



**Trabajo de integración Curricular previa a la obtención de título de
Master en Ingeniería Automotriz con mención en procesos y calidad de servicio
automotriz.**

AUTORES:

Bolívar Adrián Tana Paspuel

Edison Daniel Flores Cornejo

Sebastián Alexander Castillo Galarza

TUTOR:

Guillermo Gorky Reyes Campaña

**CAUSAS DE INOPERATIVIDAD EN FLOTAS VEHICULARES DE
RECOLECCIÓN DE RESIDUOS CATEGORÍA N3**

Quito, Julio 2025

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Bolívar Adrián Tana Paspuel, Edison Daniel flores Cornejo, Sebastián Alexander Castillo Galarza**, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



Bolívar Adrian Tana Paspuel



Ing. Bolívar Adrián Tana Paspuel

Ing. Edison Daniel Flores Cornejo

Ing. Sebastián Alexander Castillo Galarza

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, PHD. Guillermo Gorky Reyes Campaña, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

GUILLERMO GORKY REYES CAMPAÑA

Firmado digitalmente por
GUILLERMO GORKY REYES CAMPAÑA
Fecha: 2025.08.08 07:34:08 -05'00'

PHD. Guillermo Gorky Reyes Campaña

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con profundo cariño y gratitud a mis padres por ser el ejemplo de esfuerzo, perseverancia y valores; a mis hermanos por su constante apoyo y compañía en cada etapa de este camino y a mi novia por su amor, paciencia y motivación incondicional, incluso en los momentos más desafiantes. Este logro es tan suyo como mío.

Bolívar Adrián Tana Paspuel

DEDICATORIA

A mi madre, Ángela Cornejo, por ser mi pilar incondicional. Gracias por tu constante apoyo económico, por tu amor inagotable y por la fortaleza con la que siempre me has inspirado. A mi hermano, Antonio Flores, por su presencia oportuna en los momentos más cruciales. Gracias por tu respaldo, por tu confianza en mí y por caminar a mi lado en este proceso. A todos ustedes, mi más profunda y eterna gratitud.

Edison Daniel Flores Cornejo

DEDICATORIA

Dedico este proyecto con profundo amor y gratitud a:

- Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia para seguir adelante incluso en los momentos más difíciles.
- A mi madre y abuela, por su ejemplo de trabajo, su apoyo incondicional y sus enseñanzas que han sido la base de todo lo que he logrado.
- A mi familia y novia, por su amor constante, por entender mis ausencias y por celebrar conmigo cada pequeño logro a lo largo de este camino.
- A mis amigos y compañeros, quienes me brindaron ánimo, compañía y colaboración en cada etapa de esta maestría.

Este logro es tanto mío como de ustedes. Gracias por caminar a mi lado.

Sebastián Alexander Castillo Galarza

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por la vida y salud que me brinda cada día para seguir mejorando en este trayecto, a las oportunidades dadas y por tener a mi familia junto a mí. También extendiendo mi gratitud a los docentes quienes aportaron con sus conocimientos, tiempo y experiencia para hacer posible este trabajo, especialmente al tutor PhD. Guillermo Gorky Reyes Campaña por su guía académica y profesional.

Bolívar Adrián Tana Paspuel

AGRADECIMIENTO

A Dios, por concederme la fortaleza, la sabiduría y la salud necesarias para alcanzar esta meta. Su guía ha sido luz en los momentos de incertidumbre y motor en cada paso de este camino.

Edison Daniel Flores Cornejo

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a mi madre por ser siempre mi apoyo, consejera y principal motivación para ser mejor cada día. A mi familia y novia, por su incondicionalidad, respaldo, paciencia y constante ayuda lo largo de este camino; su confianza en mí fue el motor que impulsó cada paso de este logro. Agradezco a Gorki Reyes por su valiosa guía, acompañamiento académico y constante respaldo durante todo el proceso de investigación, su experiencia y compromiso fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Agradezco también a los docentes y autoridades de la Universidad internacional del Ecuador por brindar un espacio académico de excelencia, exigencia y crecimiento profesional. Este trabajo es el resultado del esfuerzo colectivo, del aprendizaje compartido y del compromiso con la excelencia.

Sebastián Alexander Castillo Galarza

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DEDICATORIA	iv
DEDICATORIA	iv
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
AGRADECIMIENTO	v
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE GRÀFICOS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN.....	9
MARCO TEÓRICO.....	10
Gestión de flotas de transporte	10
Vehículos de recolección de residuos tipo n3.....	10
Vehículos de carga posterior.....	10
Vehículos de carga lateral.....	11
Tipos de mantenimiento	12
Mantenimiento correctivo.....	12
Mantenimiento preventivo.	12
Mantenimiento predictivo.....	13
Criticidad.....	13
Confiabilidad operacional.....	14
Modelo de gestión del mantenimiento (MGM).....	15
MATERIALES Y MÉTODOS	16
Métodos	16
Lugar de estudio	16
Materiales.....	17
Población	19
Normativa.....	19
RESULTADOS Y DISCUSIONES	20
Datos y variables.....	20
Auxilios mecánicos.....	20

Análisis	21
Discusión	24
Inoperatividad	25
Análisis	27
Discusión	27
Lean	28
1. Inventario	29
2. Sobre procesamiento	30
3. Defectos	30
CONCLUSIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	32
ANEXOS	35
ANEXOS INTRODUCCIÓN	35
Anexo1 Kraft, S. (2025). How preventive fleet maintenance reduces downtime in waste collection. <i>Waste Today</i> . https://www.wastetodaymagazine.com/article/fleet-maintenance-reduces-downtime/	35
Anexo 2. EMASEO EP. (2018). <i>Informe técnico sobre el estado de operatividad de la flota vehicular y acciones para su recuperación inmediata</i> [Informe institucional]. Empresa Pública Metropolitana de Aseo	37
Anexo 3 Ortiz García, R. A. (2023). <i>Análisis de datos para la optimización de la gestión de flotas vehiculares: Impacto en los costos operativos y rendimiento empresarial</i> [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]	41
ANEXOS FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	44
Anexo 4. Volenko, O. (2018). <i>Sistema de Gestión de Flotas de Transporte</i> [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València]. Repositori UPV	44
Anexo 5. [Recobaq Ecuador]. (s.f.). <i>Nuestra flota</i> . https://recobaqecuador.com/nuestra-flota/	45
Anexo 6. INEN. (2012). *Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2656: Clasificación vehicular* [Norma voluntaria]. Servicio Ecuatoriano de Normalización.	46
Anexo 7. INEN. (2012). *NTE INEN 2625: Vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos de carga posterior y sus dispositivos de elevación asociados* [Norma técnica ecuatoriana voluntaria]. Instituto Ecuatoriano de Normalización.....	48
Anexo 8. INEN. (2012). <i>NTE INEN 2627: Vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos de carga lateral y sus dispositivos de elevación asociados</i> [Norma técnica ecuatoriana voluntaria]. Instituto Ecuatoriano de Normalización.....	53
Anexo 10. Equipos y Laboratorios. (2022). <i>Análisis de criticidad de equipos: Una metodología para mejorar la confiabilidad operacional</i>	65
Anexo 11. Díaz Concepción, A., Benítez Montalvo, R., Castillo Serpa, A., Cabrera Gómez, J., Villar Ledo, L., & Rodríguez Piñeiro, A. J. (2021). <i>Formulación de un nuevo concepto de confiabilidad operacional</i> . <i>Ingeniare. Revista chilena de ingeniería</i> ,	67

Anexo 12. Márquez, C. P., & Márquez, A. C. (2019). Modelo integral de Gestión del Mantenimiento (MGM), alineado con los pilares del conocimiento de la certificación CMRP (Certified Maintenance & Reliability Professional) y con el proceso de Gestión de Activos (ISO 55000). In Lima: SMRP Simposio	70
ANEXOS MATERIALES Y MÉTODOS.....	75
Anexo 13. Medina-Romero, M. Á., Tiza, D., Muñoz Murillo, J., Cervantez, D., & Ordóñez, G. (2023). <i>Método mixto de investigación: Cuantitativo y cualitativo</i>	75
Anexo 14. Datos internos del consorcio RECOBAQ (2025)	80
Anexo 15. Pulla Morocho Carmen Angélica (2020): “Gestión de inventarios a través de la clasificación ABC a empresas dedicadas a la venta de materiales de construcción”, Revista Observatorio de la economía Latinoamericana, ISSN: 1696-8352, (julio 2020).....	82
Anexo 16. Puente, R. T. (2020). El método de encuesta. <i>Los métodos de investigación para la elaboración de las tesis de maestría en educación</i> , 51-60	85
Anexo 17. [Recobaq Ecuador]. (s.f.). <i>Nuestra flota</i> . https://recobaqecuador.com/nuestra-flota/	90
Anexo 18. Ubicación Consorcio RECOBAQ, Google Maps	93
ANEXOS RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	94
Anexo 19. Base de datos del centro de monitoreo RECOBAQ correspondiente a 12 jornadas de trabajo.....	94
Anexo 20. Resultados de la encuesta.....	96
Anexo 21. Trujillo López, R. E. (2022). <i>Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para la flota de vehículos de recolección de basura de la Empresa Pública Metropolitana de Aseo (EMASEO) de la ciudad de Quito</i> (Bachelor's thesis).....	100
Anexo 22. SoftwareDOIT. (2025). <i>6 mejores Software SCM Cadena de Suministro [2025]</i>	102
Anexo 23. López Héctor, (s,f,) Gestión del abastecimiento. Autopartes e Insumos del Sector.....	103
Anexo 24. (Consortio Recobaq) Check list de ingreso y salida de unidades	107

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1.	11
GRÁFICO 2	11
GRÁFICO 3	12
GRÁFICO 4.	13
GRÁFICO 5	14
GRÁFICO 6	15
GRÁFICO 7	17
GRÁFICO 8	18
GRÁFICO 9	20
GRÁFICO 10	21
GRÁFICO 11.	22
GRÁFICO 12	23
GRÁFICO 13	23
GRÁFICO 14	26
GRÁFICO 15	26
GRÁFICO 16	28
GRÁFICO 17	29

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.....	18
TABLA 2.....	21
TABLA 3.....	22
TABLA 4.....	27
TABLA 5.....	27

CAUSAS DE INOPERATIVIDAD EN FLOTAS VEHICULARES DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS CATEGORÍA N3

MBA. Guillermo Gorky Reyes Campaña¹, Ing. Bolívar Adrián Tana Paspuel², Ing. Edison Daniel Flores Cornejo³, Ing. Sebastián Alexander Castillo⁴.

Maestría en Ingeniería Automotriz con mención en procesos y calidad de servicio automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, Quito – Ecuador

¹*Maestría en Sistemas Automotrices – Escuela Politécnica Nacional UPN, gureyesca@internacional.edu.ec, Quito – Ecuador*

²*Ingeniero Mecánico Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, botanapa@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

³*Ingeniero Mecánico Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, daflores@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

⁴*Ingeniero Mecánico Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, secastilloga@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

RESUMEN

Introducción. El porcentaje de operatividad en flotas de categoría N3 constituye un factor crítico y su disminución genera deficiencias significativas en la recolección de residuos. Para abordar esta problemática se obtiene datos reales de encuesta y empresa dedicada al mantenimiento de este tipo de flotas. Mediante el análisis y tabulación de resultados se identificaron y evaluaron las causas que ocasionan auxilios mecánicos y que provocan inoperatividad de las unidades. **Metodología.** La investigación se desarrolló bajo una metodología mixta con enfoque cuantitativo y complementado por un enfoque cualitativo. El estudio cuantitativo se basó en datos reales de empresa encargada del mantenimiento de la flota de recolectores del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) abarcando 12 jornadas de trabajo; además de una encuesta dirigida a personal técnico, supervisores y personal administrativo. La clasificación y tabulación de datos se realizó mediante el método ABC de análisis de inventarios. **Resultados.** Se determina que las causas de inoperatividad son por deficiencia del stock de repuestos (85,7%), señalando al departamento de compras como punto crítico en la gestión de mantenimiento; coincide la encuesta (40,7%) señalando como responsable a dicha área. Las causas de los auxilios mecánicos apuntan a deficiencias por mantenimientos correctivos. **Conclusiones:** La incorporación de software inteligente y predictivo mejoraría la eficiencia del departamento de compras y reduciría la inoperatividad hasta en un 80%; la implementación de un sistema MGM disminuiría la cantidad de auxilios mecánicos, todo esto proyectado a 280 jornadas laborales.

Palabras clave: Inoperatividad, auxilio mecánico, mantenimiento, punto crítico, flotas N3.

ABSTRACT

Introduction. The operational capacity of category N3 fleets is a critical factor, and its decrease generates significant deficiencies in waste collection. To address this problem, real data were obtained from a survey and from a company dedicated to the maintenance of this type of fleet. Through analysis and tabulation of results, the causes of mechanical assistance and the inoperability of the units were identified and evaluated. **Methodology.** The research was conducted using a mixed methodology with a quantitative approach, complemented by a qualitative approach. The quantitative study was based on real data from the company in charge of maintaining the garbage collection fleet of the Metropolitan District of Quito (DMQ), covering 12 work days; in addition to a survey of technical personnel, supervisors, and administrative staff. Data classification and tabulation were performed using the ABC inventory analysis method. **Results.** The causes of inoperability were determined to be a shortage of spare parts (85.7%), highlighting the purchasing department as a critical point in maintenance management. The survey (40.7%) agrees that this area is responsible. The causes of mechanical repairs point to deficiencies due to corrective maintenance. **Conclusions:** The incorporation of intelligent and predictive software would improve the efficiency of the purchasing department and reduce downtime by up to 80%; the implementation of an MGM system would reduce the number of mechanical repairs, all projected over 280 working days.

Keywords: inoperability, mechanical breakdown, maintenance, critical point, N3 fleets.

INTRODUCCIÓN

Las empresas encargadas de la gestión de flotas de recolección de residuos de categoría N3 enfrentan importantes pérdidas económicas como consecuencia de la inoperatividad de las unidades y la necesidad de auxilios mecánicos durante la operación. La disminución en el porcentaje de operatividad representa un factor crítico que puede desencadenar problemas operativos más amplios como deficiencias en la recolección de residuos, fallas logísticas en la atención de emergencias y retrasos en actividades productivas. (Kraft, S., 2025). Un claro ejemplo es la declaratoria de emergencia por deficiencias en la flota de recolectores de EMASEO EP en agosto del 2018 donde la operatividad disminuyó al 58% en unidades de carga lateral y al 69% en unidades de carga posterior. (EMASEO EP, 2018). El estudio de Trujillo, R. (2022) indica que, el incumplimiento de un plan operativo de mantenimiento implica un gasto posterior, probablemente, cinco veces mayor en reparaciones imprevistas y adicionalmente, los costos de paralización de la unidad; cabe destacar que la ganancia de la empresa es generada por la unidad que brinda el servicio de recolección.

En el particular caso de la empresa de aseo urbano de la ciudad de Quito, los camiones recolectores de residuos constituyen el recurso productivo esencial, estos vehículos requieren mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo oportuno para garantizar su operatividad y eficiencia. (Trujillo, R., 2022). Esta investigación busca determinar el porcentaje de inoperatividad de las unidades en mención y sus posibles causas; además de identificar los puntos críticos del mantenimiento que desencadenan auxilios mecánicos en ruta a través de un estudio sistemático de recopilación y tabulación de datos obtenidos durante 12 jornadas laborales, sobre una flota de 54 unidades de recolección de residuos sólidos; complementado de una encuesta aplicada a personal técnico con experiencia en el manejo y mantenimiento de vehículos N3. Según Ortiz García (2023) de la Universidad de Antioquia, la recopilación y análisis de datos enfocados en el sector transporte puede generar resultados relevantes para anticipar pérdidas operativas en sectores estratégicos. En este sentido, el presente estudio también toma como referencia investigaciones aplicadas a la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca (EMOV EP), las cuales proponen la implementación de sistemas de gestión de mantenimiento y operación como medida para mitigar las causas de inoperatividad. Dichos estudios destacan la elaboración de un plan de mantenimiento íntegro que permita estructurar procesos y actividades planificadas con el respaldo de software especializado. Esto garantiza una planificación integral y un control

exhaustivo de las tareas de mantenimiento, facilitando y agilizando la ejecución de acciones destinadas a una gestión efectiva de la flota vehicular (Anguisaca y Peñafiel, 2021).

Finalmente, se proyecta la aplicación de acciones a un periodo de 6 meses (288) jornadas laborables, tiempo mínimo estimado para la implementación de un sistema de mejora continua. (Limble CMMS, 2025)

MARCO TEÓRICO

Gestión de flotas de transporte

El éxito de cualquier empresa depende en gran medida de la planificación e implementación adecuadas del proceso de trabajo. Concretamente las empresas logísticas, el cálculo preliminar de los costos financieros, la planificación racional de las rutas y el control del transporte son las tareas prioritarias para la cooperación beneficiosa de la empresa con el cliente. (Volenko, O., 2018)

Vehículos de recolección de residuos tipo n3

Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2656 (2012), los vehículos de recolección de residuos de tipo N3 son camiones de carga pesada, con masa máxima superior a 12 toneladas, diseñados para la recolección y transporte de grandes volúmenes de residuos.

Nomenclatura:

N: Vehículo de carga.

3: La masa máxima técnica admisible (MMTA) del vehículo es superior a 12 toneladas.

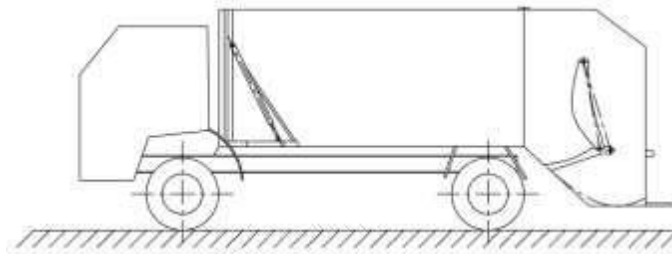
Los vehículos utilizados para la recolección de residuos (VRR) están constituidos por un chasis cabinado sobre el que monta una caja compactadora implementado con un mecanismo de compactación y que puede ir equipado con un dispositivo de elevación de contenedores (NTE INEN 2627, 2012).

Vehículos de carga posterior

Se identifican por la configuración del depósito de residuos, ya sea manual o mecánica, por encima del borde posterior de la tolva desde donde se transfieren a la caja mediante un sistema de compactación (NTE INEN 2627, 2012), según se ilustra en el siguiente gráfico.

Gráfico 1.

Vehículo de Recolección tipo N3 (Carga posterior)



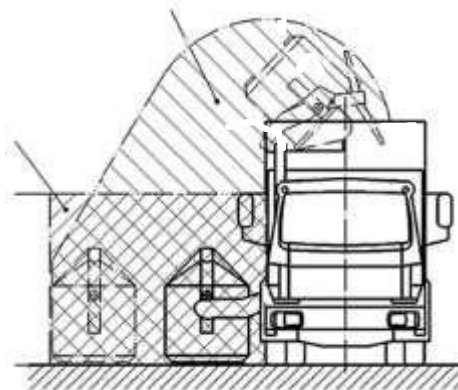
Fuente: NTE INEN 2625. 2012

Vehículos de carga lateral

Un vehículo recolector de residuos de carga lateral es aquel en el que los residuos se cargan por uno de los lados del vehículo; luego un mecanismo los transfiere por encima del borde de la tolva hacia el interior de esta y posteriormente un sistema de compactación traslada y comprime los residuos en la caja compactadora (NTE INEN 2627, 2012). Se detalla según el siguiente gráfico.

Gráfico 2.

Vehículo de Recolección tipo N3 (Carga lateral)



Fuente: NTE INEN 2627. 2012

Tipos de mantenimiento

Mantenimiento correctivo.

La gestión del mantenimiento correctivo se activa por el fracaso de no poder diagnosticar justo a tiempo la posible falla que puede ocurrir en un equipo, es muy importante determinar qué causó la falla y así tomar las medidas adecuadas. (Pinzón, C., 2023)

Fases del mantenimiento correctivo:

- Detección de la falla
- Diagnóstico
- Método de reparación
- Reparación
- Historial

Mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo se fundamenta en una serie de labores o actividades planificadas que se llevan a cabo dentro de periodos definidos, se diseña con el objetivo de garantizar que los activos de las compañías cumplan con las funciones requeridas dentro del entorno de operaciones para optimizar la eficiencia de los procesos; para prevenir y adelantarse a las fallas de los elementos, componentes, máquinas o equipos. (Pinzón, C., 2023)

Gráfico 3.

Gráfico de deterioro Vs Tiempo



Fuente: Pinzón, 2023

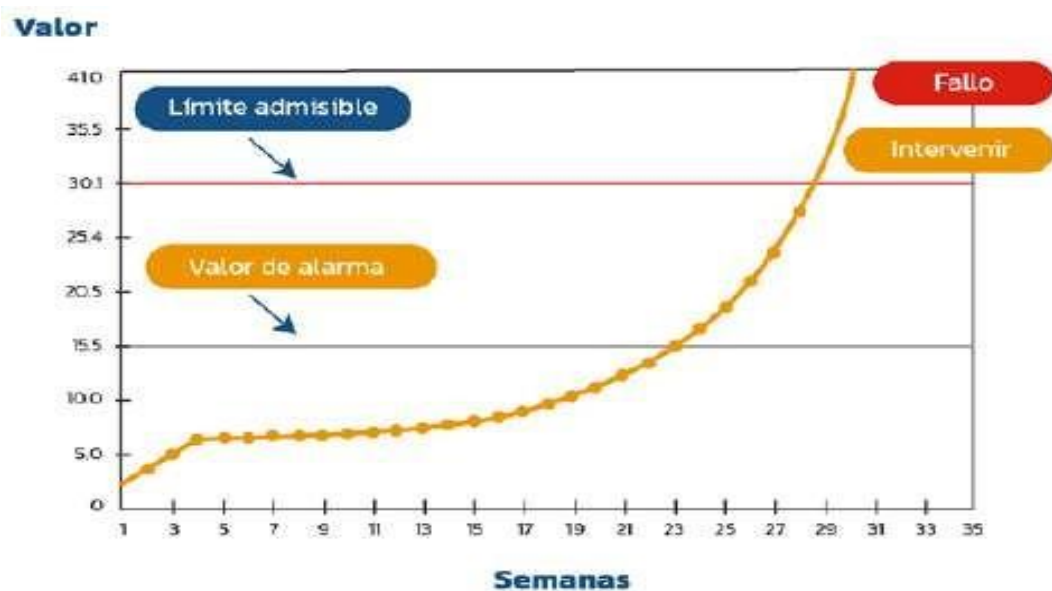
El Gráfico 3 representa un ejemplo referencial sobre el deterioro de un elemento mecánico versus el tiempo de uso que puede ser aplicable en diferentes componentes.

