad y priorizar su análisis. El árbol de indicadores, además, posibilita desagregar las horas de mantenimiento lo que facilita un diagnóstico causal preciso y la definición de planes de acción específicos orientados a la mejora del desempeño.

A partir de la definición de disponibilidad, el siguiente paso es descomponer la disponibilidad en los procesos y actividades que la explican. Esto permite ver cómo cada tipo de mantenimiento impacta en las horas de servicio de los camiones y qué indicadores sirven para medir su desempeño. Con este análisis se logra entender mejor la dinámica de la disponibilidad y se pueden orientar las acciones de mejora de manera más precisa.

3.6.2. Procesos y actividades que componen la Disponibilidad

3.6.2.1. Proceso de mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo comprende las intervenciones realizadas cuando un camión presenta una falla que lo deja fuera de servicio o lo vuelve no apto para la operación. Este proceso incluye actividades tales como las reparaciones efectuadas en el taller, los auxilios en ruta y las incidencias detectadas en los checklist de salida y retorno, que en caso de rechazo derivan en acciones correctivas inmediatas.

El indicador correspondiente para monitorear la actividad de reparación en el taller es la Media de Tiempo Técnico de Reparación (MTTR). Su análisis permite evaluar la capacidad del taller para reincorporar las unidades al servicio en el menor tiempo posible. Este indicador mide la duración de las intervenciones desde la detección de la falla hasta la finalización de la reparación y se calcula de la siguiente manera:

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo Total de Mantenimiento Correctivo}}{\text{Número de Reparaciones}} \quad (4)$$

Un segundo indicador es la cantidad de auxilios en ruta, que muestra la frecuencia con la que los camiones presentan fallas durante la distribución. Se trata de una métrica clave, ya que refleja el impacto directo de las averías sobre la continuidad operativa.

Finalmente, el porcentaje de checklist rechazados mide la proporción de controles diarios en los que se detectan fallas críticas que impiden la salida de la unidad. Este indicador asegura que ningún

camión con condiciones comprometidas ingrese en operación, aun cuando ello suponga una indisponibilidad temporal. EL porcentaje de adhesión al checklist se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Checklist Realizado} = \frac{\text{Checklist realizados}}{\text{Checklist objetivados}} \cdot 100 \quad (5)$$

Considerando que la flota destinada a la distribución está compuesta por 27 camiones y que cada unidad debe completar dos checklist diarios, uno al inicio de la jornada y otro al retorno, el objetivo diario asciende a 54 controles. En los casos en que, por motivos de demanda, no todos los camiones salgan a repartir, este valor debe recalcularse en función de la cantidad efectiva de unidades que salen a hacer reparto de mercadería.

3.6.2.2. Proceso de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo reúne las actividades planificadas destinadas a conservar los camiones en condiciones óptimas y a reducir la probabilidad de fallas inesperadas. En este caso, se centra en la ejecución de los services programados, que deriva del análisis del contexto operacional y el manual del fabricante, y en el cambio preventivo de neumáticos, ambos aspectos esenciales para asegurar la confiabilidad de la flota y sostener la continuidad de la operación.

El primer indicador vinculado a este proceso es el porcentaje de services realizados, que compara las intervenciones efectivamente ejecutadas con las planificadas en el cronograma. Este valor permite medir el grado de cumplimiento del plan preventivo y, al mismo tiempo, el nivel de disciplina operativa del área.

3.6.2.3. Proceso de mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo busca anticipar posibles fallas mediante controles programados que permitan conocer con precisión el estado real de los componentes de la flota. En este caso, se centra específicamente en los neumáticos, dado que su desgaste influye de manera directa en la disponibilidad de los camiones y en la seguridad operativa.

La actividad principal consiste en la medición de neumáticos, que permite registrar de forma periódica la profundidad de la banda de rodadura y proyectar los reemplazos con antelación. El indicador asociado es la adherencia al cronograma de mediciones, que compara la cantidad de controles efectivamente realizados con los objetivados en el plan, asegurando así un seguimiento sistemático del recurso. Se calcula como

$$\text{Mediciones de neumático} = \frac{\text{Mediciones realizadas}}{\text{Mediciones objetivadas}} \cdot 100 \quad (6)$$

El árbol de indicadores de flota permite comprender de manera integral cómo la disponibilidad, definida como KPI global, se construye a partir de la gestión coordinada de los distintos procesos de mantenimiento. Esta estructura jerárquica no sólo facilita la identificación de las causas que afectan la operación y la definición de acciones de mejora focalizadas en aquellas unidades con disponibilidad baja en relación a las demás unidades, sino que además asegura la alineación con los requerimientos

establecidos por la auditoría DPO. De este modo, la herramienta se convierte en un nexo entre la gestión operativa diaria y los estándares de excelencia definidos por la casa matriz.