Mantenimiento predictivo.

Se puede considerar como una técnica para presagiar el punto futuro de falla, anomalía, rotura o avería de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle, de esta manera el down time del equipo se disminuye y el tiempo de vida del componente se prolonga. (Pinzón, C., 2023). Se describe en el siguiente gráfico un ejemplo de los diferentes puntos de alarma para la intervención oportuna de mantenimiento antes de provocar el fallo del material.

Gráfico 4.

Gráfica de vibración de un cojinete.



Fuente: Pinzón. 2023

Criticidad

Según Equipos y Laboratorios (2022) el análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante o necesario para mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual. Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

Ec. [1]

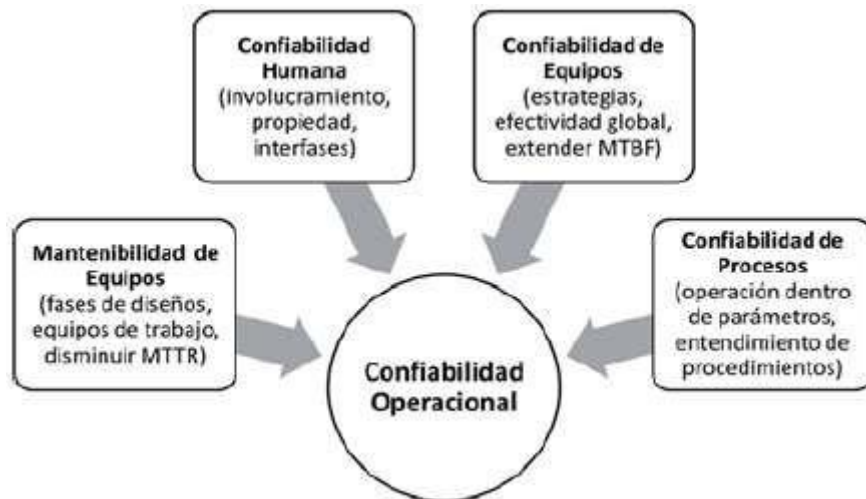
Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y la consecuencia está referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente.

Confiabilidad operacional

Es la capacidad de una instalación o sistema que están integrados por procesos, tecnología y gente para cumplir su función dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico. (Equipos y laboratorios, 2022). La confiabilidad operacional tiene 4 pilares fundamentales que se describen en el siguiente gráfico:

Gráfico 5.

Elementos integrantes de la Confiabilidad Operacional



Fuente: Días A., 2021

Dentro de la filosofía de la confiabilidad, un sistema integrado de Confiabilidad Operacional es la unión de metodologías de inspección y análisis de mantenimiento con el cual se generan los mejores planes de inspección y mantenimiento, mediante una perspectiva que enlaza una serie de elementos técnicos, de negocios y filosóficos en una estrategia global, cuyo objetivo es lograr una serie de efectos positivos que ayuden a posicionar a cualquier empresa en la categoría de Clase Mundial. (Díaz A., 2021).

Modelo de gestión del mantenimiento (MGM)

El modelo de gestión del mantenimiento (MGM) propuesto está compuesto por ocho bloques que distinguen y caracterizan acciones concretas a seguir en los diferentes pasos del proceso de gestión de mantenimiento. Es un modelo dinámico, secuencial y en bucle cerrado que intenta caracterizar de forma precisa el curso de acciones a llevar a cabo en este proceso de gestión para asegurar la eficiencia, eficacia y mejora continua del mismo. Se presenta un modelo práctico que incluye la utilización de algunas herramientas comerciales relacionadas con las áreas de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad basados en las 8 fases del MGM. (Márquez C. & Márquez A., 2019). Se detallan las 8 fases del mantenimiento en el siguiente gráfico.

Gráfico 6.

Modelo del proceso de gestión del mantenimiento



Fuente: Márquez. 2019

MATERIALES Y MÉTODOS

Métodos

La presente investigación se desarrolló bajo una metodología mixta con enfoque cuantitativo y complementado por un enfoque cualitativo. Según Medina & Romero (2023), la investigación mixta es un enfoque metodológico que busca combinar tanto métodos cuantitativos como cualitativos en un solo estudio o serie de estudios con el propósito de abordar de manera integral y enriquecedora los fenómenos de investigación.

En relación al enfoque cuantitativo se basó en un muestreo aleatorio simple, Hernández & Escobar (2019) señalan que, para aplicar esta técnica se deben conocer todos los elementos que conforman la población; a cada uno de los sujetos se le asigna un número correlativo y luego a través de cualquier método del azar se va seleccionando cada individuo hasta completar la muestra requerida. Para la selección se pueden utilizar diferentes técnicas, que van desde una tabla de números aleatorios impresa o producidos por opciones informatizadas como una calculadora u hoja de cálculo. Los datos se procesaron utilizando el método ABC de análisis de inventarios que permite clasificar los ítems según su impacto estratégico, esto implica segmentar los productos de acuerdo con su grado de importancia. (Pulla C., 2020). A su vez permite enfocar la gestión sobre las variables críticas. En cuanto al enfoque cualitativo se aplicaron encuestas estructuradas al personal técnico y administrativo del taller. Según Puente (2020) este tipo de técnica permite identificar relaciones, patrones y percepciones relevantes en poblaciones complejas, permitiendo explorar no solo la frecuencia de los eventos sino también su diversidad y contexto. Para la evaluación de resultados se utilizó el método comparativo entre las dos tipos de fuentes de información permitiendo ratificar la fiabilidad del estudio.

El método comparativo, en sentido estricto, trata de investigar las relaciones causales e intenta aislar factores que puedan considerarse causa (variables independientes) de un efecto (variables dependientes), en lo que se conoce como causalidad y que constituye para las ciencias sociales el sustituto del experimento. Fundamentalmente, puede distinguirse entre una manera de empleo cualitativa y otra cuantitativa. (Nohlen D., 2020).

Lugar de estudio

El estudio se realizó en el Centro de Mantenimiento y Operación Zambiza, ubicado en el sector norte de la ciudad de Quito, bajo las coordenadas -0.15223, -78.46065. Este centro es operado por el Consorcio RECOBAQ y presta servicios de mantenimiento y operación de la flota de 54 unidades de recolección de residuos del DMQ.

Las instalaciones incluyen:

- Centro de monitoreo y control.
- Bodegas de repuestos e insumos.
- Oficinas administrativas.
- Centro de lavado vehicular.
- Áreas de mantenimiento preventivo.
- Áreas de mantenimiento correctivo.

(Consorcio RECOBAQ, 2020)

Estas condiciones físicas y organizativas convirtieron al centro Zambiza en un entorno idóneo para el levantamiento de información técnica y operativa. Se describe la ubicación en el Gráfico 7.

Gráfico 7.

Ubicación del taller de estudio



Fuente: Google Maps

Materiales

El material de análisis se basa en una muestra de datos referentes a 12 jornadas laborales correspondientes a la operación de la flota del Distrito Metropolitano de Quito administrada por la empresa RECOBAQ. Las características de las unidades de estudio se detallan en la Tabla 1

Tabla 1.

Características de los vehículos de la muestra de estudio.

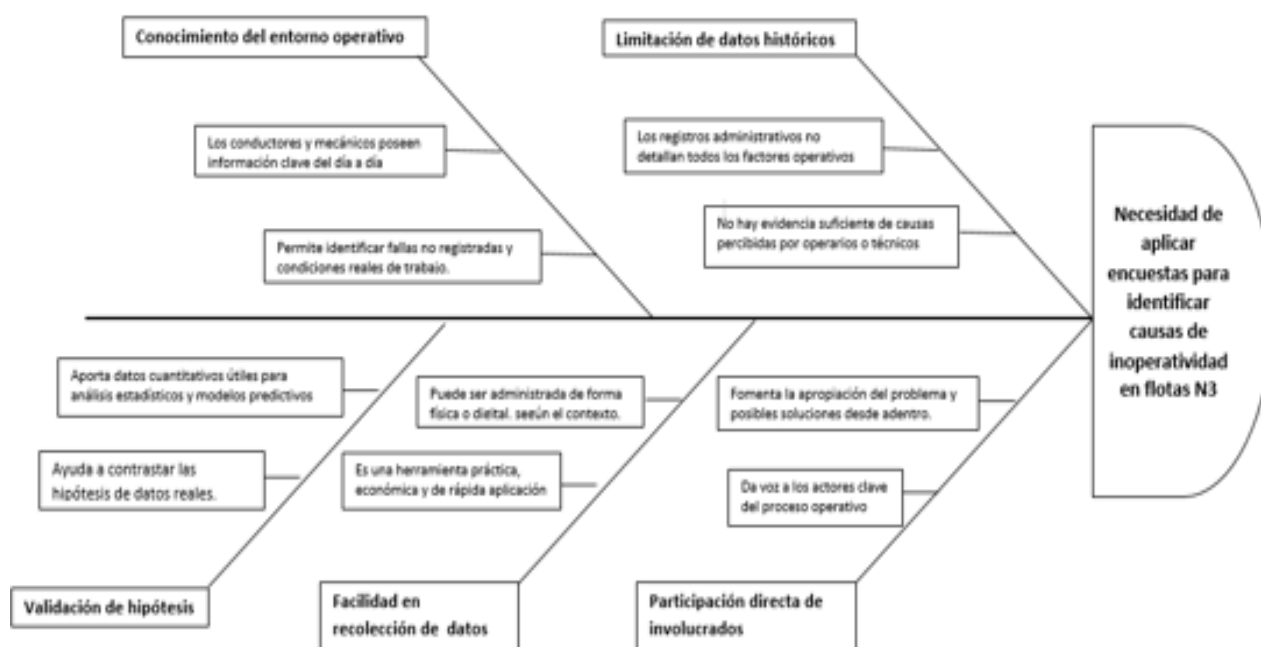
Marca	Modelo	Configuración	Caja compactadora	Capacidad (yd3)	Cantidad unidades
IVECO	TECTOR	Carga posterior	ECONOVO	20	16
IVECO	STRALIS	Carga posterior	ECONOVO	25	20
IVECO	STRALIS	Carga lateral	AMS	28	4
DAF	CF 75	Carga Lateral	AMS	28	14
TOTAL					54

Fuente. Datos internos Consorcio RECOBAQ. 2025

Se complementan los materiales de análisis con datos de encuesta en relación a diferentes factores y áreas que inciden en la generación de las problemáticas de estudio. Se detalla los parámetros (Gráfico 8) en los que se basa la necesidad de una encuesta de campo

Gráfico 8.

Diagrama de Ishikawa para justificación de la encuesta



Fuente: Autores

Las preguntas relacionadas a la encuesta se basan en parámetros que permitan comparar con datos de la hipótesis planteada por la primera fuente de información de muestra de datos.

Las preguntas de encuesta se establecieron de la siguiente manera:

- ¿Según su experiencia en vehículos de categoría N3 (12 toneladas en adelante) cual es la causa más probable por la que una unidad quede inoperativa?
- ¿Según su experiencia en vehículos de categoría N3 (12 toneladas en adelante) cual es la causa más probable por la que una unidad genere auxilio mecánico?
- ¿Según su experiencia en vehículos de categoría N3 (12 toneladas en adelante) cuales son los daños más comunes en un auxilio mecánico?
- ¿Según su experiencia con vehículos de categoría N3 en qué departamento se forma el punto crítico en el que se retrasan los procesos de mantenimiento y reparación?

Población

La población de estudio estuvo compuesta por técnicos del taller y personal administrativo (coordinadores de taller, supervisores de operación, personal de monitoreo). Los participantes cuentan con una experiencia mínima de tres años en la operación y mantenimiento de unidades de recolección tipo N3 lo que garantizó un conocimiento técnico suficiente sobre los procesos y problemáticas evaluadas.

Normativa

Para la implementación del sistema de mejora continua se basó en la normativa ISO 9004 que proporciona orientación a las organizaciones para lograr el éxito sostenido en un entorno complejo, exigente, y en constante cambio, con referencia a los principios de la gestión de la calidad descritos. Que, cuando se aplican de manera colectiva, los principios de la gestión de la calidad pueden proporcionar una base unificadora para los valores y las estrategias de una organización. Esto incluye la planificación, implementación, análisis, evaluación y mejora de un sistema de gestión eficaz y eficiente (UNE-EN ISO 9004:2018). Se adopta esta norma por las características de interés enfocadas a la excelencia necesaria en el servicio de recolección de residuos y la nula necesidad de certificación a diferencia de la norma ISO 9001. Acorde al proceso de la implementación de sistemas GMAO se basa en la norma ISO 5501 donde describe que la organización debe establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de activos, incluyendo los procesos necesarios y sus interacciones, de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional. La organización debe desarrollar un PEGA¹ que incluya la documentación del rol del sistema de gestión de activos para apoyar el logro de los objetivos de gestión de activos. (ISO 55001, 2014).

¹ Plan estratégico de gestión de activos

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Datos y variables

En relación al análisis de la investigación se tomó todos los datos obtenidos de la encuesta realizada y la información de muestra recopilada del centro de monitoreo de la empresa RECOBAQ. Se analizaron los datos por categoría (Inoperatividad - Auxilio mecánico), por área de daño, causas de deficiencia y departamento implicado en dichas falencias. Resultante del análisis se determina la necesidad clasificar en dos grupos generales de investigación:

- Auxilios mecánicos
- Inoperatividad de las unidades

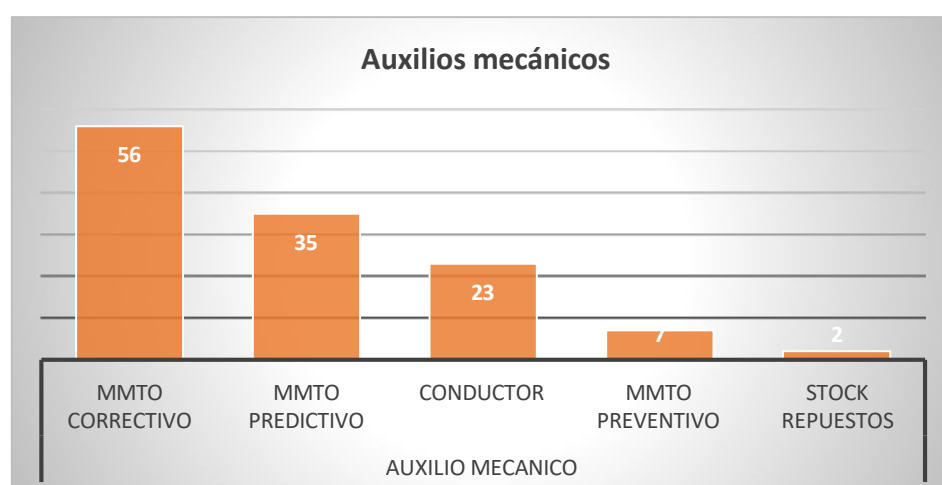
Cabe destacar que el grupo de auxilios mecánicos influye directamente como causalidad y origen de pérdida en operatividad de las unidades. De cada grupo se evaluó los resultados arrojados de las diferentes fuentes de datos y comparados entre sí en busca de fiabilidad de la investigación. Además se clasificó en categorías secundarias para identificar el origen de deficiencias asociadas al mantenimiento o a la operación.

Auxilios mecánicos

Este grupo de análisis se basa en los defectos generados durante la operación habitual de las unidades en su respectiva ruta. En base a los datos provenientes de registros operativos de monitoreo (gráfico 9) se determina que la causa de mayor índice proviene del mantenimiento correctivo, según se muestra los datos de tabulación.

Gráfico 9

Tabulación de datos de auxilios mecánicos en unidades según registros operativos

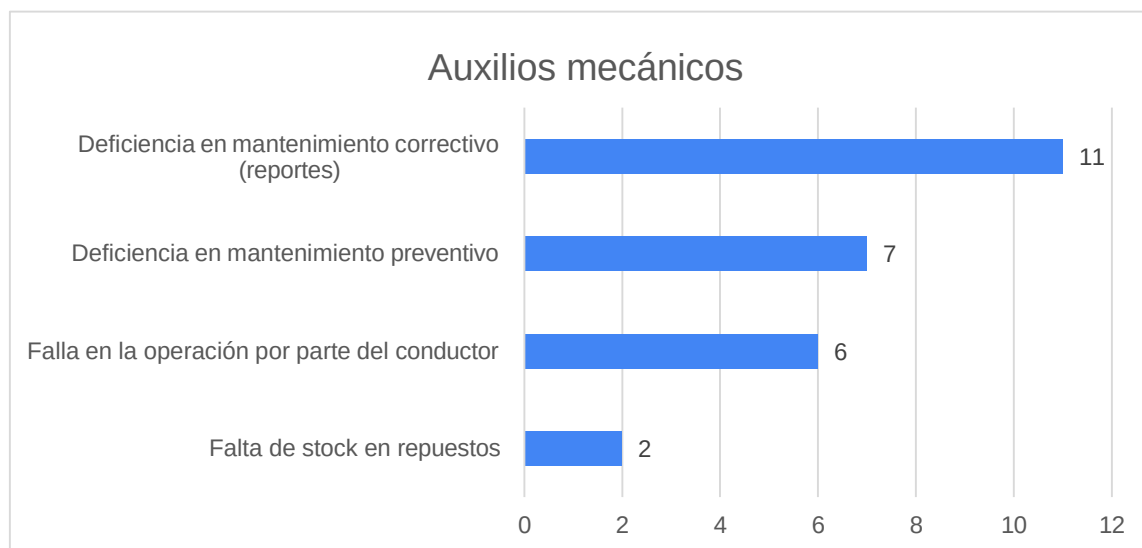


Fuente: Datos internos Consorcio RECOBAQ

Los datos de encuesta (Gráfico 10) en este grupo arrojan resultados que apuntan al mantenimiento correctivo como la causa de mayor índice que influye en esta problemática como lo muestra el siguiente gráfico.

Gráfico 10.

Causas de auxilios mecánicos según encuesta



Fuente: Encuesta, autores

Análisis

La comparación de datos obtenidos de los registros de monitoreo (Tabla 2) y los resultados de la encuesta aplicada al personal (Tabla 3) permite establecer una coincidencia significativa respecto a la causa principal que provoca auxilios mecánicos: la deficiencia en el mantenimiento correctivo. Para enfocar los esfuerzos de mejora se focaliza las mejoras mediante el porcentaje y la frecuencia de los daños bajo el principio de Pareto (80 -20) en este caso sobre los mantenimientos correctivos y mantenimientos predictivos.

Tabla 2

Porcentaje de auxilios mecánicos según muestra de datos

Stock repuestos	1,63%
Mantenimiento preventivo	5,69%
Conductor	18,70%
Mantenimiento predictivo	28,46%
Mantenimiento correctivo	45,53%
Total	100%

Fuente. Autores

Tabla 3

Porcentaje de auxilios mecánicos según encuesta

Falta de stock en repuestos	7,7%
Falla en la operación por parte del conductor	23,1%
Deficiencia en mantenimiento preventivo	26,9%
Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)	42,3%
Total	100,0%

Fuente. Autores

El mantenimiento correctivo inicia con la revisión previa de las unidades antes de la salida a la ruta respectiva; los reportes y check list proveen información de fallas que al no ser solucionadas a tiempo pueden ocasionar un auxilio mecánico en ruta. Los indicios de fallas se basan en la revisión visual de fisuras, liqueos, sonidos extraños, testigos de avería encendidos, excesiva emanación de gases, entre otros. (Consortio RECOBAQ, 2020). Según la información que arroja la muestra de datos (Gráfico 11) y la encuesta (Gráfico 12), el daño común que provoca auxilios mecánicos se centra en el sistema de suspensión.

Gráfico 11.

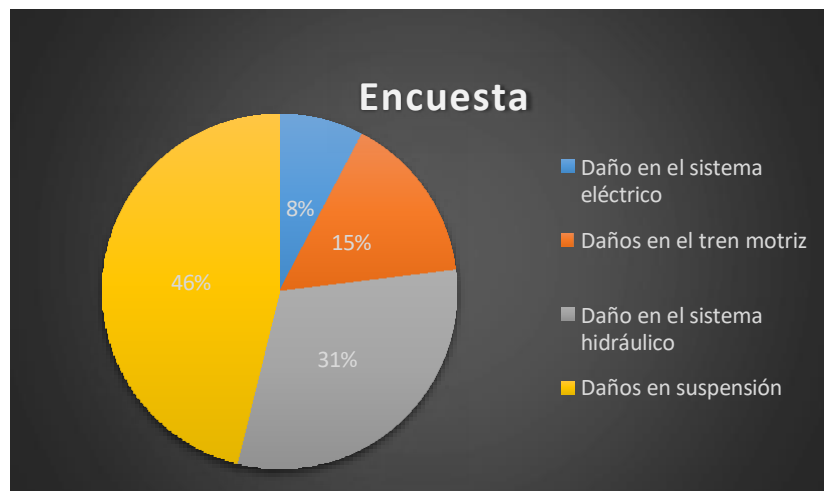
Sistema con mayor frecuencia de auxilios mecánicos según muestra



Fuente. Autores

Gráfico 12.

Sistema con mayor frecuencia de auxilios mecánicos según encuesta



Fuente. Autores

Complementario del análisis de la información sobre el punto crítico donde se genera la mayor cantidad de averías, se implementa un diagrama de flujo de los “5 porqués” con la finalidad de encontrar la causa raíz del problema.

Gráfico 13.

Diagrama de flujo de los "5 porqués"



Fuente. Autores

Discusión

Según Trujillo López (2022) la tasa de fallos se perfila de modo exponencial porque los elementos del equipo experimentan un daño físico paulatino por roce mecánico; el periodo de obsolescencia se caracteriza por tener una relación proporcional entre tiempo y probabilidad de falla, a mayor tiempo de funcionamiento, mayor probabilidad de falla.

Debido a la alta incidencia de auxilios mecánicos ocasionados por deficiencias en el mantenimiento correctivo y preventivo se propone la implementación de un Modelo de Gestión de Mantenimiento (MGM) mediante los principios de planificación, control, análisis y mejora continua. Se detalla las fases de implementación del sistema.

- **Fase 1: Planificación y preparación (1-2 meses)**

El objetivo principal es la reducción de la cantidad de auxilios en ruta; el equipo administrativo de taller (Jefe de taller, coordinadores de taller, equipo de sistemas y asistentes) están a cargo de la implementación, seguimiento del proceso y la búsqueda de recursos.

- **Fase 2: Configuración del sistema y migración de datos (1-3 meses)**

Esta fase está directamente relacionado con el departamento de sistemas y el jefe de taller debido a que la configuración del sistema va de acuerdo a las necesidades operativas del taller, según las causas críticas obtenidas del análisis de datos anteriormente detallados. Los kpis que impulsan este sistema son:

- ✓ Tasa de resolución en el primer contacto
- ✓ Tasa de entrega a tiempo
- ✓ Tasa de defectos
- ✓ Tasa de re trabajos
- ✓ Costo de calidad

Los kpís mencionados abarcan la eficiencia en el proceso de mantenimiento, la calidad del servicio y el costo–beneficio que representa la incorporación del sistema.

- **Fase 3: Capacitación y pruebas piloto (1 mes)**

La familiarización del sistema va dirigido a coordinadores de taller quienes están directamente relacionados con la alimentación de datos y la interpretación de resultados; se complementa con la capacitación al personal operativo (técnicos – ayudantes) sobre los cambios en la estructura del mantenimiento.

- **Fase 4: Implementación completa (1-2 meses)**

Esta fase se basa en la implementación del CMMS en complemento con sistemas ya adaptados en la empresa y la puesta en marcha definitiva con una supervisión estrecha para detectar cualquier problema de forma temprana.

- **Optimización y evaluación continuas. (1 -2 meses)**

Tras el lanzamiento del plan se evalúa los datos arrojados por los kpis y se reflejan mediante un tablero de control que está disponible para la junta directiva de la empresa encabezado por la gerencia. La mejora continua del CMMS garantiza que siga siendo un activo valioso a medida que evolucionan las necesidades de la organización. (Limble CMMS. 2025).

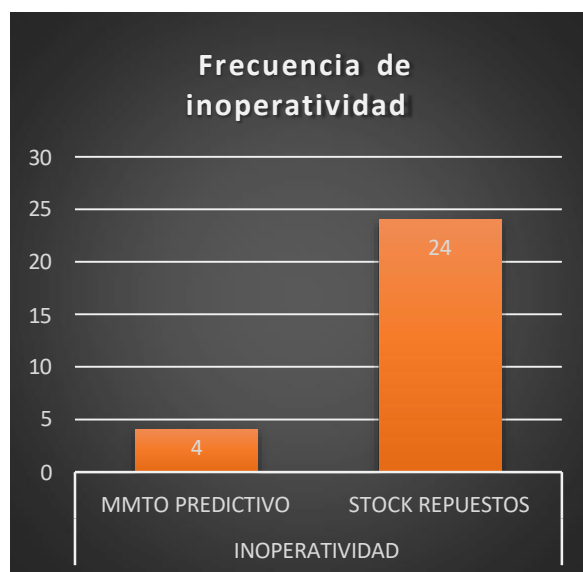
Para obtener resultados medibles en el tiempo se requiere de 6 meses aproximadamente para la implementación y seguimiento del proceso.

Inoperatividad

Este campo de estudio es necesario relacionarlo directamente con la incidencia de auxilios mecánicos, debido a que, cuando una unidad recolectora de residuos categoría N3 presenta un daño mecánico que no puede ser solventado de inmediato se la declara fuera de servicio e incide en el índice de operatividad individual y colectiva de la flota vehicular. Cabe mencionar que dicho índice no puede caer debajo del 85% de disponibilidad mensual con enfoque colectivo como también particular; caso contrario incurre en multas cuantiosas e incluso problemas legales pertinentes al contrato establecido. (Datos internos Consorcio RECOBAQ, 2025). Los datos tabulados provenientes del centro de monitoreo (Gráfico 14) bajo el grupo de investigación de inoperatividad arrojan como resultante a la falta de stock de repuestos como la causa principal y al mantenimiento correctivo como causa secundaria.

Gráfico 14.

Tabulación de datos de inoperatividad en unidades según muestra

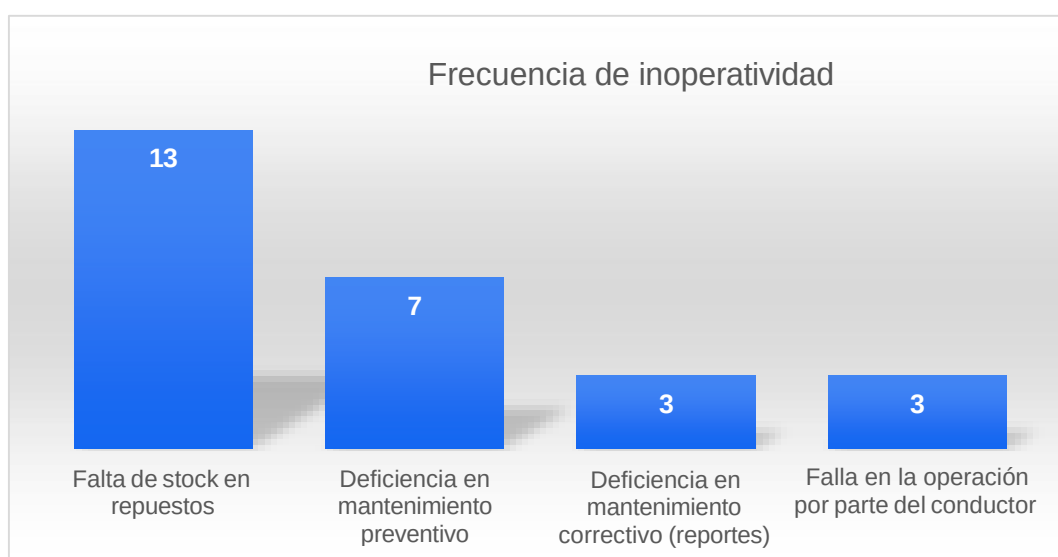


Fuente: Datos internos Consorcio RECOBAQ

La percepción de información cualitativa mediante la encuesta complementa y acredita la información anteriormente detallada donde describe al stock de repuestos como la causa principal por la que una unidad puede quedar fuera de servicio. Se detalla en el gráfico 15.

Gráfico 15.

Tabulación de frecuencia de inoperatividad en unidades según encuesta.



Fuente: Autor, encuesta

Análisis

La inoperatividad en las unidades de recolección de residuos tipo N3 de estudio apunta como causa común a la falta de stock de repuestos, que no solo implica interrupciones de la operación sino también costos de multas, riesgos de confiabilidad de la flota y consecuencias colaterales como la decadencia del ornamento e higiene de la ciudad por falta de recolección de residuos. La comparación entre los datos obtenidos de los registros técnicos (Tabla 4) y los resultados de la encuesta aplicada al personal (Tabla 5) permite establecer una coincidencia significativa respecto a la causa principal de inoperatividad

Tabla 4

Porcentaje de inoperatividad según muestra de datos

MMTO PREDICTIVO	14,29%
STOCK REPUESTOS	85,71%
Total	100,00%

Fuente: Autor

Tabla 5

Porcentaje de inoperatividad según encuesta

CAUSA DE INOPERATIVIDAD	PORCENTAJE
Falta de stock en repuestos	50,0%
Deficiencia en mantenimiento preventivo	26,9%
Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)	11,5%
Falla en la operación por parte del conductor	11,5%
Total	100,0%

Fuente: Autor

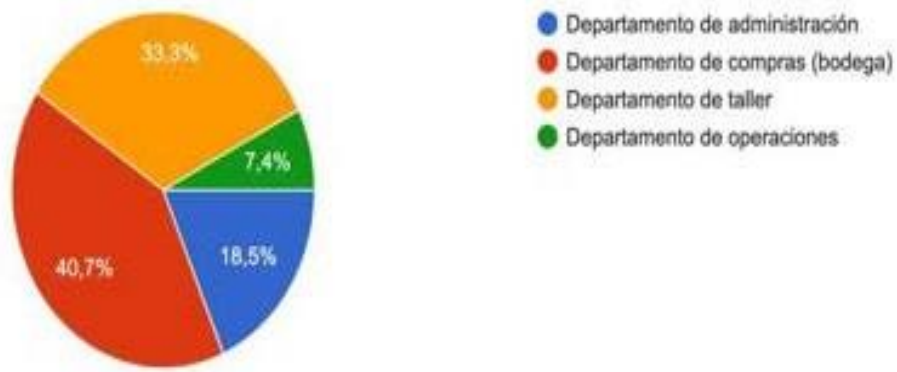
Discusión

La deficiencia principal está relacionada directamente con el departamento de abastecimiento de insumos (Gráfico 16) como punto de alta criticidad.

Gráfico 16.

Puntos críticos en departamentos.

Según su experiencia con vehículos de recolección de residuos categoría N3, en qué departamento se forma el punto crítico en el que se retrasan los procesos de mantenimiento y reparación?
27 respuestas



Fuente: Autor, encuesta

Las acciones de mejora en este grupo de estudio son complementarias al plan de gestión de mantenimiento (MGM) detallado anteriormente para el grupo de auxilios mecánicos; por lo tanto es necesario definir los Kpis complementarios para la evaluación continua.

- Índice de operatividad de la flota
- Índice de operatividad por cada unidad

Luego de identificar el departamento donde se genera el cuello de botella y que entorpece el proceso de mantenimiento, se delimita el proceso operativo de estudio en este caso el suministro de repuestos.

Lean

El modelo universal de excelencia (LEAN) es ideal para corregir los posibles defectos en el proceso ya descrito dada las características internas de mejora. Este es un modelo sistemático enfocado en entregar máximo valor a los clientes donde cada demanda es una oportunidad de identificar acciones redundantes, además elimina cuidadosamente el desperdicio y deja solo el valor donde los cambios propuestos deben estar enfocados en la eliminación del desperdicio (Fuertes C, s. f.);

Los desperdicios identificados para este grupo son:

1. Inventario

La deficiencia de inventario es la causa principal de inoperatividad en unidades por ende es necesario la implementación de una cadena de suministro de partes e insumos. Una gestión eficiente de insumos podría representar la reducción del 80% aproximadamente en causas que provocan la disminución de operatividad en recolectores N3. Bajo la propuesta de abastecimiento de stock (Gráfico 17) se describe los factores necesarios para tomar en cuenta con tal de mantener un stock adecuado de repuestos.

Gráfico 17.

Gestión del abastecimiento de stock



Fuente: López H. (s,f,)

- **Cantidad a pedir.-** Se establece los parámetros de información en base al histórico del consumo anual de los ítems de mayor rotación y frecuencia.
- **Demanda de promedio mensual.-** Se calcula el promedio del stock utilizado en los últimos 12 meses como referencia para cubrir la demanda del siguiente mes.
- **Ciclo de pedidos.-** Es el intervalo de tiempo entre la colocación de cada pedido en este caso los pedidos son mes a mes.
- **Lead time.-** Es el intervalo de tiempo entre la colocación de pedido y la recepción de la bodega del cliente, cabe mayor importancia en pedidos con disposición de importación.

- **Stock de seguridad.-** Sirve para compensar los incrementos en la demanda, incrementos en el lead time y retraso en la colocación de pedidos. En el caso particular del consorcio RECOBAQ se utiliza un 0.5 + de stock mensual de seguridad.
- **Inventario actual.-** Es la cantidad que existe en bodega de un ítem, también es llamado stock disponible.
- **Inventario en tránsito.-** Es la cantidad que ha sido despachada desde el proveedor pero todavía no ha ingresado en bodega, este punto es de gran importancia para evitar duplicados de pedidos y sobre stock de ítems. (López, s,f,)

Esta propuesta se complementa con la incorporación de un software automatizado en la cadena de suministro (CSM) que optimiza el flujo de recursos, de información y de costes a lo largo de todo el proceso de suministro, almacenaje y distribución de insumos (SoftwareDOIT, 2025); con el fin de disminuir el índice de criticidad descrito anteriormente.

2. Sobre procesamiento

Una de causas de esta problemática son los retornos de trabajos ya realizados que representan un re proceso de trabajo e implica en pérdida de tiempo y recursos para la empresa. La capacitación permanente en proceso de calidad y conocimiento técnico significa la disminución considerable de problemas de inoperatividad, este apartado está sustentado en la implementación del modelo de gestión de mantenimiento planteado en el primer grupo.

3. Defectos

Este apartado se relaciona directamente con defectos en mano de obra y sobre todo en defectos de fabricación de partes y fiabilidad de las mismas. Como se detalla en el diagrama de los “5 porqués” una baja confiabilidad de partes ocasionan problemas de mayor alcance. La propuesta de mejora se basa en la adquisición de repuestos bajo recomendaciones del fabricante y una evaluación minuciosa de proveedores.

CONCLUSIONES

El estudio logró identificar y cuantificar las principales causas de inoperatividad en la flota vehicular de recolección de residuos tipo N3 del DMQ; concluyendo que la falta de stock de repuestos (85,7%) es la causa más significativa de inoperatividad y se señala al departamento de compras como un punto crítico en la gestión de mantenimiento. Mediante la implementación del modelo universal de excelencia LEAN se detectó los desperdicios y se propone la implementación de una cadena de suministro eficiente complementando el modelo de gestión de mantenimiento planteado en el grupo de auxilios mecánicos.

Se concluye que la deficiencia en el mantenimiento correctivo (45,53%) representa la principal causa de auxilios mecánicos en ruta. Esta problemática denota la necesidad de implementación de un MGM que permite la planificación, control y mejora continua de las actividades de mantenimiento enfocados en los sistemas críticos. Se identificó la necesidad de capacitación continua del personal operativo y técnico para un adecuado diagnóstico de fallas para evitar re procesos de trabajos y reducción de tiempos de entrega.

La propuesta de mejora se visualiza a 288 jornadas de trabajo (6 meses) donde se monitorizarán los resultados, se estandarizarán los procesos exitosos y se documentarán los cambios realizados. Si se detectaran nuevas oportunidades de mejora se reiniciaría el ciclo con el objetivo de mantener una cultura de mejora continua en los procesos operativos de la empresa. El aporte principal de esta investigación es el diagnóstico técnico - operativo a través de los kpis que impulsan los sistemas de mejora a implementar en relación a deficiencias de operatividad de la flota; esto facilita la toma de decisiones estratégicas en pro de la calidad de servicio.

BIBLIOGRAFÍA

- Anguisaca Ortega, W. A., & Peñafiel Vanegas, J. S. (2021). *Propuesta para la implementación de un software para la gestión de mantenimiento de la flota vehicular de la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte de Cuenca EMOV EP* (Bachelor's thesis).
- Asociación Española de Normalización (UNE). (2018). *UNE-EN ISO 9004:2018. Gestión de la calidad. Calidad de una organización. Orientación para lograr el éxito sostenido* (ISO 9004:2018). AENOR Internacional.
- Díaz Concepción, A., Benítez Montalvo, R., Castillo Serpa, A., Cabrera Gómez, J., Villar Ledo, L., & Rodríguez Piñeiro, A. J. (2021). Formulación de un nuevo concepto de confiabilidad operacional. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 29(1), 87–96.
- EMASEO EP. (2018). *Informe técnico sobre el estado de operatividad de la flota vehicular y acciones para su recuperación inmediata* [Informe institucional]. Empresa Pública Metropolitana de Aseo.
- Equipos y Laboratorios. (2022). *Análisis de criticidad de equipos: Una metodología para mejorar la confiabilidad operacional*.
- Hernández-Ávila, C. E., & Escobar, N. A. C. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *Alerta, Revista Científica del Instituto Nacional de Salud*, 2(1)
- INEN. (2012). *NTE INEN 2656: Clasificación vehicular* [Norma voluntaria]. Servicio Ecuatoriano de Normalización.
- INEN. (2012). *NTE INEN 2625: Vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos de carga posterior y sus dispositivos de elevación asociados* [Norma técnica ecuatoriana voluntaria]. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- INEN. (2012). *NTE INEN 2627: Vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos de carga lateral y sus dispositivos de elevación asociados* [Norma técnica ecuatoriana voluntaria]. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Nohlen, D. (2020). *El método comparativo*. En D. Nohlen, *Ciencia política comparada. El enfoque histórico-empírico* (pp. 111–128). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Jurídicas.
- Kraft, S. (2025). How preventive fleet maintenance reduces downtime in waste collection. *Waste Today*. <https://www.wastetodaymagazine.com/article/fleet-maintenance-reduces-downtime/>

- Limble CMMS. (2025, 30 de mayo). *Guide to CMMS Implementation: Project Timelines & Best Practices*. Limble CMMS.
<https://limblecmms.com/learn/cmms/implementation/>
- López, H. (s.f.). *Gestión del abastecimiento*. Autopartes e Insumos del Sector Automotriz.
- Márquez, C. P., & Márquez, A. C. (2019). Modelo integral de Gestión del Mantenimiento (MGM), alineado con los pilares del conocimiento de la certificación CMRP y con el proceso de Gestión de Activos (ISO 55000). En *SMRP Simposio*. Lima, Perú.
- Medina-Romero, M. Á., Tiza, D., Muñoz Murillo, J., Cervantez, D., & Ordóñez, G. (2023). *Método mixto de investigación: Cuantitativo y cualitativo*. Editorial Académica Española.
- Muñoz, V. B. (s.f.). *El principio de Pareto o criterio 80-20*.
- Netlogistik. (2023) ¿Qué es un inventario ABC? Ventajas, desventajas y ejemplos.
<https://www.netlogistik.com/es/blog/que-es-un-inventario-abc-ventajas-desventajas-y-ejemplos>.
- Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2014). *ISO 55001:2014 – Gestión de activos: Sistemas de gestión – Requisitos* (1ª ed.). ISO.
- Ortíz García, R. A. (2023). *Análisis de datos para la optimización de la gestión de flotas vehiculares: Impacto en los costos operativos y rendimiento empresarial* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México].
- Pinzón, C. (2023). *Tipos de mantenimiento*. <https://mantenimientoindustrial.net/tipos-de-mantenimiento/>
- Predictiva21. (s.f.). CMMS/GMAO: El futuro para el sector del mantenimiento.
- Puente, R. T. (2020). El método de encuesta. *Los métodos de investigación para la elaboración de las tesis de maestría en educación* (pp. 51–60). Editorial Trillas.
- Pulla Morocho, C. A. (2020). *Gestión de inventarios a través de la clasificación ABC a empresas dedicadas a la venta de materiales de construcción*. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana.
- Ramírez, E. B., Estrella, C. W. G., & Gárate, S. K. S. (2021). La inteligencia de negocios y la analítica de datos en los procesos empresariales. *Revista Científica de Sistemas e Informática*, 1(2), 38–53.
- Recobaq Ecuador. (s.f.). *Nuestra flota*. <https://recobaqecuador.com/nuestra-flota/>

- SoftwareDOIT. (2025). *6 mejores Software SCM Cadena de Suministro [2025]*.
<https://www.softwaredoit.es/software-erp/cadena-de-suministro.html>
- Trujillo López, R. E. (2022). *Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para la flota de vehículos de recolección de basura de la Empresa Pública Metropolitana de Aseo (EMASEO) de la ciudad de Quito* (Bachelor's thesis).
- Volenko, O. (2018). *Sistema de Gestión de Flotas de Transporte* [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València]. Repositori UPV.

ANEXOS

ANEXOS INTRODUCCIÓN

Anexo1 Kraft, S. (2025). How preventive fleet maintenance reduces downtime in waste collection. *Waste Today*. <https://www.wastetodaymagazine.com/article/fleet-maintenance-reduces-downtime/>

La industria de la recolección de residuos depende de una flota en buen estado para garantizar un servicio puntual y eficiente. La exigente naturaleza de las operaciones de gestión de residuos somete a una carga considerable a los vehículos, lo que provoca un desgaste que, si no se gestiona adecuadamente, puede resultar en costosos tiempos de inactividad. El mantenimiento preventivo de la flota desempeña un papel crucial para minimizar estas interrupciones, abordando proactivamente los posibles problemas antes de que provoquen fallos en los equipos.

Al implementar un programa de mantenimiento estructurado que incluya inspecciones regulares, servicios programados y adhesión a los servicios de cumplimiento de la flota, las empresas de recolección de residuos pueden mejorar significativamente la confiabilidad del vehículo, optimizar el rendimiento y mantener la eficiencia operativa.

La importancia del mantenimiento preventivo en la recolección de residuos

A diferencia del mantenimiento reactivo, que aborda las averías en cuanto ocurren, el mantenimiento preventivo se centra en el mantenimiento proactivo para mantener los vehículos en óptimas condiciones. Dado el uso intensivo de los camiones de recolección de residuos (paradas frecuentes, cargas pesadas y exposición a condiciones ambientales adversas), el mantenimiento rutinario es esencial para garantizar su funcionamiento continuo. Las medidas preventivas incluyen cambios de aceite, inspección de frenos, rotación de neumáticos y revisión del sistema hidráulico, todo lo cual ayuda a prolongar la vida útil del vehículo y a prevenir fallos inesperados.

Al invertir en mantenimiento preventivo, las empresas de recolección de residuos pueden experimentar varios beneficios clave:

Reducción del tiempo de inactividad inesperado: el mantenimiento regular minimiza la probabilidad de averías repentinas, lo que evita costosas interrupciones del servicio.

Costos de reparación más bajos: abordar problemas menores de forma temprana evita que se conviertan en reparaciones o reemplazos más costosos.

Mayor seguridad: los vehículos bien mantenidos tienen menos probabilidades de experimentar fallas mecánicas que podrían provocar accidentes.

Cumplimiento normativo: Adherirse a los servicios de cumplimiento de la flota garantiza que los vehículos cumplan con los estándares ambientales y de seguridad.

Mayor eficiencia operativa: cuando las flotas funcionan sin problemas, los cronogramas de recolección se mantienen según lo previsto, lo que mejora la confiabilidad general del servicio.

Componentes clave de un programa de mantenimiento preventivo de flotas

Un programa integral de mantenimiento preventivo incluye múltiples componentes, cada uno diseñado para abordar áreas específicas del estado del vehículo. Al incorporar estos elementos en el mantenimiento rutinario, las empresas de recolección de residuos pueden reducir significativamente el tiempo de inactividad y optimizar el rendimiento.

1. Inspecciones regulares.

Las inspecciones de rutina son la base del mantenimiento preventivo. Los vehículos de recolección de residuos deben someterse a inspecciones diarias antes y después del viaje para identificar cualquier problema inmediato. Los conductores deben verificar si hay fugas, daños en los neumáticos, problemas con los frenos y cualquier ruido inusual en el motor antes de comenzar sus rutas.