4. CONCLUSIÓN

El presente trabajo permitió abordar de manera integral la gestión del área de flota de Comercial del Mar S.A., alineando sus procesos con los requerimientos establecidos por la auditoría DPO de AB InBev. A través del análisis desarrollado, se evidenció la necesidad de contar con una gestión más sistemática y basada en datos, que asegure tanto la continuidad operativa como el cumplimiento de estándares corporativos.

Desde una perspectiva teórica, se aplicaron conceptos de mantenimiento industrial, análisis de criticidad, gestión de inventarios y control por indicadores clave de desempeño (KPI). Estas herramientas, respaldadas por autores de referencia como Moubray, Torres y Parra Guerrero, brindaron el marco conceptual para fundamentar las decisiones adoptadas.

En términos prácticos, se implementaron soluciones concretas: digitalización de checklists diarios, monitoreo de condición de neumáticos mediante cronogramas e inspecciones mensuales, aplicación del modelo EOQ para la gestión de repuestos críticos, diseño de un tablero de control en Power BI para el seguimiento del consumo de combustible y la construcción de un árbol de KPI para estructurar jerárquicamente la gestión del área. Estas acciones contribuyen a fortalecer la disponibilidad de la flota, mejorar la trazabilidad de las operaciones y optimizar el uso de los recursos.

Finalmente, se destaca que el plan propuesto no constituye un punto de llegada, sino un punto de partida hacia una gestión cada vez más eficiente. La incorporación futura de datos históricos permitirá profundizar los análisis de confiabilidad y vida útil de componentes, mientras que la consolidación de indicadores dará soporte a una mejora continua alineada con los objetivos estratégicos de la organización.

5. BIBLIOGRAFÍA

DEMING, William Edwards. (1989). *Calidad, Productividad y Competitividad: La salida de la crisis*. Díaz de Santos.

IBARRA, Emir. (1976). *Nociones de fiabilidad*. Ediciones Marymar.

LOPEZ ASTUDILLO, Andres. (2020). *Gestión de inventarios – Gestión del conocimiento – Gestión de mantenimiento*. Universidad Icesi.

MOUBRAY, John. (2004). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad*. Aladon LLC.

PARRA GUERRERO, Francisca. (2005). *Gestión de Stock*. Esic Editorial.

TAVARES, Lourival Augusto (2000). *Administración Moderna del Mantenimiento*. Novo Polo Publicaciones.

TORRES, Leonardo Daniel. (2005). *Mantenimiento - Su implementación y gestión*. Universitas.

VIDAL HOLGUÍN, Carlos. (2010). *Fundamentos de control y gestión de inventarios*. Universidad del Valle.

VIVEROS, Pablo (2013). *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo*. Revista Chilena de Ingeniería.

6. ANEXO

6.1. Anexo I: Monitoreo de condición de neumáticos

Marcación de neumáticos, tabla parcial.

Código del neumático	Dominio	Eje	Posición
0001	AA409NU	1	DI
0002	AA409NU	1	DD
0003	AA409NU	2	TII
0004	AA409NU	2	TIE
0005	AA409NU	3	TDI
0006	AA409NU	3	TDE
0007	AB469FX	1	DI
0008	AB469FX	1	DD
0009	AB469FX	2	TII
0010	AB469FX	2	TIE
0011	AB469FX	3	TDI
0012	AB469FX	3	TDE
0013	AB469FY	1	DI
0014	AB469FY	1	DD
0015	AB469FY	2	TII
0016	AB469FY	2	TIE
0017	AB469FY	3	TDI
0018	AB469FY	3	TDE
0019	AC133LI	1	DI
0020	AC133LI	1	DD

Tabla I.1: Marcación de Neumáticos

Fuente: Elaboración Propia

Cronograma de monitoreo de condición de los neumáticos.

Cronograma de Monitoreo de Condición

Plan	444
Realizado	13
Faltan	431
% Cumplimiento	3%



Figura I.1: Cronograma de inspección de dibujo de camiones

Fuente: Elaboración Propia

Planilla para monitoreo de condición de la flota.