Los profesionales de mantenimiento deben realizar inspecciones más exhaustivas semanal o mensualmente. Estas evaluaciones suelen incluir diagnósticos del motor para identificar problemas de rendimiento antes de que se agraven, revisiones del sistema de frenos para prevenir fallas que puedan comprometer la seguridad e inspecciones del sistema hidráulico para verificar el correcto funcionamiento de los mecanismos de elevación. Los técnicos también miden la presión y la profundidad de la banda de rodadura de los neumáticos, lo que ayuda a reducir el desgaste desigual, mejorar la eficiencia del combustible y prolongar su vida útil.

2. Mantenimiento programado y reemplazo de componentes

Seguir un programa de mantenimiento estructurado ayuda a garantizar que los camiones de recolección de residuos se mantengan operativos y eficientes. Las tareas clave de mantenimiento programado son esenciales para preservar el rendimiento del vehículo y prevenir averías costosas. Estas incluyen cambios de aceite y filtro en los intervalos recomendados por el fabricante para mantener los motores funcionando eficientemente, así como el mantenimiento de la transmisión para evitar problemas de cambios y prolongar la vida útil de la caja de cambios.

El mantenimiento regular del sistema de enfriamiento ayuda a evitar el sobrecalentamiento, que puede causar daños graves al motor si no se aborda. Las inspecciones del sistema de suspensión también son importantes, ya que mejoran la estabilidad del vehículo, reducen el desgaste de otros componentes y contribuyen a una conducción más suave, lo que en última instancia ayuda a minimizar la fatiga del conductor durante las rutas largas. Al reemplazar componentes críticos antes de que fallen, las empresas pueden prevenir averías costosas y mantener servicios de recolección de residuos ininterrumpidos.

3. Monitoreo del rendimiento de la flota mediante telemática.

Las flotas modernas de recolección de residuos se benefician de los sistemas telemáticos, que brindan información en tiempo real sobre el estado del vehículo. Estos sistemas utilizan rastreo GPS y diagnósticos a bordo para monitorear el rendimiento del motor y el consumo de combustible, el desgaste de los frenos y el manejo general del vehículo, así como el tiempo de inactividad y la optimización de rutas. Al recopilar y analizar estos datos, la telemática permite a los administradores de flotas detectar posibles problemas con anticipación, priorizar los programas de mantenimiento y

2018 - 126 01

DIRECCIÓN METROPOLITANA FINANCIERA

ANALIZAR
MEDIANTE
ARCHIVAR

VERIFICAR
FIRMAR
DEVELOPER
PROGRESO
OTROS

CORTA
TELE
PT
CYC
COAC
SE

22 AGO 2018 Firmat: Rosa Cordero

QUITO

ECONOMÍA PÚBLICA EMASEO

OFICIO No. 45 -DRFN-2018

Quito DM a, 13 de agosto de 2018.

Análisis

RECIBIDO MUNICIPIO DEL D.M.Q.
RECIBIDO 29 AGO 2018

Economista
Miguel Dávila Castilla
Administrador General
MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO
Ciudad.-

ASUNTO: Detalles de Gestión de la Dirección Financiera EMASEO EP.

De mi consideración:

Me refiero a la conversación telefónica mantenida con Ud. el día martes 07 de agosto de 2018 a las 11:52 de la mañana, en la cual me supla manifestar algunas inquietudes sobre varios temas respecto a las acciones ejecutadas sobre los contratos dentro de la declaratoria de emergencia y otras por ejecutar por parte de la Empresa Pública Metropolitana de Aseo EMASEO EP y específicamente por la Dirección Financiera de la Empresa, a lo que me permito entregar un detalle de las puntualizaciones tratadas:

1. Detalle de situación actual y causas que llevaron a la Declaratoria de Emergencia de la Empresa Pública Metropolitana de Aseo EMASEO EP.

Por disposición de la Gerencia General de EMASEO EP, mediante Memorando No. 017-CGT-2018 de 09 de febrero de 2018, el Ing. Paúl Luzuriaga, Coordinador General Técnico, remitió al señor Gerente General de EMASEO EP el informe Técnico sobre el estado de operatividad de la flota vehicular y las acciones para su recuperación inmediata, en el cual se destaca lo siguiente:

Cita Textual:

1. Del requerimiento mínimo para operaciones

De conformidad con los análisis realizados por la subdirección de planificación de la empresa, ha establecido el mínimo de flota requerida para la recolección de residuos ordinarios.

23 AGO 2018 15:15
DIRECCIÓN METROPOLITANA FINANCIERA
DEPARTAMENTO DE PRESUPUESTO

22 AGO 2018 16:00
MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO
QUITO - ECUADOR

1

Cita Textual:

Tipo	Mínimo Zona A y B (COO)	Mínimo Zona C y D (COF)	Mínimo requerido operaciones	Flota Disponible promedio	Disponible / mínimo requerido
Recolector CL	7	5	12	2	58%
Lava contenedor	3	2	5	2	40%
Pluma	2	0	2	1	50%
Recolector CP	24	26	52	36	69%
Volquetas	6	5	11	10	91%
Recolector CF	4	4	8	2	25%
center y otros recolección	23	19	42	20	48%
barredoras mecánicas	4	5	9	6	67%
Minibarredoras mecánicas	1	1	1	1	100%

Cuadro 1 - Flota mínima requerida

Cita Textual:

En el cuadro anterior, se verifica la clara deficiencia de la flota de recolectores, en todos sus tipos: carga posterior (RCP), carga lateral (RCL), carga frontal (RCF) y cánters, ni siquiera para cubrir la necesidad mínima para atención de rutas. Esto es, sin ningún margen para imprevistos, mantenimientos o reparaciones.

Cita Textual:

2. Del estado actual de la flota

Se ha realizado luego, un análisis de la operatividad y funcionalidad de la flota, para entender los bajos niveles de cobertura encontrados en el punto anterior.

En primer término, se ha revisado las incidencias de mantenimiento del año precedentes, 2017, para las 2 flotas más importantes en el servicio domiciliario, contabilizando los días de para de cada trimestre, como se verifica en los cuadros No. 3 y 4.

Cita Textual:

Carga LATERAL	Modelo	Trím1	Trím2	Trím3	Trím4	Total	Operatividad 2017 %
CL-44-01	2012	45	63	63	86	257	39%
CL-44-02	2012	11	71	71	43	196	46%
CL-44-03	2012	14	60	72	60	206	44%
CL-44-04	2013	90	90	90	95	365	0%
CL-44-06	2016	2	61	53	23	139	62%
CL-44-07	2016	19	29	84	95	227	38%
CL-44-08	2016	13	33	67	71	184	50%
CL-44-09	2016	31	59	39	73	202	45%
CL-44-10	2016	7	37	56	94	194	47%
CL-44-11	2016		53	47	74	174	52%
CL-44-12	2016		39	29	82	150	59%
CL-44-13	2016	6	35	22	90	153	58%
CL-44-14	2016	28	26	31	84	169	54%
CL-44-15	2016	8	69	21	79	168	54%
CL-44-16	2016	7	40	42	80	177	52%
CL-44-17	2016	12	24	30	40	106	71%
CL-44-18	2016	44	90	90	95	319	13%
CL-44-19	2016	36	30	83	48	197	46%
TOTAL		373	917	990	1303	3583	

Cuadro 3 - Operatividad Flota Carga Lateral

SEIU

Cita Textual:

- En los RCL, se ha encontrado 2 tendencias claramente preocupantes:
- I. Los tiempos de para crecieron exponencialmente conforme transcurrió el año 2017, afectando la disponibilidad de flota. Tanto así que se pasa de 1 vehículo totalmente inoperativo en por el 1er trimestre, a 6 en el 4to trimestre.
 - II. A pesar de que la mayoría de la flota es relativamente nueva, ningún vehículo ha superado el 85% de disponibilidad, considerado adecuado para operaciones regulares. Tan solo 2 de 19 vehículos, esto es el 10% de la flota, superó el 60% de disponibilidad, considerado como el umbral económico de recambio.

Las deficiencias iniciales, si no fueron atendidas oportunamente, ocasionan el sobre esfuerzo de la maquinaria disponible, provocando la fatiga de los sistemas, y entrando en un círculo vicioso: operación forzada – mantenimiento insuficiente – salida de operación.

Esto se agrava cuando, debido a la sofisticación tecnológica de los equipos, se hace virtualmente imposible usar vehículos sustitutos para cumplir ese tipo de recolección.

Cita Textual:

En los registros de mantenimiento de RCP se observa, también, algunos datos preocupantes:

- I. La tendencia de tiempo de para de la maquinaria es creciente a lo largo de todo el año. Se pasó de 5 vehículos totalmente parados en el 1er trimestre, a 13 en el 4to trimestre.
- II. Se observa que solo 28 recolectores de 56 disponibles, esto es el 50% de la flota, presenta niveles aceptables de disponibilidad.

Cita Textual:

- III. La confiabilidad de flota se registra solamente entre los vehículos adquiridos en el 2014 y 2016.
- IV. Al realizar la revisión de los vehículos, sin embargo, se verificó que ninguno de los vehículos presentaba funcionalidad al 100%. Es decir, Incluso los vehículos "disponibles" presentan deficiencias menores en dispositivos de control o de seguridad.

Cita Textual:

3. De los hallazgos en el área de Maquinaria y Equipo

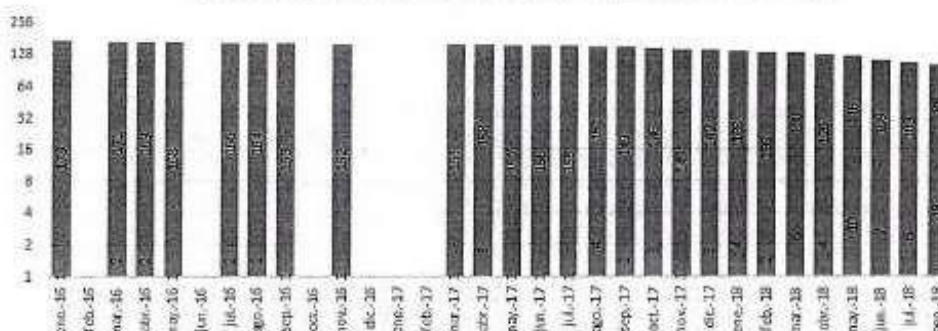
Me remito al análisis realizado por el Director de Maquinaria y Equipo, incorporado a la Empresa, el 29-ene-2018, y rescato las conclusiones generales:

- I. No se encontró instalaciones para talleres con funcionalidad adecuada.
- II. No se contaba con herramientas y equipos de diagnóstico adecuados.
- III. La estructura orgánica funcional encontrada no responde a las necesidades y urgencias de la Empresa.
- IV. No se contaba con un stock adecuado de repuestos, materiales e insumos, ni con la planificación adecuada para su adquisición.
- V. No se contaba con planes y programas para recuperación de la maquinaria parada, ni para el mantenimiento preventivo necesario.
- VI. No se cuenta con herramientas de tecnología que permitan hacer seguimiento adecuado de las órdenes de trabajo y su conclusión.

[Firma]

Finalmente se presenta el siguiente cuadro con el análisis del universo de la flota vehicular desde el año 2016 con un total de 173 vehículos operativos, se examinó el período (enero 2016 - agosto 2018), el gráfico refleja como la flota pesada de EMASEO EP ha ido perdiendo operatividad, quedando el 49% de esta flota operativa en agosto de 2018.

TENDENCIA DE PERDIDA OPERATIVA DE FLOTA



Fuente: TIC's EMASEO EP

2. Convenio Interinstitucional de Cooperación Técnica y Transferencia de Recursos entre el Fondo Ambiental y la Empresa Pública Metropolitana de Aseo.

El 17 de abril de 2018 se suscribió el Convenio Interinstitucional de Cooperación Técnica y Transferencia de Recursos entre el Fondo Ambiental y la Empresa Pública Metropolitana de Aseo, en cuyo objeto general establece: "Renovación de la flota de vehículos, equipamiento y mantenimiento necesarios para la prestación de los servicios de aseo (Pago del anticipo parcial de la compra total de la flota vehicular - 49 vehículos).

El 18 de abril de 2018 el Fondo Ambiental procedió con el pago del anticipo de acuerdo a la Cláusula Quinta del Convenio por el valor de USD 1.200.000,00 (Un millón doscientos mil con 00/100 Dólares Norteamericanos).

El 22 de marzo de 2018 EMASEO EP publicó a través de su página web institucional los Términos de Referencia y Especificaciones Generales para la provisión de 40 recolectores de carga posterior, con financiamiento del proveedor.

La comisión técnica conformada para el análisis de las manifestaciones de interés presentó el 07 de junio de 2018 al señor Gerente General de EMASEO EP el informe técnico, legal, financiero y de plazos, el mismo que concluye que la mejor opción de las propuestas es el arrendamiento tal y como consta en el citado informe.

[Firma]

Anexo 3 Ortíz García, R. A. (2023). *Análisis de datos para la optimización de la gestión de flotas vehiculares: Impacto en los costos operativos y rendimiento empresarial* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México].

En la actualidad, el análisis de datos se ha convertido en una herramienta fundamental para la toma de decisiones empresariales. Las empresas pueden aprovechar los datos generados por sus procesos de negocio para identificar patrones, tendencias y oportunidades de mejora en su desempeño. Al utilizar técnicas de análisis de datos, las empresas pueden tomar decisiones más informadas y objetivas, reducir riesgos y aumentar la eficiencia y la rentabilidad de sus operaciones, y esto no solo se observa en el sector productivo, sino además sector salud donde los datos se han vuelto materia prima fundamental en la toma de decisiones (Herrero Tabanera et al., 2015; Rosa & Frutos, 2022).

Además de utilizar datos históricos para mejorar la toma de decisiones actuales, las empresas también pueden utilizar técnicas de pronóstico para predecir resultados futuros, además pronosticar con precisión es valioso en situaciones donde los recursos son limitados o los riesgos son altos. Al hacer uso de modelos de pronóstico y análisis de tendencias, las empresas pueden anticipar cambios en la demanda del mercado, los patrones de consumo y las tendencias económicas, lo que les permite tomar decisiones proactivas y ajustar sus estrategias de negocio en consecuencia. Además, la capacidad de pronosticar con precisión también ayuda a las empresas a optimizar la planificación de recursos y la gestión del inventario, reducir costos y mejorar la eficiencia operativa en general, en términos generales la capacidad de pronosticar con precisión es una herramienta valiosa que puede ayudar a las empresas a mantenerse competitivas en un entorno empresarial en constante evolución (Das et al., 2022; Juárez et al., 2016; Sáenz et al., 2023; Thivakaran & Ramesh, 2022; Tsilingiridis et al., 2023).

Teniendo en cuenta que la empresa de transporte en cuestión ha tenido un proceso de recolección y toma de datos de forma persistente en el tiempo, se requiere que dicha información sea analizada para sacarle el mayor provecho y se determinen patrones y posiblemente pronósticos teniendo en cuenta el comportamiento de los datos, todo con el fin de poder pronosticar datos acerca de los costos y gastos que incurre la empresa en términos de su flota vehicular.

En el mundo se encuentran diferentes tipos de estudio relacionados al ruteo de mercancía (Barua et al., 2020; Hughes et al., 2014; Jahangiri & Rakha, 2015; Jiménez-Valderrama, 2016; López-Rodríguez & Pardo Rincón, 2019), ahora, desde el punto de vista investigativo al hacer una

revisión de la literatura de los trabajos publicados en diferentes bases de datos bibliográficas como Scopus, Science Direct y Jstor entre otras, se logró evidenciar que no existen estudios publicados donde no se evidencia literatura enfocada en el tema de flota vehicular desde el punto de vista de la analítica de datos en el territorio colombiano, por lo que se considera pertinente realizar el presente trabajo relacionado al tema.

Sin embargo, en los diferentes estudios encontrados, se puede observar que la analítica de datos es una herramienta de aproximación bastante usada y útil en el campo de la estadística para pronosticar diferentes eventos teniendo como materia prima los datos (Muñoz, 2006; Quintero et al., 2018; Treviño et al., 2020), por ende, esto facilita realizar un estudio que tenga que ver con flota vehicular empresarial en Colombia, ya que se cuenta con una importante cantidad de datos de la empresa que deben ser analizados si se desea conocer los posibles escenarios para la organización, de esta manera, lo que se pretende es aprovechar materia prima en términos de datos para pronosticar diferentes variables que sean importantes para la empresa que estén relacionadas con la flota vehicular.

Por lo anterior, la pregunta de investigación que se propone es: ¿Cómo se puede utilizar el análisis de datos para pronosticar los costos y gastos futuros de la flota vehicular de una empresa de transporte en Medellín, con el objetivo de mejorar la eficiencia y rentabilidad de sus operaciones?

2 Justificación

La empresa ha recolectado una gran cantidad de datos a lo largo de varios años, lo que representa una fuente de información valiosa que puede proporcionar información útil para la toma de decisiones en la gestión de la flota vehicular y, en última instancia, contribuir al éxito financiero de la organización. Sin embargo, el procesamiento de esta gran cantidad de datos puede resultar un desafío para la empresa, especialmente si no cuenta con las herramientas adecuadas para analizar y predecir el comportamiento de la flota vehicular, que es valioso establecer para beneficio de esta en términos económicos.

A su vez, es importante destacar que la gestión de una flota vehicular requiere una planificación y un control efectivos para garantizar que los vehículos estén disponibles para satisfacer la demanda de los clientes, pero al mismo tiempo, que igualmente se deben mantener los

costos al mínimo sin disminuir los parámetros de calidad y cumplimiento que la empresa ha garantizado fielmente a sus clientes a través del tiempo, características que resaltan de la empresa y destacan en el mercado.

Por lo tanto, la implementación de una herramienta basada en análisis de datos es fundamental para beneficio la empresa, ya que permitirá procesar y analizar grandes cantidades de datos, lo que a su vez probablemente permitirá tomar decisiones informadas y estratégicas ya que se contará con información actualizada. La herramienta de análisis de datos también permitirá a la empresa establecer posibles modelos predictivos y establecer los parámetros necesarios para aprovechar las oportunidades de mejora en la gestión de la flota vehicular, lo que a su vez ayudará a aumentar los ingresos de la empresa.

Además, el uso de una herramienta de análisis de datos permitirá a la empresa identificar oportunidades de mejora en la gestión de la flota vehicular, lo que a su vez puede reducir los costos y aumentar la eficiencia operativa. Por ejemplo, la herramienta puede identificar patrones de uso de los vehículos y sugerir cambios en los horarios de trabajo y rutas de viaje, lo que puede reducir los costos de combustible y mantenimiento entre otros parámetros que influyen directamente en la generación de capital en la organización

En general, la implementación de una herramienta basada en análisis de datos es esencial para la empresa ya que permitirá procesar y analizar grandes cantidades de datos de manera efectiva y eficiente, lo que a su vez permitirá tomar decisiones informadas y estratégicas que impulsarán el crecimiento y la rentabilidad de la empresa.

ANEXOS FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Anexo 4. Volenko, O. (2018). *Sistema de Gestión de Flotas de Transporte* [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de València]. Repositori UPV.

Introducción

El éxito de cualquier empresa depende en gran medida de la planificación e implementación adecuadas del proceso de trabajo. Concretamente las empresas logísticas, el cálculo preliminar de los costos financieros, la planificación racional de las rutas y el control del transporte son las tareas prioritarias para la cooperación beneficiosa de la empresa con el cliente. No es, por tanto suficiente, tener solo una gran flota de vehículos. En primer lugar, es necesario planificar correctamente la gestión de su trabajo, calcular todos los costos y optimizar los gastos.

Conseguir la entrega cualitativa y oportuna, independientemente de la distancia, el volumen y el peso de la carga, se puede hacer por medio del monitoreo. El monitoreo permite conseguir la entrega de las cargas a tiempo, es esencial reducir los gastos para el combustible que influirá positivamente sobre la rentabilidad de toda la empresa de transporte, planear las rutas ulteriores tomando en cuenta los datos estadísticos recibidos. Con la instalación del sistema del *monitoring y management* del transporte, la compañía recibe la posibilidad de la observación de flota en el tiempo real, el control del nivel del combustible, el trabajo en la itinerancia, el control del estado de las cargas, el bloqueo del motor, las comunicaciones de voz bilaterales con el conductor, etc.

Toda esta información se conserva en la base de datos y es accesible para el cliente a través del software especial o la página web proveedora del GPS. En general todos los datos son concedidos en la interfaz conveniente con la posibilidad del análisis de las rutas en un cierto intervalo del tiempo. Pero hasta el sistema más desarrollado del monitoreo puede encontrarse limitado en las ciertas situaciones y no definir con claridad las tareas necesarias para la planificación eficaz de las rutas. En este caso la empresa proveedora del sistema de monitoreo puede entregar al cliente los datos iniciales en un formato necesario. Y con la creación de una base de datos y plataforma conveniente para la decisión de las tareas necesarias, se puede conseguir un trabajo más cómodo y eficaz de toda la empresa.

Tomando en consideración los grandes volúmenes de datos que se manejan y el mínimo tiempo que se desea invertir en su tratamiento, se llega a la conclusión de que la automatización del proceso de trabajo por medio del software específico es el medio más adecuado para lograr la máxima eficacia. De este modo se agiliza el trabajo **considerablemente y se aumenta** la productividad. Algo muy positivo es que cualquier persona con la mínima formación puede manejar el software y conseguir una optimización

Contamos con una flota de camiones modernos y de alta gama, que se destaca por su desempeño y resistencia. Todos los vehículos están provistos de tecnología, geolocalización, de tal manera que puedan ser ubicados en cualquier parte del país de manera inmediata.

CARACTERÍSTICAS	
TRANSMISIÓN ELECTRÓNICA	Automática o manual.
TIPO DE RECOLECTORES	Carga lateral y carga posterior.
CAPACIDAD	20, 25 y 28 yardas cúbicas.
CHASIS	IVECO.
CAJA COMPACTADORA	AMS (Italia) o Econovo Argentina)

Anexo 6. INEN. (2012). *Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2656: Clasificación vehicular* [Norma voluntaria]. Servicio Ecuatoriano de Normalización.

5. CONSIDERACIONES VEHÍCULOS N

Los criterios para la clasificación de vehículos en la categoría N se describen a continuación:

- 5.1. La clasificación de un tipo de vehículo en la categoría N se basará en las características técnicas del vehículo indicadas desde 5.2 hasta 0.
- 5.2. Por principio, el compartimento o los compartimentos en los que están situadas todas las plazas de asiento estarán completamente separados de la zona de carga.
- 5.3. No obstante a lo dispuesto en 5.2, las mercancías podrán transportarse en el mismo compartimento, a condición de que la zona de carga esté provista de dispositivos de sujeción concebidos para proteger a las personas contra el desplazamiento de la carga durante el trayecto, incluso al frenar bruscamente y al tomar curvas cerradas.
- 5.4. El número de plazas de asiento, excluida la del conductor, no será superior a:
 - a) seis en el caso de los vehículos N1;
 - b) ocho en el caso de los vehículos N2 o N3.
- 5.5. Los vehículos presentarán una capacidad de transporte de mercancías igual o superior a la capacidad de transporte de personas, expresada en kg.
 - 5.5.1. Se satisfarán las siguientes ecuaciones en todas las configuraciones, en particular cuando todas las plazas de asiento estén ocupadas:
 - a) cuando $N = 0$:
$$P - M \geq 100 \text{ kg}$$
 - b) cuando $0 < N \leq 2$:
$$P - (M + N \times 68) \geq 100 \text{ kg}$$
 - c) cuando $N > 2$:
$$P - (M + N \times 68) \geq N \times 68$$Donde las letras significan lo siguiente:
 - *P* es el peso máximo admisible;
 - *M* es el peso de vehículo en vacío (Tara);
 - *N* es el número de plazas de asiento, excluida la del conductor.
 - 5.5.2. La masa de los equipos instalados en el vehículo para colocar mercancías (por ejemplo, una cisterna o la carrocería), para manipular las mercancías (por ejemplo, una grúa o una elevadora) y para sujetar las mercancías (por ejemplo, dispositivos de sujeción de la carga) estará incluida en *M*.La masa de los equipos que no se utilicen para los fines mencionados anteriormente (por ejemplo, un compresor, un generador de energía eléctrica o un equipo de radiodifusión) no estará incluida en *M* a efectos de la aplicación de las fórmulas anteriores.
- 5.6. Se cumplirán los requisitos mencionados en los puntos 5.2 a 0 con todas las variantes y versiones del tipo de vehículo.
- 5.7. Criterios para la clasificación de los vehículos en la categoría N1

ANEXO B
(informativo)

EJEMPLOS DE USOS PARA LOS VEHÍCULOS DE CATEGORÍA N

TABLA B.1. Ejemplos de uso para vehículos de categoría N

CÓDIGO	TIPO	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
BDO	BUS TIPO COSTA		Vehículo motorizado destinado al transporte de pasajeros y mercancías a partir de un chasis cabina adaptado en forma artesanal, de Clase III (Tabla 3). Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.1.2.7
CAN	CAMIÓN CANASTILLA		Vehículo equipado con un sistema que permite elevar a personas o equipos a diferentes alturas de trabajo según la necesidad, con dos o tres ejes. Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.1.4
TTP	CAMIÓN CON TANDEM DIRECCIONAL Y TANDEM POSTERIOR		Vehículo de categoría N3 diseñado para el transporte de carga con cuatro ejes o más, tandem direccional y tandem posterior. Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.1.3.1
MEZ	CAMIÓN HORMIGONERA		Vehículo de categoría N3 diseñado para mezclar, transportar y descargar hormigón, con tres o más ejes. Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.1.4
VOT	CAMIÓN VOLOQUETA/VOLOQUETE		Vehículo de categoría N3 diseñado con cañón basculante para transportar carga a granel, materiales de construcción o desechos, con dos o más ejes, y que cuenta con un sistema hidráulico para la descarga. Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.1.4
VRB	RECOLECTOR DE BASURA		Vehículo de categoría N3 diseñado para la recolección y transporte de residuos domésticos o materiales reciclables, de dos o tres ejes. Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.1.4

Anexo 7. INEN. (2012). *NTE INEN 2625: Vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos de carga posterior y sus dispositivos de elevación asociados* [Norma técnica ecuatoriana voluntaria]. Instituto Ecuatoriano de Normalización.

CDU: 629.114.4 :628.46
ICS: 43.160



CIU: 3843
MC 08-07-402

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	VEHÍCULOS PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE CARGA POSTERIOR Y SUS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN ASOCIADOS. REQUISITOS	NTE INEN 2625:2012 2012-01
--	--	--

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos de seguridad y diseño del cuerpo de los vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos (VRR) en las operaciones de recolección, transporte y descarga de residuos sólidos urbanos y materiales reciclables que operan mediante fuerza hidráulica.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma es aplicable a los vehículos de carga posterior de recolección de residuos sólidos urbanos, a los dispositivos de elevación asociados y las referencias a la relación con el chasis.

3. DEFINICIONES

3.1 Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:

3.1.1 *Vehículo para la recolección de residuos sólidos urbanos (VRR).* Vehículo normalmente utilizado para la recolección y transporte de residuos sólidos humanos domésticos o materiales reciclables, en el que la carga se realiza mediante contenedores o a mano. El vehículo debe estar equipado con mecanismo de compactación. El VRR está formado por un chasis con cabina sobre el que se monta el cuerpo del vehículo. El cuerpo consiste en dos partes principales denominadas caja compactadora y compuerta trasera. Puede ir equipado con un dispositivo de elevación de contenedores.

3.1.2 *Cabina.* Habitáculo para transportar al conductor y al operario u operarios sentados, montado sobre el chasis delante de la caja compactadora desde donde el conductor controla el vehículo y conecta el sistema hidráulico de la caja compactadora.

3.1.3 *Cuerpo compactador.* Es el conjunto de caja compactadora y la compuerta trasera.

3.1.4 *Caja compactadora.* Parte del cuerpo en la que se almacenan los residuos sólidos urbanos recogidos y compactados.

3.1.5 *Compuerta trasera.* Sección trasera del cuerpo articulada a la caja. Puede abrirse para verter los residuos sólidos urbanos de la caja. Comprende a su vez la tolva y el mecanismo de compactación.

3.1.6 *Tolva.* Parte más baja de la compuerta trasera en la que se cargan los residuos sólidos urbanos mediante contenedores o a mano.

3.1.7 *Borde de carga.* Borde de carga de la tolva en forma de viga transversal (ver la figura A.1) o bien el borde de carga articulado de la tolva (ver la figura A.5) para el anclaje y levantamiento de contenedores.

3.1.8 *Borde de carga articulado de la tolva.* Extensión móvil o plegable del borde de carga.

3.1.9 *Capacidad*

3.1.9.1 *Capacidad del cuerpo.* Volumen efectivo que se puede llenar con residuos sólidos compactados. Esta capacidad se define como la que queda entre la placa de eyección en su posición retraída y el mecanismo de compactación, colocado éste último al final de su ciclo de compactación. La capacidad del cuerpo se cifra en m³ (ver la figura B.1).

(Continúa)

DESCRIPTORES: Ingeniería automotriz, vehículos para propósitos especiales, vehículos de recolección de basura, carga posterior, requisitos.

-1-
2012-421

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno ES-23 y Almagro – Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción

3.1.9.2 Capacidad de la tolva. Volumen efectivo de agua que la tolva puede contener teóricamente (ver la figura A.1). La capacidad de la tolva se expresa en m^3 .

3.1.10 Altura de carga. Altura medida desde el borde superior del borde de carga (ver la figura A.1) hasta el nivel donde permanecen los pies del operario, cuando el vehículo está vacío y preparado para la carga.

3.1.11 Mecanismo de compactación. Mecanismo utilizado para compactar y transferir los residuos sólidos urbanos desde la tolva a la caja compactadora, mediante un sistema de placa que barre la tolva con uno o más movimientos.

3.1.12 Presión de compactación. Fuerza horizontal perpendicular producida por el mecanismo de compactación, dividido por la superficie de la sección interior vertical de la caja, en Newton por milímetro cuadrado (o bar).

3.1.13 Placa eyectora. Placa que ocupa toda la sección transversal de la caja que puede recorrer la longitud efectiva de compactación de la caja.

3.1.14 Sistema de descarga. Mecanismo que permite vaciar los residuos sólidos urbanos recogidos en la caja.

3.1.15 Tiempo de descarga. Tiempo real de eyección de la carga (medido en segundos) incluyendo la apertura y cierre de la compuerta trasera.

3.1.16 Contenedor de residuos sólidos urbanos designado. Modelos o tipos de receptáculos para contener los residuos sólidos urbanos antes de su recogida por un VRR, compatible con el dispositivo de elevación del VRR.

3.1.17 Dispositivo de elevación. Estructura que recoge, inclina y vacía los contenedores de residuos sólidos urbanos en la tolva.

3.1.18 Estructura de adaptación. Estructura que se puede utilizar para montar el dispositivo de elevación en la compuerta trasera.

3.1.19 Recolección a pie de vereda. Operación de carga de los residuos sólidos urbanos en la parte posterior del vehículo directamente a mano.

3.1.20 Peligro de cizallamiento. Aparece cuando dos superficies (de las cuales por lo menos una superficie es móvil) pasan cerca una de otra, borde con borde, pudiendo atrapar parte o partes del cuerpo del operario o sus ropas.

3.1.21 Estribo. Plataforma fijada a la parte trasera de la compuerta posterior, lateral o ambas del VRR en la que el operario puede permanecer de pie.

3.1.22 Vehículo satélite. VRR pequeño que puede volcar su carga directamente en otro VRR.

3.1.23 Área de trabajo. Área próxima a la compuerta trasera utilizada para la carga y funcionamiento del VRR.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 Vehículos de carga posterior

4.1.1 Los residuos sólidos urbanos se depositan de forma manual o mecánica por encima del borde de carga a la tolva. Después, un mecanismo de compactación transfiere y compacta los residuos sólidos urbanos desde la tolva a la caja del camión. La compuerta trasera, es decir, la parte posterior de la caja, se abre para descargar los residuos sólidos urbanos cuando la caja está llena. En los vehículos de carga trasera, la compuerta trasera se compone de la tolva y del mecanismo de compactación.

(Continúa)

4.2 Sistema de compactación. Cada VRR debe poseer un sistema de compactación

4.2.1 Sistema de compactación hidráulico. Es el sistema que aprovecha la fuerza hidráulica para compactar los residuos sólidos urbanos. Los sistemas hidráulicos pueden ser de ciclo automático o ciclo manual.

4.2.1.1 Ciclo de compactación automático. Es el que se cumple completamente con un solo accionamiento de las palancas y posteriormente se detiene automáticamente.

4.2.1.2 Ciclo de compactación manual. Es el que cumple cada una de las etapas por accionamiento individual de las palancas.

4.3 Sistema de carga. Existen los siguientes sistemas de carga.

4.3.1 Sistema de carga abierto con el dispositivo de elevación situado al mismo nivel o por debajo del nivel de borde carga en la posición de vaciado de contenedores y permitiendo el cargado manual de los residuos voluminosos o sacos (ver la figura A.3).

4.3.2 Sistema cerrado con marco de adaptación y dispositivo de elevación para el vaciado de los contenedores (ver las figuras A.4 y A.7).

4.3.3 Sistema cerrado sin marco de adaptación y con ala flexible para carga manual (ver la figura A.5).

4.4 Sistema de descarga. Cada VRR debe estar equipado con un sistema hidráulico de descarga:

4.4.1 Sistema de descarga con placa eyectora. Este sistema permite el vaciado de la caja compactadora mediante el desplazamiento de la placa eyectora a la parte posterior, después de la apertura de la compuerta trasera.

4.5 Dispositivos de elevación. Son mecanismos que sirven para levantar contenedores y depositar los residuos sólidos urbanos (RSU) en la tolva de la compuerta posterior:

4.5.1 Sistema de elevación con grúa. Este sistema permite elevar contenedores por medio de una grúa, que puede ser eléctrica o hidráulica, con cable de acero, situada en la parte superior de la compuerta posterior y debe contar con un sistema de anclaje para el contenedor a los dos lados de la compuerta posterior.

4.5.2 Sistema de elevación con cilindro hidráulico con cable de acero. Ubicado en la parte superior de la caja compactadora y debe contar con un sistema de anclaje para el contenedor a los dos lados de la compuerta posterior.

4.5.3 Sistema de elevación hidráulico tipo estribo. En este caso el estribo posterior levanta el contenedor con dos gatos hidráulicos instalados en la compuerta posterior y debe contar con un sistema de anclaje para el contenedor a los dos lados de la compuerta posterior.

4.5.4 Otros sistemas de elevación hidráulicos de contenedores de varios tipos según los modelos de los contenedores a levantar, anclados en el borde de carga.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 Los vehículos de recolección de residuos sólidos urbanos de carga posterior deben cumplir con las normas y reglamentos vigentes emitidos por la autoridad competente.

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos específicos

6.1.1 Mecanismo de compactación

(Continúa)

6.1.1.1 Compactación contra la placa eyectora: El uso de una placa eyectora durante la compactación debe permitir una mayor compresión de la basura, al compactarse contra ella. La unión, compuerta trasera y cierre deberían diseñarse de tal forma que puedan soportar la máxima fuerza que pueda ejercer la presión total de la placa eyectora.

6.1.1.2 El mecanismo de compactación debe funcionar cuando la compuerta trasera del vehículo esté cerrada

6.1.1.3 Relación entre el mecanismo de compactación y la altura del borde de carga

- a) La altura máxima del borde de carga para la carga manual debe ser máximo 1 200 mm por encima del nivel en el que se sitúa el operario para un dispositivo de carga abierto, (ver la figura A.2) y para un sistema abierto (ver la figura A.3).
- b) Sistema de carga cerrado: El borde de carga (borde de carga articulado) está a 1 400 mm o más por encima del nivel sobre el que se sitúa el operario, y cualquier zona de cizallamiento está por lo menos a 850 mm del operario (véase la figura A.5)
- c) Sistema de carga posterior automático (manejo de contenedores) debe ser considerado un sistema de carga cerrado y se permiten los ciclos de compactación automáticos como los descritos en el numeral 4.2.1.1 (ver las figuras A.4 y A.5 por ejemplo). Para otras soluciones sobre cizallamiento referirse a la norma ISO 13857.
- d) Si el borde de carga (borde de carga articulado) no cumple con los criterios especificados en el numeral 6.1.1.3, literal b) debe considerarse un sistema abierto. Únicamente se debe permitir el ciclo manual y semiautomático del mecanismo de compactación, tal y como se describe en los numerales 4.2.1.1 y 4.2.1.2
- e) Si, por cualquier causa, el mecanismo de compactación se para, no debe ser capaz de reiniciarse automáticamente.

6.1.2 Sistema de descarga

6.1.2.1 Se debe impedir que la compuerta trasera o la caja basculante pueda caerse o cerrarse accidentalmente durante el mantenimiento o limpieza mediante dispositivos de cierre. Estos dispositivos deben montarse de forma permanente en la compuerta trasera o la caja, no debe depender de fuentes de energía externas para mantenerlas en su posición y deben ser capaces de soportar el peso total de la compuerta trasera o de la caja.

6.1.2.2 La apertura y cierre de la compuerta trasera debe ser posible sólo mediante un mando de accionamiento sostenido, activando una alarma sonora en la parte posterior, situado de forma que el operario tenga permanentemente visión de la compuerta. Este mando debe estar protegido contra toda acción accidental (ver el numeral 6.1.7.1).

6.1.2.3 El sistema de descarga debe funcionar cuando la compuerta trasera esté abierta.

6.1.3 Dispositivos de elevación

6.1.3.1 El mecanismo de elevación debe cumplir con los requisitos siguientes:

6.1.3.2 Estar diseñado para el contenedor de residuos específico;

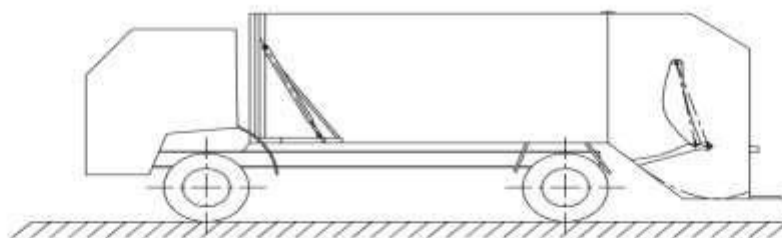
6.1.3.3 Estar diseñado para la carga máxima del contenedor de residuos específico, por ejemplo, según la Norma EN 840. El ensayo de carga debe ser 1,25 veces la carga máxima;

6.1.3.4 Estar dotado de un mecanismo que impida que eleve más de la carga máxima;

6.1.3.5 Estar dotado de un mecanismo que sitúe de forma adecuada el contenedor apropiado en el dispositivo de elevación;

6.1.3.6 Estar dotado de un mecanismo que automáticamente bloquee el contenedor en el dispositivo de elevación. El contenedor asignado debe permanecer bloqueado en su posición hasta el final del ciclo.

(Continúa)

ANEXO B**FIGURA B.1 Capacidad del vehículo de recolección de residuos sólidos urbanos***(Continúa)*

Anexo 8. INEN. (2012). *NTE INEN 2627: Vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos de carga lateral y sus dispositivos de elevación asociados* [Norma técnica ecuatoriana voluntaria]. Instituto Ecuatoriano de Normalización

CEN: 829.114.4.026.46 ICS: 43.160		CEN: 8643 MC 05.07-404
Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	VEHÍCULOS PARA LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DE CARGA LATERAL Y SUS DISPOSITIVOS DE ELEVACIÓN ASOCIADOS REQUISITOS	NTE INEN 2627:2012 2012-09
1. OBJETO 1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los vehículos de recolección de residuos sólidos urbanos (RSU) de carga lateral con mecanismo de compactación y elevación. 2. ALCANCE 2.1 Esta norma es aplicable a: 2.1.1 Los vehículos de recolección de RSU de carga lateral según se define en los numerales 3 y 4; 2.1.2 Los mecanismos de elevación para los vehículos de recolección de RSU de carga lateral; 2.1.3 Los tipos básicos de vehículos de recolección de RSU de carga lateral (referirse al numeral 4.1). 2.2 Esta norma no establece los requisitos adicionales para: 2.2.1 Funcionamiento en condiciones extremas (por ejemplo, condiciones ambientales extremas como: ambiente corrosivo, relámpagos, velocidad del viento superior a 75 km/h); 2.2.2 Funcionamiento sujeto a reglas especiales (por ejemplo, atmósferas potencialmente explosivas, ambientes contaminantes); 2.2.3 Otros contenedores distintos de los fabricados según las normas EN 840, EN 12574 y EN 13071; 2.2.4 Manejo de cargas cuya naturaleza podría dar lugar a situaciones peligrosas (por ejemplo, residuos calientes, ácidos y bases, materiales radioactivos, cargas particularmente frágiles, explosivos); 2.2.5 Los riesgos que ocurren durante la construcción, el transporte, la puesta en servicio y la retirada del servicio; los riesgos ligados a la circulación sobre la vía pública; 2.2.6 El contacto directo con materiales alimentarios; 2.2.7 Los riesgos debidos al ruido del vehículo de recolección de residuos de carga lateral. 3. DEFINICIONES 3.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en la norma ISO 12100 y las que a continuación se detallan: 3.1.1 Vehículo para la recolección de residuos (VRR). Vehículo normalmente utilizado para la recolección y transporte de RSU, en el que la carga se realiza mediante contenedores o a mano. El vehículo debe estar equipado con mecanismo de compactación. El VRR está formado por un chasis con cabina sobre el que se monta el cuerpo del vehículo. 3.1.2 Cuerpo. Consiste en tres partes principales denominadas caja compactadora, tolva y compuerta trasera. Puede ir equipado con un dispositivo de elevación de contenedores. (Continúa) DESCRIPCIÓN: Ingeniería automotriz, vehículos para propósitos especiales, recolección de basura, carga lateral, requisitos.		
-1- 2012-574		

3.1.3 VRR de carga lateral. VRR en el que los RSU son cargados por uno u otro lado del vehículo. En los vehículos de carga lateral, los residuos se transfieren mecánicamente, por encima del borde de la tolva hasta el interior de la tolva. Después, un mecanismo de compactación transfiere y compacta los residuos de la tolva a la caja compactadora del VRR de carga lateral. Para descargar, se utiliza un mecanismo de expulsión.

3.1.4 Cabina. Habitación montado sobre el chasis delante de la caja desde donde el conductor controla el vehículo y debe incluir al menos un asiento para un operario.

3.1.5 Caja compactadora. Parte del cuerpo en la que se almacenan los residuos recogidos y compactados.

3.1.6 Capacidad del vehículo de recolección de RSU de carga lateral. Volumen interno disponible para los residuos, medido en metros cúbicos (V3 y V4 en la figura Y.8).

3.1.7 Puerta de descarga. Parte del cuerpo, articulada en la caja compactadora, que necesita ser abierta para descargar los RSU.

3.1.8 Tolva. Parte del cuerpo en el que los residuos son depositados desde los contenedores.

3.1.9 Capacidad de la tolva. Volumen de residuos no compactados contenidos en la tolva sin tener en cuenta el borde del realce de la tolva, medida en metros cúbicos, cuando el mecanismo de compactación está en posición de totalmente retraída (V1 y V2 en la figura Y.3).

3.1.10 Borde de la tolva. Borde de carga de la tolva (ver la figura A.2).

3.1.11 Realce de la tolva. Extensión desmontable o plegable del borde de la tolva.

3.1.12 Sistema cerrado. Cuando el borde de la tolva está situado al menos 1 600 mm por encima del nivel en el que se encuentra el VRR de carga lateral, y cuando la zona de cizalla se encuentra al menos a 850 mm de distancia del borde de la tolva (ver figura A.2).

3.1.13 Sistema abierto. Cuando el borde de la tolva no satisface los criterios de un sistema cerrado mencionados en el punto anterior.

3.1.14 Mecanismo de compactación. Mecanismo que permite compactar y transferir los residuos de la tolva a la caja compactadora.

3.1.15 Ciclo controlado de compactación. Es activado por un único control de acción mantenida, por ejemplo, un botón o palanca, desde el comienzo hasta que todas las zonas de cizalla hayan pasado. Después, el ciclo será completado automáticamente, incluso si el botón o la palanca son liberados.

3.1.16 Ciclo intermitente de compactación. Se efectúa automáticamente sin ninguna otra acción y se intermite al menos 500 mm antes de la primera zona de cizalla. Acto seguido se requiere activar un control de acción mantenida para ejecutar el mecanismo de compactación para esa parte del ciclo en la que se ha creado una zona de cizalla hasta el final del ciclo.