MONITOREO DE CONDICIÓN DE NEUMÁTICOS

Fecha: _____

CÓDIGO DEL NEUMÁTICO	DOMINO	EJE	POSICIÓN	MEDICIÓN [mm]	OBSERVACIÓN
0001	AA409NU	1	DI		
0012	AB469FX	3	TDE		
0023	AC133LI	3	TDI		

Responsable y Firma

Figura I.2: Planilla de inspección de camiones

Fuente: Elaboración Propia

Mapeo de procesos.

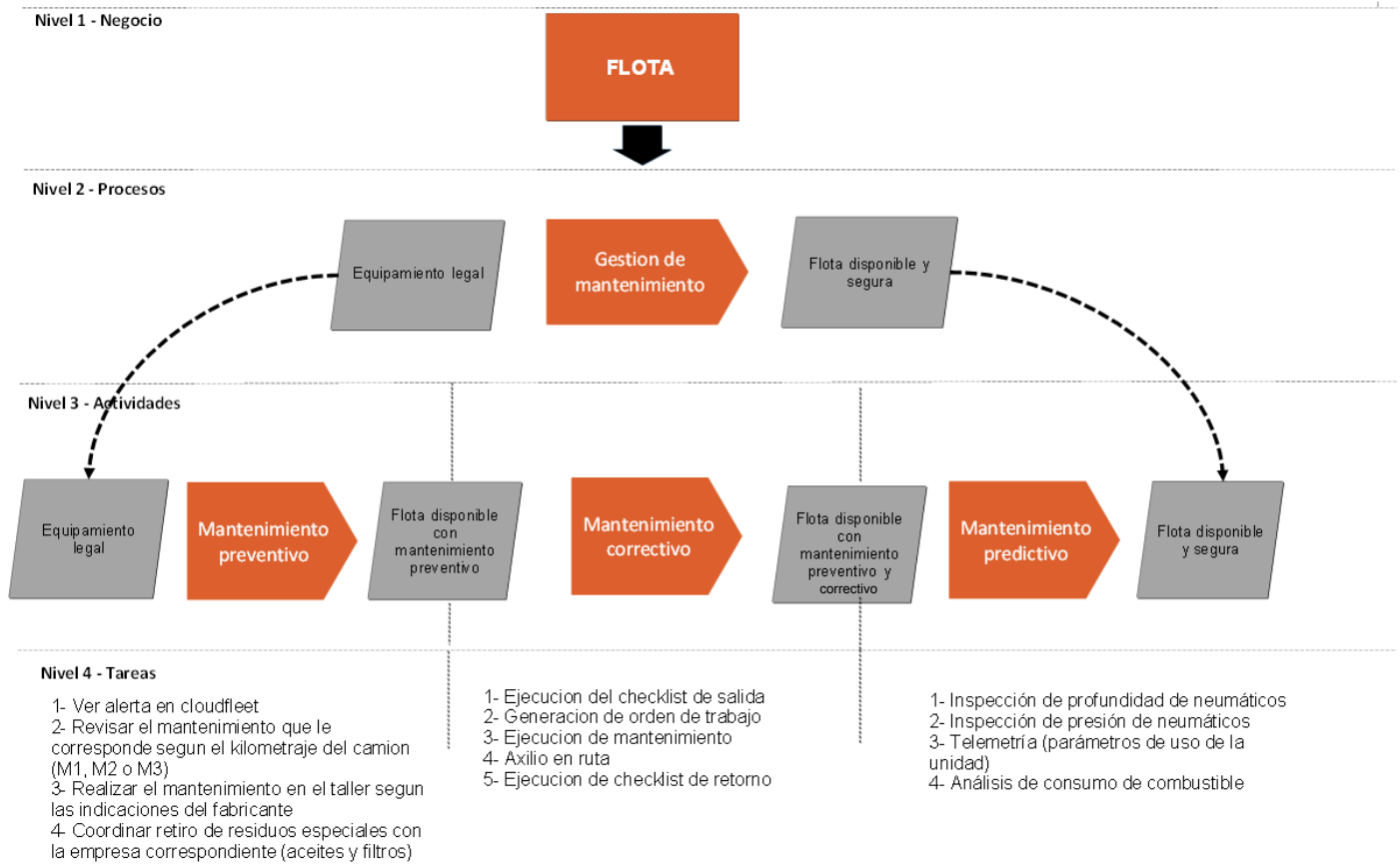


Figura I.3: Mapeo de procesos

Fuente: Elaboración Propia