3.1.17 Sistema de descarga. Sistema para vaciar la caja compactadora.

3.1.17.1 Sistema de eyección. Sistema que permite el vaciado de la caja compactadora por desplazamiento del eyector (que ocupa toda la sección transversal del cajón) de adelante hacia atrás, después de la apertura de la puerta de descarga.

3.1.18 Contenedor de residuos diseñado. Gama o tipo de recipientes destinados a almacenar los residuos antes de su recolección por un VRR de carga lateral y que son compatibles con el mecanismo de elevación del VRR de carga lateral.

3.1.19 Mecanismo de elevación. Mecanismo situado en uno de los lados del VRR de carga lateral, que vacía los contenedores de residuos en la tolva y después los pone en el suelo. Este mecanismo puede incluir también un recipiente de residuos integrado.

(Continúa)

- e) Tipo 5. El tipo 5 tiene un mecanismo de elevación de control semiautomático sin brazo extensible controlado desde el exterior de la cabina y un mecanismo de compactación de control automático, semiautomático o manual.
- f) Tipo 6. El tipo 6 tiene un mecanismo de elevación de control manual sin brazo extensible controlado desde el exterior de la cabina y un mecanismo de compactación de control automático, semiautomático o manual.
- g) Tipo 7. El tipo 7 tiene un mecanismo de elevación de control manual con un contenedor integrado controlado desde la cabina o desde el exterior y un mecanismo de compactación de control automático, semiautomático o manual.
- h) Tipo 8. El tipo 8 tiene un brazo extensible integrado en el mecanismo de elevación. Este brazo extensible se monta entre la caja compactadora y la cabina, y se controla automáticamente, semiautomáticamente o manualmente desde la cabina o desde el exterior y un mecanismo de compactación de control automático, semiautomático o manual.
- i) Son posibles otros tipos de vehículos de recolección de carga lateral, siempre que tengan mecanismo de elevación y de compactación.

4.2 Control de los mecanismos. De acuerdo al accionamiento de los mecanismos, se clasifican en:

4.2.1 Control manual. El mecanismo efectúa cada movimiento del ciclo de vaciado de los contenedores de residuos o del ciclo de compactación por accionamiento de un control específico diferente.

4.2.2 Control semiautomático. El mecanismo efectúa cada secuencia de movimientos (dos o más movimientos en una secuencia) del ciclo de vaciado de los contenedores de residuos o del ciclo de compactación por accionamiento de un control específico.

4.2.3 Control automático. El mecanismo efectúa todas las secuencias del ciclo de vaciado de los contenedores de residuos o del ciclo de compactación mediante el accionamiento de un control, sin ninguna otra acción.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 Los vehículos de recolección de residuos sólidos urbanos de carga lateral deben cumplir con las normas y reglamentos vigentes emitidos por la autoridad competente.

5.2 Se pueden utilizar las normas a las que hace referencia este documento o normas homólogas que le sean aplicables, hasta que se establezcan y publiquen normas INEN.

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos específicos

6.1.1 Generalidades. Los VRR de carga lateral deben satisfacer las exigencias y/o medidas de seguridad de este numeral. Además, los sistemas y componentes deben estar especificados o instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

6.1.2 Mecanismo de compactación:

6.1.2.1 Compactación. Cada VRR de carga lateral debe estar equipado con uno o más de los siguientes controles de compactación.

- a) Control de compactación automática. Los mecanismos de compactación automática se activan por un control de impulsión.
- b) Control de compactación semiautomática. La compactación semiautomática pueda ser tanto un ciclo controlado como un ciclo intermitente.

(Continúa)

- c) *Control de compactación manual.* El mecanismo de compactación es comandado y controlado por el operario mediante un control de acción mantenida, por ejemplo, un botón o palanca, para cada movimiento.

6.1.2.2 Interacción entre la caja compactadora y el mecanismo de compactación

- a) *Compactación contra la puerta de descarga.* El diseño debe tener en cuenta las fuerzas dinámicas que se ejercen sobre la puerta de descarga, las conexiones entre la puerta de descarga-caja compactadora y mecanismo de compactación-caja compactadora. Todos ellos necesitan ser capaces de resistir las fuerzas generadas por el mecanismo de compactación.
- b) *Protección posterior de la cabina.* El diseño del mecanismo de compactación y su montaje en el interior de la caja compactadora deben tener en cuenta el tipo de compactación, las fuerzas dinámicas, con especial atención en la protección de la cabina. El diseño debe ser tal que ningún residuo duro y cortante pueda ser empujado fuera de la caja compactadora por el mecanismo de compactación.

6.1.2.3 Relaciones entre el mecanismo de compactación y la altura del borde de la tolva

- a) La altura del borde de la tolva para la carga manual (ver el numeral 3.1.10) por encima del nivel en el que se encuentra el VRR de carga lateral debe ser de al menos 1 200 mm (ver la figura A.2).
- b) El modo de compactación de los sistemas abiertos (como se define en el numeral 3.1.13) debe ser semiautomático o manual, como se describe en los literales b) y c) del numeral 6.1.2.1.
- c) Cuando el reglaje del realce de la tolva permite la conmutación entre sistema abierto y cerrado (ver la figura A.2), el realce de la tolva debe ser inmovilizado automáticamente para impedir la utilización en modo automático con el sistema abierto. Para el sistema de inmovilización referirse con la norma EN 1088, y debe ser al menos un sistema de inmovilización sin fijación de protección y con una categoría de seguridad 1 como mínimo.

6.1.3 Sistema de descarga

6.1.3.1 Control del sistema de descarga. Cada VRR de carga lateral debe contar con un sistema de control de descarga semiautomático y/o manual. Los modos automáticos de apertura y de cierre de la puerta de descarga están prohibidos.

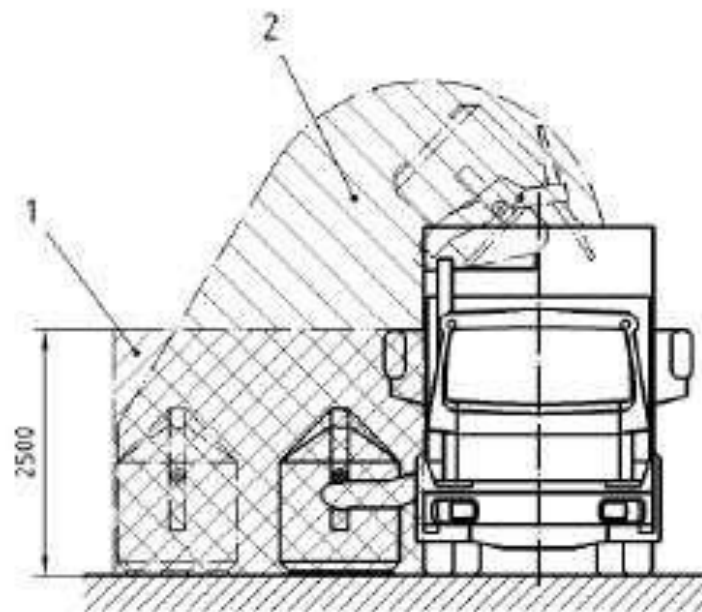
6.1.3.2 Puerta de descarga

- a) Si la puerta de descarga se opera mediante un mecanismo manual de inmovilización y de movilización, el mecanismo de control debe situarse fuera de la trayectoria de la puerta de descarga a una distancia suficiente (ver la norma EN 953).
- b) Si la puerta de descarga se eleva hidráulicamente, debe estar equipada con válvulas de seguridad montadas directamente en los cilindros de elevación o con otros sistemas para impedir el cierre accidental. Si la puerta de descarga se eleva por otros medios, se debe proporcionar una protección equivalente frente a una velocidad excesiva. Cuando la puerta de descarga se eleva, debe ser por medio de un control de acción mantenida.
- c) El cierre de la puerta de descarga no es automático, se realiza únicamente por medio de un control bimanual de acción mantenida que debe estar colocado de manera que el operario mantenga un permanente contacto visual con los ángulos de cierre. Se puede instalar en la cabina un conjunto adicional de controles de acción mantenida para la apertura y el cierre de la puerta de descarga. Este sistema de control debe estar diseñado para evitar cualquier acción involuntaria, ver también el literal a) del numeral 6.1.8.1. Cuando se puede utilizar más de un puesto de control, se deben emplear controles enclavados conforme con la norma EN 60204-1.

La duración total del cierre de la puerta de descarga no debe ser inferior a 20 s. Los controles de la cabina no deben tener la capacidad de cerrar completamente la puerta de descarga, y deben dejar un espacio mínimo de 1 000 mm entre el borde inferior de la puerta y el cajón.

(Continúa)

FIGURA A.1b) – Áreas funcional, visible y de trabajo para la elevación. Vista frontal



Leyenda

- 1 Áreas de trabajo
- 2 Área funcional

(Continúa)

1 RESUMEN

El mantenimiento se puede definir como el control y organización constante de las instalaciones o de los componentes de un producto y/o servicio, así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema productivo en general.

Por lo tanto, las tareas de mantenimiento se aplican sobre las instalaciones fijas y móviles, sobre equipos y maquinarias, sobre edificios industriales, comerciales o de servicios específicos y sobre cualquier otro tipo de bien productivo, debido a la multitud, variedad de procesos y a la estrategia empresarial se aplican diversos tipos de mantenimiento sobre los activos empresariales ya sea en forma específica o una mezcla de ellos en la proporción que requiera cada uno, los cuales persiguen un fin último que es evitar paradas no programadas, maximizar la tasa de producción y lograr el tope de satisfacción del cliente final.

Actualmente existen variados sistemas para acometer el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación. Algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir los fallos, sino que también tratan de actuar antes de la aparición de los mismos haciéndolo tanto sobre los ac-

tivos, tal como fueron concebidos, como sobre los que se encuentran en etapa de diseño, introduciendo en estos últimos, las modalidades de simplicidad en el diseño, diseño robusto, análisis de su mantenibilidad, diseño sin mantenimiento, entre otros.

En este artículo podrá revisar los elementos básicos de los tipos de mantenimiento generales usados en cualquier actividad industrial a nivel mundial, teniendo en cuenta la evolución que ha tenido el mantenimiento a través de la historia es de recalcar que cada vez los tipos van evolucionando a la par de la tecnología, en especial la de la industria 4.0, esta, la cuarta revolución industrial es reciente, tanto que “en Alemania se debate sobre la “industria 4.0”, un término acuñado en la Feria de Hannover de 2011 para describir cómo esta revolucionará la organización de las cadenas de valor globales” (Schwab, La cuarta revolución industrial, 2016, pág. 11).

Al igual que en las anteriores revoluciones industriales, el mantenimiento industrial tiene su cuarta generación o revolución. La expresión mantenimiento industrial 4.0 recién se está acuñando, y se la está asociando principalmente a la tecnología que se tendrá disponible, como son el big data o la inteligencia artificial, que permitirá monitorizar los equipos en tiempo real e inclusive predecir po-

sibles fallas (Vease artículo: CMMShere EDGE: Importancia del monitoreo de activos en tiempo real)



FIG 10. CMMSEGE, Monitorización de variables en tiempo real

2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Los tipos de mantenimiento que se van a describir en este artículo son los siguientes:

1. Mantenimiento correctivo
2. Mantenimiento preventivo
3. Mantenimiento predictivo
4. Mantenimiento productivo total
5. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)
6. Mantenimiento basado en el riesgo (RBM)

2.1 Mantenimiento correctivo

Al mantenimiento correctivo también se le denomina mantenimiento reactivo, este mantenimiento se aplica cuando el activo deja de operar, porque se presenta una falla funcional o avería y su objetivo es poner en marcha su funcionamiento, afectando lo menos posible la productividad, generalmente se repara o se reemplaza el componente del equipo, haciéndolo en el menor tiempo posible.

Hay algunas empresas donde sus estrategias de mantenimiento están enfocadas al correctivo, ya que no tienen los conocimientos, herramientas, personal calificado, presupuestos asignados, y tecnologías modernas para aplicar otros tipos de mantenimiento.

La gestión del mantenimiento correctivo se activa por el fracaso de no poder diagnosticar justo a tiempo la posible falla que puede ocurrir en un equipo, es muy importante determinar qué causó la falla y así tomar las medidas adecuadas.

Se pueden encontrar dos clases de mantenimiento correctivo: el primero, mantenimiento correctivo no programado o de emergencia: se ejecuta cuando aparece la falla en el activo, generando la respectiva parada, de manera que se debe remover la pieza averiada y reponerla de inmediato, ya sea nueva o usada, el segundo tipo es el mantenimiento correctivo programado o planificado: se realiza cuando se detecta que algún componente de una máquina está próximo a fallar, por lo tanto, se hace la programación del trabajo de mantenimiento para corregir la falla potencial.

La falla potencial sucede cuando la falla no inhabilita el equipo para que opere, pero en determinada situación propicia las condiciones que suceda una parada no programada.

2.1.1. Fundamentos de un mantenimiento correctivo

¿Qué repara?	Desmontar la pieza o piezas averiadas, repararlas, cambiarlas y volver a montarlas
	Corregir las desviaciones de los elementos no constructivos de los equipos como son el ensamble, su rig, desbalanceamiento, etc.
	Fornecer el mantenimiento preventivo al activo a pesar de difícilmente alcanzados del equipo
	Construir o reconstruir piezas de repuesto
¿Cuándo actúa?	Ejecutar las modificaciones propuestas por el fabricante
	Reconstruir el equipo cuando ha alcanzado al final de su vida útil funcional
¿Cómo actúa?	De forma aleatoria
	Reparaciones provisionales, cuando la prioridad es restablecer al funcionamiento del equipo, con una disminución en la seguridad del mismo
¿Dónde actúa?	Reparaciones definitivas, cuando se restablecen las prestaciones del equipo y queda 100% operativo
	En campo sobre el equipo instalado donde aparece el fallo
¿Cómo lo hace?	En el taller desmontado la pieza o conjunto y llevándola al taller para su reparación
	Equipos móviles de operarios para reparaciones en el campo
	Los técnicos asignados durante el turno del trabajo o al grupo de operarios del área, dependiendo de la seriedad de la parada
	En ocasiones, se contrata a servicios externos según sea el caso

Título 1 Fundamentos del mantenimiento correctivo

Adicionalmente, hay que tener en consideración:

- El mantenimiento correctivo es el brazo ejecutor del mantenimiento. Su intervención puede ser requerida: a instancias del usuario interno o externo (Cliente) del sistema averiado o a instancias del mantenimiento preventivo como consecuencia de una inspección del sistema (se detecta una avería inminente) o la ejecución de una propuesta de modificación del sistema.

- Hay equipos que no se pueden detener inesperadamente: proveen de un servicio esencial en el caso de aparatos de sostenimiento en hospitales y/o el producto se puede deteriorar o solidificar (ejemplos: salas blancas de manipulación de alimentos o inyectores de polímeros fundidos). En este caso el factor tiempo de reparación es crítico.

2.1.2 Fases de la acción correctiva

- El usuario detecta la avería "en el momento que necesita el equipo", ya sea al ponerlo en marcha o bien durante su utilización.
- En muchos casos el usuario pasará por alto ruidos y anomalías que pueden preceder al fallo y no dará parte de la avería hasta que ésta le impida seguir trabajando, pudiendo dar lugar a un agravamiento del fallo inicial y/o a una parada en el momento más inoportuno.
- El equipo de mantenimiento correctivo obra a instancias de una carga de trabajo variable y difícilmente predecible: la avería puede ocurrir a una hora, o un lugar si la máquina es móvil, en la que no halla suficiente personal de mantenimiento o los repuestos necesarios, así como la importancia de la avería o la acumulación de las mismas.
- Los operarios de mantenimiento correctivo sólo tienen contacto con el sistema cuando lo reparan perdiendo toda la información en el seguimiento de los activos durante su funcionamiento, no hay seguimiento basado en condiciones.



Fig 2. Fases de la acción correctiva

2.1.3. Mantenimiento correctivo como método único

Aunque lo más habitual es que se utilice el mantenimiento correctivo como complemento del mantenimiento preventivo, el jefe de mantenimiento no debe dejarse influenciar por la tendencia a implementar sistemáticamente el mantenimiento preventivo puesto que en ocasiones cuesta más de lo que aporta.

Puede resultar interesante aplicar el mantenimiento correctivo como método único de intervención cuando:

- Los costes indirectos del fallo son mínimos y los requerimientos de seguridad lo permiten.
- Las paradas no programadas de los equipos no son críticos para la producción o la prestación de un servicio.
- La empresa adopta una política de cambio frecuente de material.
- De acuerdo a la naturaleza del equipo, una bomba de dosificación de baja capacidad no es lo mismo que un generador eléctrico de alto suministro energético.

El mantenimiento queda reducido a la reparación, disminuyendo así la inversión que comporta, pero aparecen una serie de importantes desventajas:

- Imprevisión de personal: el número de personas de mantenimiento correctivo es más numerosa.

- Imprevisión de suministros: almacén de fungibles y repuestos debe ser lo más completo posible, alto costo de inventario.
- Aumentan los gastos directos de mantenimiento y los financieros.
- Averías de mayor magnitud al utilizar el sistema hasta el límite de sus posibilidades.

Por otra parte, aunque a un sistema se le apliquen elevados niveles de intervención en mantenimien-

to preventivo (prevención-predicción-modificaciones), es imposible prescindir del mantenimiento correctivo. Siempre habrán averías que se escapen a cualquier prevención y que será necesario reparar inmediatamente.

Del mismo modo, determinadas tareas rutinarias como el engrase y la limpieza, que están incluidas en el mantenimiento preventivo, siempre deberán existir. Son necesarias aunque se implemente el mantenimiento correctivo como método único.

2.1.4. Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo

Ventajas	Desventajas
Prolongar la vida útil de los equipos por medio de reparaciones de componentes o piezas y corregir las fallas.	La avería o falla puede aparecer en el momento más inoportuno.
Es imposible determinar la falla.	Las averías o fallos no detectados a tiempo pueden ocasionar daños más complejos e irreparables en los equipos.
No genera gastos fijos.	Alto inventario de repuestos.
Sin programar ni prever ninguna actividad.	La producción o prestación del servicio se vuelve impredecible y poco fiable.
Solo se gasta dinero, cuando está claro que se necesita hacerlo.	Se asumen inseguridades económicas, que pueden ser muy relevantes. Presupuestos operativos mal elaborados.
A corto plazo se ofrece un buen resultado económico.	"Se disminuye la vida útil de los equipos. No hay un diagnóstico confiable de las causas que provocan las fallas, pues se desconoce por qué falló. Por ello, la falla se puede repetir una y otra vez."
Hay sistemas, máquinas y equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto, como los dispositivos electrónicos.	"Hay tareas o actividades que siempre son rentables, como la limpieza, lubricación, revisión. Determinados equipos necesitan continuamente ajustes y seguimiento."
Estos son los argumentos para que muchas industrias no se deciden por un modelo de solo el tipo de mantenimiento correctivo.	Las averías o fallos y los comportamientos anormales de los componentes, equipos o máquinas no solo ponen en peligro las metas de producción y prestación de un servicio, sino la seguridad de las personas, el medio ambiente y otros activos. Apoyarse solamente en el mantenimiento correctivo y reparar cuando solo se presenta la avería, para esto se debe contar con técnicos muy especializados y cualificados, tener un alto inventario o stock de repuestos (alto capital inmovilizado) y también contar con medios técnicos muy variados.

Tabla 2. Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo

2.2 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se fundamenta en una serie de labores o actividades planificadas que se llevan a cabo dentro de periodos definidos, se diseña con el objetivo de garantizar que los activos de las compañías cumplan con las funciones requeridas dentro del entorno de operaciones para optimizar la eficiencia de los procesos; para prevenir y adelantarse a las fallas de los elementos, componentes, máquinas o equipos, como también hace referencia a diferentes acciones, como cambios o reemplazos, adaptaciones, restauraciones, inspecciones, evaluaciones, etc., realizadas en periodos de tiempos por calendario (vease fig 3).



Fig 3. Calendario de ordenes de trabajo en el CMMSiware

2.2.1 Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo

Ventajas	Desventajas
Aumenta la confiabilidad de los equipos puesto que operan en mejores condiciones ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento.	Implica realizar una inversión inicial y sostenida en infraestructura y mano de obra.
Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo gracias a una programación o schedule de actividades semanales.	Si no se priorizan y asignan adecuadamente la cantidad y profundidad de las tareas de mantenimiento, se llegan a generar sobrecargas de trabajo que no aporten a la operación y rendimiento de los activos.
"Mayor duración de los equipos e instalaciones. Disminución de los inventarios de repuestos en existencia y los costos asociados."	Alto costo en inspecciones frecuentes.
Disminución del downtime y tiempo de paradas no programadas de los activos.	Cambios innecesarios, al elevarse la vida útil de un elemento se genera a su cambio, encontrándose muchos casos que el elemento que se cambia permitiría ser utilizado durante un tiempo más prolongado (para desconocidos). En otros casos, ya con el equipo desmontado, se observa la necesidad de "aprovechar" para realizar el reemplazo de piezas menores en buen estado (sobre mantenimiento) y que está relacionado con sesgos cognitivos (sesgo a que fallará esto es un caso claro de una anticipación del reemplazo o cambio prematuro).
Menor costo de las reparaciones.	Problemas iniciales de operación cuando se desmonta al equipo y se montan piezas nuevas, para luego, efectuar las primeras pruebas de funcionamiento, pueden aparecer diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.

Tabla 3. Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo

2.2.2. Clasificación del mantenimiento preventivo

La investigación y la experiencia acumulada en el ámbito del mantenimiento, y más concretamente en el mantenimiento preventivo, hace que éste se encuentre en constante evolución. Aparecen nuevas técnicas y procedimientos que son útiles en un área específica y, en consecuencia, se van estructurando en diversos y variados sistemas o clases de mantenimiento, según sea el tipo de control que ejerce cada uno sobre el estado la máquina y los medios que se utilizan.

Clasificación del mantenimiento preventivo	
Mantenimiento preventivo	Mantenimiento de uso (UO)
	Mantenimiento sistemático o "Hard Time" (BCT)
Mantenimiento predictivo	Mantenimiento según condición "On Condition" (BAC)
	Mantenimiento por monitoreo de condición o "Condition Monitoring" (BAM)
Mantenimiento modificativo	Mantenimiento basado en modificaciones (BMM)

Tabla 4. Clasificación del mantenimiento preventivo

C. Mantenimiento según condición (MOC)

El MOC pertenece al bloque de mantenimiento predictivo que consiste en el conocimiento permanente del estado y operatividad del sistema, mediante el control de determinadas variables cuyo diagnóstico indica cuando es el momento oportuno para ejecutar una revisión total del componente, pieza o conjunto para dejarlo en un estado óptimo para el servicio (reparándolo perfectamente o sustituyéndolo por otro nuevo).

Este tipo de mantenimiento predictivo se basa en el principio de que una máquina manifiesta ciertos síntomas antes de producirse la avería, el valor de cada variable que representa el síntoma previo a la avería, se traduce en un tiempo de preaviso o intervalo de confianza, establecido entre el nivel de alarma, momento de ejecutar la revisión, y el nivel de avería.

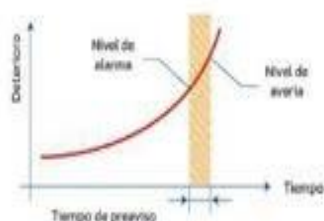


Fig. 4 – Gráfico de detallado vs. Tiempo, intervalo de confianza (tiempo de preaviso). Fuente: [Díez, José]

Ventajas	Desventajas
Aprovecha parte de la vida residual del activo (seguimiento de la evolución del fallo hasta que sea riesgoso para la operación, medio ambiente y personas)	Limitación en algunos tipos de fallo
Pieza (defectuosa, identificada y localizada (origen de la falla))	Disponibilidad de instrumentos de medida y monitorización (algunos de tecnología avanzada y precio alto)
Disminuye en un 75% el número de trabajos no programados.	Equipo de inspectores bien preparado y formado en la operación y mantenimiento de los activos
Permite el análisis estadístico del sistema	Genera gran cantidad de información que debe ser procesada oportunamente, tanto almacenamiento y análisis es soportado por un CMMS

Tabla 4. Ventajas y desventajas del mantenimiento MOC.

Hay varias técnicas utilizadas en el mantenimiento según condición y a medida que avanza la tecnología se van incorporando otras nuevas, a continuación se describen algunas de ellas:

- Un aumento de la caída de presión a su paso por un filtro indica que este está sucio, medida a través de un medidor de presión a la entrada y salida del filtro.
- El desgaste de un compresor puede detectarse por un aumento de la temperatura del flujo del aceite en los sellos.

- Las fugas de aire, vacío y gas o el mal asiento de una válvula se pueden detectar por las ondas ultrasónicas que producen (frecuencia aproximada de 20.000 Hz).
- Un aumento de la viscosidad del aceite lubricante puede indicar puntos calientes dentro de la máquina.
- Si en elementos móviles de contacto deslizante, aparecen **residuos de partículas ferrosas** de un tamaño aproximado de 1 mm, puede indicar la **desgaste de las superficies**, esto se puede detectar a través de un plug magnético.
- La existencia de una picadura en la pista de un rodamiento hace que se produzca un impacto cada vez que una bola (o rodillo) pase por el defecto. Esto se puede detectar por el cambio de **vibración**.

- La existencia de fugas de fluido a través del sello mecánico de una bomba indica su desgaste o también el golpe de ariete en la tubería de descarga indica incorrecto método de aspiración, presión de descarga menor a la presión de vapor del fluido o desgaste del impeller.

Para realizar la monitorización se tiene que hacer uso de una instrumentación adecuada de la variable que se desea evaluar y realizar una interpretación correcta de los resultados.

2.3 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento, donde se asocia la relación de parámetros físicos con el desgaste o estado de un activo, en este se tiene en cuenta la medición, el seguimiento y el monitoreo de parámetros y las condiciones de operación de un activo empresarial. En el activo, se evalúan, se configuran y se gestionan valores de alarma y de actuación de todas aquellas variables que se contemplan relevantes de medir y gestionar.

El mantenimiento predictivo también se puede considerar como una técnica para presagiar el punto futuro de falla, anomalía, rotura o avería de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle, de esta manera, el downtime del equipo se disminuye y el tiempo de vida del componente se prolonga.

En este tipo de mantenimiento se realizan una serie de pruebas de carácter no destructivo, guiadas a realizar un seguimiento de operación de los equipos para capturar los signos de advertencia que indiquen que alguna de sus partes no está trabajando de forma adecuada. Los datos más relevantes que entrega este tipo de seguimiento de los equipos es la tendencia de los valores, ya que se puede acceder a los cálculos necesarios para así prever con cierto margen de error cuando un equipo fallará. Se les nombra técnicas predictivas. Aplicando este tipo de mantenimiento sistemático por horas de funcionamiento o por tiempo avanzado desde la última revisión, el mantenimiento predictivo tiene la ganancia indiscutible de que en la mayoría de

las veces no es necesario hacer grandes desmontajes, y en muchos casos ni siquiera es necesario parar el equipo.

Normalmente son técnicas no invasivas. Si después de la inspección se detecta algo irregular se define programar una intervención. La meta es prever el fallo desastroso de un componente, pieza o de todo equipo y, por tanto, anticiparse a este, es así como estas técnicas de mantenimiento predictivo ofrecen una ventaja adicional sobre la manutención de niveles de stock bajos, la compra de repuestos se realiza cuando se necesita con un tiempo de procura adecuado, reduciendo en gran medida el capital inmovilizado.



Fig. 6. Técnicas predictivas.

También hay otras técnicas predictivas de aplicación muy sencilla, como las inspecciones visuales y lecturas de indicadores. La aplicación del mantenimiento predictivo se fundamenta en implantar, en primer lugar, un historial de la relación entre la variable seleccionada y la vida del componente. Esto se consigue por medio de la toma de lecturas

(por ejemplo, la vibración de un cojinete) en intervalos periódicos hasta que el componente falle. En la figura 7 se muestra una curva típica que resulta de graficar la variable (vibración) contra el tiempo.

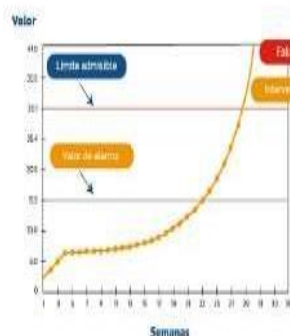


Fig. 7. Gráfico de vibración de un cojinete, fuente García 2009.

Análisis de vibraciones

Unos de los objetivos principales de este análisis debe ser la caracterización de las amplitudes preponderantes de las vibraciones localizadas en la pieza crítica o en algún punto de las partes utilizadas para disipación de vibraciones como los skids de centrifugas decantadoras; definir las causas de la vibración y, por lo tanto, ejecutar la oportuna corrección del problema que ellas representan. Las vibraciones mecánicas (fig 8) traen como consecuencia en primer lugar desajustes de piezas, el incremento de los esfuerzos y las tensiones, las pérdidas de energía, el desgaste de los materiales, y las que causan más daño: fatiga de los materiales, además de altos niveles de ruidos.

Anexo 10. Equipos y Laboratorios. (2022). *Análisis de criticidad de equipos: Una metodología para mejorar la confiabilidad operacional.*

EL ANALISIS DE CRITICIDAD, UNA METODOLOGIA PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual.

El mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componente, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: confiabilidad humana, confiabilidad del proceso, confiabilidad del diseño y la confiabilidad del mantenimiento. Lamentablemente, difícilmente se disponen de recursos ilimitados, tanto económicos como humanos, para poder mejorar al mismo tiempo, estos cuatro aspectos en todas las áreas de una empresa. ¿Cómo establecer que una planta, proceso, sistema o equipo es más crítico que otro? ¿Qué criterio se debe utilizar? ¿Todos los que toman decisiones, utilizan el mismo criterio? El análisis de criticidades da respuesta a estas interrogantes, dado que genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Una vez identificadas estas zonas, es mucho más fácil diseñar una estrategia, para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos o elementos que formen parte de la zona de alta criticidad. Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados con: seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, rata de fallas y tiempo de reparación principalmente. Estos criterios se relacionan con una ecuación matemática, que genera puntuación para cada elemento evaluado. La lista generada, resultado de un trabajo de equipo, permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades, y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito maximizando la rentabilidad.

Definiciones Importantes

Análisis de Criticidad: Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.

Confiabilidad: Se define como la probabilidad de que un equipo o sistema opere sin falla por un determinado periodo de tiempo, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas.

Confiabilidad Operacional: Es la capacidad de una instalación o sistema (integrados por procesos, tecnología y gente), para cumplir su función dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico.

Es importante puntualizar que en un programa de optimización de Confiabilidad Operacional, es necesario el análisis de los siguientes cuatro parámetros: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad de los equipos y la confiabilidad de los equipos.

El Análisis de Criticidad

El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y, la consecuencia está referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes:

Seguridad

Ambiente

Producción

Costos (operacionales y de mantenimiento)

Tiempo promedio para reparar

Frecuencia de falla

Un modelo básico de análisis de criticidad, es equivalente al mostrado en la figura 3. El establecimiento de criterios se basa en los seis (6) criterios fundamentales nombrados en el párrafo anterior. Para la selección del método de evaluación se toman criterios de ingeniería, factores de ponderación y cuantificación. Para la aplicación de un procedimiento definido se trata del cumplimiento de la guía de aplicación que se haya diseñado. Por último, la lista jerarquizada es el producto que se obtiene del análisis.

Emprender un análisis de criticidad tiene su máxima aplicabilidad cuando se han identificado al menos una de las siguientes necesidades:

Fijar prioridades en sistemas complejos

Administrar recursos escasos

Crear valor

Determinar impacto en el negocio

Aplicar metodologías de confiabilidad operacional

El análisis de criticidad aplica en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte. Sus áreas comunes de aplicación se orientan a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos:

Mantenimiento

Inspección

Materiales

Disponibilidad de planta

Personal

En el ámbito de mantenimiento:

Anexo 11. Díaz Concepción, A., Benítez Montalvo, R., Castillo Serpa, A., Cabrera Gómez, J., Villar Ledo, L., & Rodríguez Piñeiro, A. J. (2021). *Formulación de un nuevo concepto de confiabilidad operacional. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*,

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la actividad de mantenimiento ha pasado de una concepción reactiva a una proactiva que tiene al negocio y al cumplimiento de la demanda del cliente en su enfoque fundamental, observándose que una de las estrategias que se imponen es la confiabilidad operacional ⁽¹⁾.

Diferentes autores definen la confiabilidad operacional como la capacidad de un sistema formado por equipos, procesos, tecnologías y personas para cumplir las funciones para las cuales ha sido concebido, dentro de ciertos límites y para un contexto operacional dado ⁽²⁾.

En la investigación corporativa realizada por Mitos del Mantenimiento, Pensamiento & Errores, Parte II: Mejorando la Confiabilidad Operacional & Disponibilidad ⁽³⁾, se discuten aspectos que afectan la obtención de resultados positivos en el mantenimiento de equipos, presentando la confiabilidad operacional como una forma de transformación de la organización, la cual requiere de tiempo y recursos para alcanzar un cambio efectivo en los indicadores de eficiencia de la empresa. Sin embargo, en este trabajo no se propone un concepto de la confiabilidad operacional.

En la metodología propuesta por los autores Stenstrom, Parida y otros ⁽⁴⁾, para estimar la disponibilidad y la mantenibilidad como mejora de la confiabilidad operacional, proponen modelos para evaluar la disponibilidad y la mantenibilidad de la organización en forma independiente, aunque se brinda un criterio de integración de ambos para apoyar la toma de decisiones. Proponen que esta metodología solo debe ser usada en sistemas complejos y en entidades con alta tecnología, teniendo como limitación que no analizan los restantes elementos integrantes, además de no pronunciarse por un concepto de confiabilidad operacional.

Los autores Zhang Ding y Zhang Yingjie ⁽⁵⁾, presentan un análisis de confiabilidad y mantenimiento de los sistemas de fabricación en talleres de trabajo. Partiendo de este análisis, proponen una política eficiente de mantenimiento preventivo en términos de análisis de efectos de falla. Brindan diferentes modelos típicos para análisis cuantitativos de la confiabilidad de equipos y la mantenibilidad, pero no se muestra un indicador que integre a ambas y tampoco proponen un concepto de confiabilidad operacional.

De la investigación realizada se puede concluir que los autores analizados proponen mejoras a la confiabilidad operacional sin formular un concepto que la defina.

El objetivo de la investigación se basó en construir un concepto de confiabilidad operacional. Este concepto pretende integrar en forma efectiva los elementos componentes de la confiabilidad operacional: equipamiento, el recurso humano y el proceso tecnológico. Se propuso una matriz que muestra cómo ha de ser esta integración. Para cumplir con este objetivo se empleó el método de la tormenta de ideas y se utilizaron encuestas para la validación del concepto propuesto. A partir del juicio de los especialistas consultados y los resultados de las encuestas, se llegó a la conclusión de que el concepto que se propuso es adecuado y su contenido supera a los restantes conocidos.

nuevos métodos, diseños cada vez más complejos y responsabilidades enfocadas al negocio y la satisfacción de los clientes como meta fundamental. Se requiere por tanto, un conjunto de estrategias, políticas y actitudes sistemáticas para asegurar que un sistema o componente pueda ser operado cuando se necesita. El Mantenimiento, al asegurar un menor índice de fallo, mayor explotación y elevada confiabilidad produce un bien real, que puede resumirse en capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.^{1,4}

Dentro de la filosofía de la confiabilidad, un sistema integrado de Confiabilidad Operacional es la unión de metodologías de inspección y análisis de mantenimiento con el cual se generan los mejores planes de inspección y mantenimiento, mediante una perspectiva que enlaza una serie de elementos técnicos, de negocios y filosóficos en una estrategia global, cuyo objetivo es lograr una serie de efectos positivos que ayuden a posicionar a cualquier empresa en la categoría de Clase Mundial.⁵

En un sistema de Confiabilidad Operacional es necesario el análisis de sus cuatro parámetros operativos: Confiabilidad Humana, Confiabilidad de los Procesos, Mantenibilidad y Confiabilidad de los Equipos; sobre los cuales se debe actuar si se quiere un mejoramiento continuo y de largo plazo.⁶

En la figura 1 se muestran los elementos integrantes de la Confiabilidad Operacional.

La empresa de aviación en la que se realiza el estudio, es un operador aéreo donde el proceso de mantenimiento comprende todo el trabajo que se realiza para conservar la aeronave en condiciones de aeronavegabilidad, teniendo gran incidencia en la seguridad de las operaciones aéreas, por lo que

es una alta prioridad para la máxima dirección de la organización.⁷

La empresa tiene diseñado un Programa de Confiabilidad para mejorar el mantenimiento de las aeronaves y controlar sus costos, con el objetivo de cumplir los requerimientos propios de sus operaciones, el cual es desarrollado, tomando en consideración las recomendaciones de la Dirección de Ingeniería y Aeronavegabilidad (DIA) del Instituto de la Aeronáutica Civil de Cuba (IACC) y los Fabricantes, así como la experiencia de explotación y el nivel de utilización de las aeronaves, siguiendo el orden que se establece en las Regulaciones Aeronáuticas Cubanas (RAC).

De acuerdo con lo anterior, el presente trabajo se orienta a estudiar el mejoramiento del programa de mantenimiento de las aeronaves basado en un análisis de Confiabilidad Operacional, para facilitar la toma de decisiones y optimizar la gestión del mantenimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio basado en los indicadores de Confiabilidad Operacional se realiza para el sistema de acondicionamiento de aire (ECS) de las aeronaves tipo IL - 96 - 300, teniendo en cuenta que durante el periodo de explotación de estas aeronaves, este sistema ha venido presentando un incremento en el número de fallos, lo que ha provocado un grupo de consecuencias operacionales y por tanto, una pérdida en la calidad de los servicios que prestan.

El análisis de los agregados del sistema se basa en los reportes de tripulación y mantenimiento e incluye remociones, fallas, chequeos funcionales e inspecciones, demoras y cancelaciones técnicas, interrupciones de vuelo e incidentes técnicos. La información es recopilada y extraída de programas especializados para el almacenamiento de esta información y que sirven como fuente primaria para el procesamiento y elaboración de informes que permitan establecer criterios objetivos de evaluación para tomar acciones de mantenimiento.⁶

En la tabla I se precisa una relación de los activos con mayor cantidad de incidencias en los fallos del ECS y su influencia cuantitativa en esta contribución.

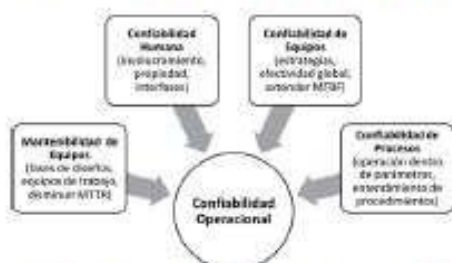


Fig. 1. Elementos integrantes de la Confiabilidad Operacional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se requiere analizar cada uno de los parámetros de la Confiabilidad Operacional, para optimizar las características operacionales de los activos más críticos, reducir los costos y garantizar un mejoramiento continuo y de largo plazo.

CONFIABILIDAD EN LOS PROCESOS Y SISTEMAS

Los índices de confiabilidad se determinan mediante las ecuaciones 1 y 2, los valores obtenidos para cada activo se presentan en la tabla II.

Se puede observar en la tabla II que los valores de β ($\beta = 2$) son típicos para activos con una probabilidad de fallo creciente. Los valores de confiabilidad obtenidos para cada activo son aproximadamente de un 50 %, lo que está por debajo de los estándares que se exige en la industria aeronáutica. El agregado de menor confiabilidad fue la válvula 3409 con 49.7 % y el de mayor confiabilidad fue la válvula 3408 con 53.6 %.

Tabla II. Parámetros de confiabilidad de cada activo.

Agregados	Parámetro β	Parámetro α	MTBF (horas)	R(t)	R(t) %
Turbina 6671	6.40984	11692.2	10871	0.534	53.4
Válvula 3449	3.49362	10157.4	9132	0.502	50.2
Válvula 3409	3.30843	10117.2	9080	0.497	49.7
Válvula 3408	8.1174	6078.22	5735	0.536	53.6
Válvula 3415	3.34192	11175.9	10030	0.498	49.8
Válvula 3173A	4.55963	11893.7	10860	0.517	51.7

En la estimación de la confiabilidad del sistema se tiene en cuenta la forma en que están interconectados los componentes y subsistemas. En el caso del ECS la configuración de sus subsistemas es en serie, pero en cada subsistema, los agregados se encuentran instalados en una configuración serie, paralelo o mixta, por lo que la disposición del sistema es una configuración mixta.

En la tabla III se muestra los resultados de la confiabilidad del sistema tomando en cuenta la de sus subsistemas y agregados.

En la tabla III se aprecia que la confiabilidad del sistema de acondicionamiento de aire de las aeronaves IL - 96 - 300 es de un 54.3 %. El subsistema de más baja confiabilidad fue el de distribución con 69 % y

Tabla III. Indicadores de confiabilidad del sistema de aire acondicionado.

Subsistemas	Agregados	R(t) Agregados	R(t) Subsistema	R(t) %
Extracción	Válvula 3449	0.5018	0.938	93.8
Cross-Feed	Válvula 3409	0.4969	0.882	88.2
	Válvula 3408	0.5356		
Enfriamiento	Turbina 6671	0.5341	0.953	95.3
Distribución	Válvula 3409	0.4969	0.69	69
	Válvula 3408	0.5356		
	Válvula 3415	0.4982		
	Válvula 3173A	0.5165		
Sistema		0.545		54.5

el de mayor confiabilidad fue el de enfriamiento de aire con 95.3 %.

El sistema de acondicionamiento de aire en las aeronaves es un sistema de confort, lo que implica que el fallo de uno de sus componentes o del sistema no afectaría la navegabilidad de la aeronave. La baja confiabilidad de este sistema afecta directamente

la calidad de los servicios y no atenta contra la seguridad del vuelo.

MANTENIBILIDAD DEL EQUIPO

En la tabla IV se pueden observar los indicadores de mantenibilidad para cada uno de los activos, comprobándose que la válvula 3415 fue el activo de menor confiabilidad con 35.8 % y la probabilidad de que las tareas de mantenimiento no fueran cumplidas en 8 horas y si entre 8 y 12 fue de 33.9 %. En el indicador del cumplimiento de las tareas de mantenimiento se puede apreciar como el 90 % de las mismas fueron cumplidas en 21.9 horas. El activo de mayor confiabilidad en las acciones de mantenimiento fue la válvula 3173A con 94 %, el

Anexo 12. Márquez, C. P., & Márquez, A. C. (2019). Modelo integral de Gestión del Mantenimiento (MGM), alineado con los pilares del conocimiento de la certificación CMRP (Certified Maintenance & Reliability Professional) y con el proceso de Gestión de Activos (ISO 55000). In Lima: SMRP Simposio.



las necesidades de la empresa. A menudo la eficacia de las funciones empresariales se mide en términos de calidad del servicio realizado por esa función, siempre desde el punto de vista cliente-proveedor y bajo la perspectiva del cliente. La eficacia de la gestión se concentra entonces en lo correcto de los procesos que se emprenden y en que los procesos produzcan el resultado esperado de los mismos (Parra et al., 2021).

La eficacia de la gestión de mantenimiento nos permitirá entonces minimizar los costes indirectos de mantenimiento (Vagliasindi, 1989), aquellos asociados con las pérdidas de producción y en última instancia con la insatisfacción del cliente. Por tanto, en el caso de mantenimiento, la eficacia de la gestión de esta función podemos entenderla como la satisfacción que la empresa tiene con la capacidad y condición de sus activos (Wireman, 1998), o con la mejora general de los costes que experimenta cuando la capacidad de producción está disponible cuando se necesita (Palmer, 1999).

La segunda parte en que hemos dividido el proceso de mantenimiento tiene que ver con la eficiencia de nuestra gestión, que debería ser menos importante que la primera (garantizar la eficacia de esta) para la organización. Eficiencia es actuar o producir con el mínimo esfuerzo, minimizando derroche o desperdicio de recursos, y los gastos asociados a los mismos. Si logramos mejoras en esta segunda parte del proceso de gestión, nos permitirán minimizar los costes directos de mantenimiento, es decir realizar un servicio de mantenimiento de igual o mejor calidad a costes más competitivos.

1.2.2. PRINCIPIOS BÁSICOS EN LA DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

El proceso de definición de una estrategia para mantenimiento puede describirse utilizando métodos estándar bien conocidos de planificación estratégica, que normalmente incluyen lo siguiente (ver Figura 1):

- Obtención, partiendo de los objetivos corporativos del negocio, los objetivos y políticas de mantenimiento al más alto nivel. Estos objetivos pueden incluir, por ejemplo valores estimados y realistas para las siguientes variables: Disponibilidad de equipos, confiabilidad, seguridad, riesgo, presupuesto de mantenimiento, etc.; a su vez, estos objetivos deben de ser comunicados a todo el personal que está involucrado en mantenimiento, incluyendo terceras partes;
- Determinación del desempeño o rendimiento actual de las instalaciones productivas;
- Determinación de los medidores claves a considerar para la evaluación del rendimiento de las instalaciones (Key Performance Indicators —KPIs). Las mejoras por perseguir se basarán en esta serie de medidores aceptados por la dirección de operaciones y de mantenimiento;
- Establecimiento de una serie de principios que conducirán la implementación de la estrategia, y que condicionarán la posterior planificación, ejecución, evaluación, control y análisis para la mejora continua de las actividades de mantenimiento.

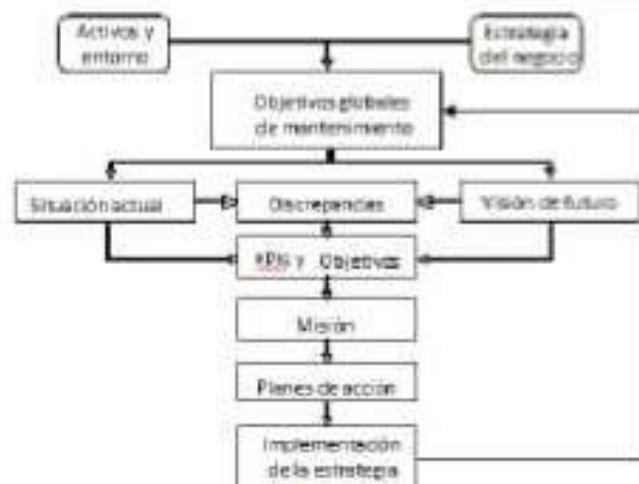


Figura 1. Modelo para la definición de la estrategia de mantenimiento (Crespo, 2007)

1.2.3. ASPECTOS POR CONSIDERAR A LA HORA DE IMPLEMENTAR ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

La gestión de mantenimiento debe conseguir alinear las actividades de mantenimiento de acuerdo con la estrategia definida y esto debe de hacerlo en los tres niveles de actividad en la empresa: estratégico o de dirección, táctico o de procesos y operativo (Crespo et al., 2009, Parra y Crespo, 2015).

Después de haber transformado las prioridades del negocio en prioridades de mantenimiento, los gerentes de mantenimiento construirán sus estrategias a corto-medio plazo para atacar potenciales puntos débiles en el mantenimiento de los equipos, de acuerdo con estos objetivos. De esta forma se obtiene un plan de mantenimiento genérico en la empresa que luego hay que desarrollar. El desarrollo de este plan supondrá, como punto fundamental, concretar una serie de políticas a llevar a cabo para los activos considerados críticos. A este mismo nivel, otra serie de acciones pueden concretarse sobre aspectos que tengan que ver, por ejemplo, con los requisitos sobre habilidades y tecnologías a utilizar para la mejora de la eficacia y eficiencia de mantenimiento a un nivel micro, pero que requieren de inversiones de consideración.

En un segundo lugar, las acciones a nivel táctico deben determinar la correcta asignación de los recursos de mantenimiento (habilidades, materiales, equipos de pruebas y medida, etc.) para la concesión del plan de mantenimiento. Como resultado, un programa detallado será materializado con todas las tareas a desarrollar, con los correspondientes recursos asignados para la realización de estas. Además, durante el proceso detallado de planificación y programación de las necesidades de mantenimiento, este nivel de actividad en la empresa debe desarrollar competencias que le permitan discriminar entre diferentes opciones de recursos a su disposición (de diferente coste), que pueden ser asignados para realizar una determinada tarea en un activo específico (por ejemplo, una máquina particular), el lugar idóneo de realización de la tarea y el tiempo de comienzo y ejecución. Lo anterior detallará de forma explícita las políticas de mantenimiento a nivel táctico (Parra y Crespo, 2012).

Las acciones a nivel operativo deben asegurar que las tareas de mantenimiento se completan de forma adecuada por los técnicos seleccionados, en el tiempo acordado, siguiendo los procedimientos reseñados y utilizando las herramientas adecuadas. Como resultado de lo anterior, el trabajo se realizará y se recogerán los datos correspondientes para ser introducidos en el sistema de información para la gestión. Los procedimientos a nivel operativo serán necesarios para las actividades preventivas, reparaciones y diagnóstico complicado de fallos.

2. MODELO PROPUESTO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO (MGM)

A continuación se concreta lo anteriormente comentado de forma sencilla y práctica, pensando siempre en facilitar a los gestores de mantenimiento la aplicación de los conceptos anteriores. Se presenta entonces una propuesta de modelo genérico de gestión del mantenimiento (MGM) (Crespo, 2007, Parra y Crespo, 2015), que tiene en cuenta e integra muchos de los modelos encontrados en la literatura hasta la fecha, o de los empleados en la práctica en empresas de amplia tradición y excelencia en este campo (Pintelon y Gelders, 1999 y Vanneste y Van, 1995).



Figura 2. Modelo del proceso de gestión del mantenimiento (MGM) (Crespo, 2007, Parra y Crespo 2015)

El modelo de gestión del mantenimiento (MGM) propuesto está compuesto por ocho bloques (Figura 2), que distinguen y caracterizan acciones concretas a seguir en los diferentes pasos del proceso de gestión de mantenimiento. Es un modelo dinámico, secuencial y en bucle cerrado que intenta caracterizar de forma precisa el curso de

acciones a llevar a cabo en este proceso de gestión para asegurar la eficiencia, eficacia y mejora continua del mismo.

Tal y como se indica en la figura de referencia del MGM, los primeros tres bloques condicionan la eficacia de la gestión, los siguientes bloques aseguran la eficiencia de esta y su mejora continua de la siguiente forma: Los bloques 4 y 5 incluyen acciones para la planificación y programación del mantenimiento, incluyendo por supuesto la planificación de la capacidad del departamento de mantenimiento. Los bloques 6 y 7 están dedicados a la evaluación y control del mantenimiento y del coste de los activos a lo largo de su ciclo de vida. Finalmente el bloque 8 se centra en acciones para asegurar la mejora continua de la gestión (Parra et al, 2021).

2.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE AL MODELO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO (MGM)

Como fue anteriormente mencionado, la estructura de soporte comprende un conjunto de técnicas que son necesarias para. Esta estructura contiene una serie de pilares que pueden clasificarse como sigue (Crespo y Gupta, 2006):

- *El pilar de tecnologías de la información (IT Pillar).* Aquí incluimos el GMAO (herramientas de soporte informático a la gestión del mantenimiento, por ejemplo SAP PM, MAXIMO, etc.) y las tecnologías de conocimiento de la condición, que serán fundamentales para la mejora de la eficacia y eficiencia en la gestión de mantenimiento, alineando de manera continua las decisiones tácticas y operacionales con los objetivos del negocio.
- *El pilar de técnicas de ingeniería de mantenimiento.* Aquí incluimos técnicas como el RCA, RCM, TPM, modelos estocásticos para modelar el proceso de fallos, técnicas cuantitativas de optimización, y otras técnicas de investigación de operaciones orientadas a la optimización de los recursos que utilizamos en mantenimiento.
- *El pilar de técnicas para la mejora organizacional.* Es un pilar tan importante como los pilares anteriores y tiene que ver con técnicas, a los tres niveles de actividad, para promover una mejor competencia en la gestión de las relaciones inter y extra organizacionales.

En la Figura 3, presentamos un modelo práctico que incluye la utilización de algunas herramientas comerciales relacionadas con las áreas de Ingeniería de Mantenimiento y Confiabilidad, herramientas que encajan dentro de cada uno de los 8 bloques (8 fases) del MGM.

A continuación, introduciremos brevemente cada técnica y discutiremos como puede ser de mayor ayuda a los procesos de tomas de decisiones que tienen lugar en cada etapa del proceso. De esta forma caracterizamos además la estructura de soporte de del modelo de gestión del mantenimiento (MGM):

- *Fase 1. Técnicas para definir la estrategia de gestión de mantenimiento.* Para poder asegurar que los objetivos operacionales de mantenimiento y la estrategia no son inconsistentes con los objetivos generales del negocio (Gelders et al., 1994), podemos introducir e implementar en el área de mantenimiento técnicas como el Cuadro de Mandos Integral (The Balanced Scorecard –BSC– (Kaplan y Norton, 1992)). El BSC es específico para la organización para la cual es desarrollado y permite la creación de

una serie de indicadores claves de rendimiento (KPIs) para medir el desempeño de la gestión de mantenimiento, que están alineados con los objetivos estratégicos de la organización. Al contrario que otras medidas convencionales que están orientadas al control, BSC coloca en el centro de su análisis la estrategia global y la visión del negocio para de esta forma enfatizar en la consecución de una serie de metas en el rendimiento de la organización. Estas metas se diseñan para alinear a la gente con una visión general para la organización. Las metas para los indicadores seleccionados se establecen siguiendo un proceso participativo que requiere de la involucración de agentes interiores y exteriores a la organización de mantenimiento, la participación de la dirección de la empresa, y de personal considerado clave en las unidades operativas de la función mantenimiento, junto con usuarios claves del servicio (Fase 1). De esta forma, las medidas de rendimiento de la función mantenimiento se ligan con el éxito de la organización al completo. (Tsang et al., 1999).

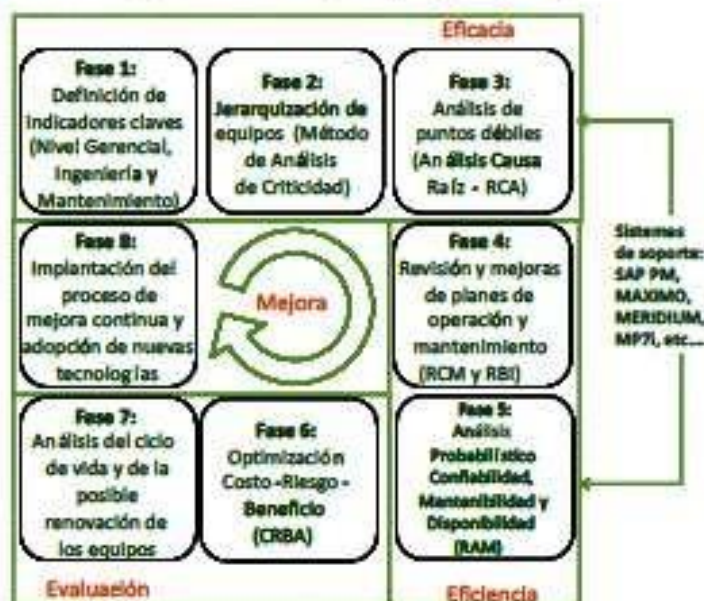


Figura 3. Ejemplo de técnicas de optimización para la toma de decisiones y sistemas de soporte para el MGM (Crespo, 2007, Parra y Crespo, 2015)

- **Fase 2.** Técnicas para jerarquizar los activos de producción. Cuando los objetivos y estrategias de mantenimiento están definidos, existen un número importante de técnicas cualitativas y cuantitativas que nos ofrecen una base sistemática sobre la cual basar nuestras decisiones a la hora de clasificar los activos productivos en base a la importancia de su función para la consecución de los objetivos del negocio (Fase 2). Muchas de las técnicas cuantitativas utilizan algún tipo de variación de un concepto clave en esta fase que es la evaluación probabilística del riesgo y la obtención del número/índice probabilística de riesgo del activo (PRA/PRN) (Parra y Crespo, 2018, Moubray, 1997). Los activos con índice mayor serán los primeros en ser analizados. En muchas ocasiones no existen datos históricos en base a los cuales obtener estos

ANEXOS MATERIALES Y MÉTODOS

Anexo 13. Medina-Romero, M. Á., Tiza, D., Muñoz Murillo, J., Cervantez, D., & Ordóñez, G. (2023). *Método mixto de investigación: Cuantitativo y cualitativo*.

1.2 Métodos cuantitativo, cualitativo y mixto

En la investigación, existen diferentes enfoques y métodos para recolectar y analizar datos. Los métodos cuantitativo, cualitativo y mixto son enfoques ampliamente utilizados que ofrecen distintas perspectivas y herramientas para abordar preguntas de investigación. En este ensayo, exploraremos cada uno de estos métodos, sus características y cómo se complementan entre sí en la investigación.

Método cuantitativo

El método cuantitativo se basa en la recolección y análisis de datos numéricos. Se utiliza para medir y cuantificar variables, establecer relaciones y realizar generalizaciones estadísticas. Las características clave del método cuantitativo incluyen:

- a) **Objetividad y replicabilidad:** Los datos cuantitativos se obtienen a través de mediciones estandarizadas y observaciones objetivas, lo que permite que los resultados sean replicables y comparables.
- b) **Muestra grande y representativa:** El método cuantitativo generalmente utiliza muestras grandes y representativas para garantizar la precisión estadística y la generalización de los resultados a una población más amplia.
- c) **Análisis estadístico:** Los datos cuantitativos se analizan utilizando técnicas estadísticas, como pruebas de hipótesis, correlaciones y análisis de regresión, para identificar patrones, relaciones y diferencias significativas entre variables.
- d) **Enfoque deductivo:** El método cuantitativo tiende a seguir un enfoque deductivo, donde se plantean hipótesis y se busca evidencia empírica para respaldar o refutar dichas hipótesis.

Método cualitativo

El método cualitativo se centra en la comprensión en profundidad de fenómenos complejos y subjetivos. Se basa en la recolección y análisis de datos no numéricos, como entrevistas, observaciones y análisis de texto. Las características clave del método cualitativo incluyen:

- a) **Exploración y comprensión de significados:** El método cualitativo se enfoca en comprender los significados, las perspectivas y las experiencias de los participantes, y en explorar la diversidad y la complejidad de los fenómenos estudiados.
- b) **Muestra pequeña y selectiva:** El método cualitativo utiliza muestras pequeñas y selectivas, con el objetivo de obtener una comprensión profunda y detallada de los participantes y los contextos en estudio.
- c) **Análisis interpretativo:** Los datos cualitativos se analizan de manera interpretativa, utilizando técnicas como la codificación, la categorización y el análisis temático, para identificar patrones emergentes y construir una narrativa coherente.
- d) **Enfoque inductivo:** El método cualitativo tiende a seguir un enfoque inductivo, donde los datos recopilados se utilizan para generar teorías y conceptos a partir de la exploración y el análisis de los datos.

Método mixto

El método mixto, como su nombre lo indica, combina elementos de los métodos cuantitativo y cualitativo. El enfoque mixto busca aprovechar las fortalezas de ambos métodos para obtener una comprensión más completa y enriquecedora de los fenómenos estudiados. Las características clave del método mixto incluyen:

- a) **Integración de datos:** En el método mixto, se recolectan y analizan datos tanto cuantitativos como cualitativos de manera simultánea o secuencial.

Los datos se integran para obtener una visión holística del fenómeno en estudio.

b) Triangulación: La triangulación es un principio clave en el método mixto, que implica comparar y contrastar los resultados obtenidos de diferentes fuentes y métodos para validar y enriquecer la comprensión de los fenómenos.

c) Complementariedad: El método mixto busca complementar los hallazgos y las perspectivas de los enfoques cuantitativo y cualitativo, buscando una convergencia de resultados y una comprensión más completa y contextualizada de los fenómenos.

d) Diseño de investigación mixta: El método mixto requiere un diseño de investigación adecuado, que puede ser secuencial, concurrente o transformacional, dependiendo de la pregunta de investigación y los objetivos del estudio.

La investigación se beneficia de la utilización de diferentes métodos, y los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto son herramientas valiosas para abordar preguntas de investigación desde diferentes perspectivas. Cada método tiene sus propias características y fortalezas, y la elección del método adecuado depende de la naturaleza de la pregunta de investigación, los objetivos del estudio y el contexto en el que se realiza la investigación. La integración de enfoques mixtos puede enriquecer y fortalecer los resultados, proporcionando una comprensión más completa y profunda de los fenómenos estudiados.

1.3 Definición de la investigación mixta

La investigación mixta es un enfoque metodológico que busca combinar tanto métodos cuantitativos como cualitativos en un solo estudio o serie de estudios con el propósito de abordar de manera integral y enriquecedora los fenómenos de investigación. Este enfoque se basa en la premisa de que la integración de ambos enfoques puede proporcionar una comprensión más completa, profunda

y contextualizada de los fenómenos estudiados, superando las limitaciones inherentes de cada enfoque individual (Creswell y Plano, 2017).

Al combinar los métodos cuantitativos, que se centran en la recopilación y análisis de datos numéricos para identificar patrones, relaciones y tendencias, con los métodos cualitativos, que se enfocan en la comprensión y explicación de significados, experiencias y contextos sociales, la investigación mixta permite capturar la complejidad y multidimensionalidad de los fenómenos investigados.

La integración de los enfoques cuantitativo y cualitativo en la investigación mixta puede realizarse de diferentes maneras, como el uso simultáneo de métodos, el diseño secuencial o la combinación de datos en la fase de análisis. Esta combinación estratégica y cuidadosa de métodos permite aprovechar las fortalezas de cada enfoque y compensar sus limitaciones, aumentando así la validez, confiabilidad y relevancia de los resultados obtenidos.

En todos estos enfoques, la integración de los métodos cuantitativos y cualitativos se realiza de manera estratégica y cuidadosa. Al combinar los enfoques, se aprovechan las fortalezas de cada uno: los métodos cuantitativos aportan objetividad, generalización y capacidad de medición, mientras que los métodos cualitativos aportan comprensión en profundidad, contextualización y captura de perspectivas subjetivas. Al compensar las limitaciones de cada enfoque, se aumenta la validez, confiabilidad y relevancia de los resultados obtenidos.

1.4 Características de la investigación mixta

Según Creswell y Plano Clark (2017) la investigación mixta se caracteriza por la integración de enfoques cuantitativos y cualitativos, la búsqueda de triangulación de resultados, la complementariedad entre ambos enfoques, la flexibilidad en el diseño, el enfoque holístico y el uso de métodos mixtos. Acorde con Teddlie y Tashakkori (2009), algunas características importantes son:

- a) Integración de enfoques: La investigación mixta combina tanto métodos cuantitativos como cualitativos en un solo estudio o serie de estudios. Esto implica la integración de diferentes paradigmas, estrategias y técnicas de recopilación y análisis de datos.
- b) Triangulación: La investigación mixta busca la triangulación, es decir, la convergencia de resultados obtenidos a través de diferentes métodos. Al utilizar múltiples fuentes y perspectivas de datos, se busca aumentar la validez y confiabilidad de los hallazgos.
- c) Complementariedad: Los métodos cuantitativos y cualitativos se consideran complementarios en la investigación mixta. Cada enfoque aporta diferentes perspectivas y fortalezas, lo que permite una comprensión más completa y profunda del fenómeno de estudio.
- d) Diseño flexible: La investigación mixta ofrece flexibilidad en términos de diseño y secuencia. Puede adoptar diferentes diseños, como diseños concurrentes (recopilación simultánea de datos), diseños secuenciales (recopilación y análisis en etapas sucesivas) o diseños de convergencia (integración de datos en la fase de análisis).
- e) Enfoque holístico: La investigación mixta se centra en abordar la complejidad de los fenómenos estudiados, considerando tanto los aspectos cuantitativos como cualitativos. Esto permite una comprensión más completa de los fenómenos en su contexto real y considerando diferentes dimensiones.
- f) Uso de métodos mixtos: La investigación mixta no se limita a la simple combinación de métodos, sino que también busca utilizar métodos mixtos que integren elementos cuantitativos y cualitativos en la recolección y análisis de datos. Esto puede incluir, por ejemplo, el uso de cuestionarios cuantitativos junto con entrevistas cualitativas.
- g) Análisis integrado de datos: En la investigación mixta, se busca integrar los datos cuantitativos y cualitativos durante el proceso de

Anexo 14. Datos internos del consorcio RECOBAQ (2025)

DESCRIPCION	PLACA	No. DISCO	MARCA	MODELO	TIPO	CAJA	CAPACIDAD YD3
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-163	PMA7715	30-163	IVECO	TÈCTOR	Carga posterior	Econovo	20
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-165	PMA8570	30-165	IVECO	TÈCTOR	Carga posterior	Econovo	20
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-166	PMA7710	30-166	IVECO	TÈCTOR	Carga posterior	Econovo	20
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-167	PMA7728	30-167	IVECO	TÈCTOR	Carga posterior	Econovo	20
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-168	PMA8569	30-168	IVECO	TÈCTOR	Carga posterior	Econovo	20
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-169	PMA8562	30-169	IVECO	TÈCTOR	Carga posterior	Econovo	20
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-170	PMA8561	30-170	IVECO	TÈCTOR	Carga posterior	Econovo	20
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-171	PMA8568	30-171	IVECO	TÈCTOR	Carga posterior	Econovo	20
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-172	PMA7711	30-172	IVECO	TÈCTOR	Carga posterior	Econovo	20
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-173	PMA7707	30-173	IVECO	TÈCTOR	Carga posterior	Econovo	20
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-174	PMA7708	30-174	IVECO	TÈCTOR	Carga posterior	Econovo	20
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-175	PMA7721	30-175	IVECO	TÈCTOR	Carga posterior	Econovo	20
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-176	PMA7712	30-176	IVECO	TÈCTOR	Carga posterior	Econovo	20
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-177	PMA7718	30-177	IVECO	TÈCTOR	Carga posterior	Econovo	20
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-178	PMA8563	30-178	IVECO	TÈCTOR	Carga posterior	Econovo	20
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-179	PMA7726	30-179	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-180	PMA7723	30-180	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-181	PMA7713	30-181	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-182	PMA8556	30-182	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-183	PMA7706	30-183	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-184	PMA8566	30-184	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-185	PMA8565	30-185	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-186	PMA7724	30-186	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-187	PMA8567	30-187	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-188	PMA8564	30-188	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-189	PMA7719	30-189	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25

RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-190	PMA7729	30-190	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-191	PMA7725	30-191	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-192	PMA7722	30-192	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-193	PMA8557	30-193	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-194	PMA7714	30-194	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-195	PMA8559	30-195	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-196	PMA7709	30-196	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-197	PMA7727	30-197	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA POSTERIOR 30-198	PMA7720	30-198	IVECO	STRALIS	Carga posterior	Econovo	25
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-06	PMA7099	44-06	DAF	CF 75	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-07	PMA7097	44-07	DAF	CF 75	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-08	PMA7098	44-08	DAF	CF 75	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-09	PMA7108	44-09	DAF	CF 75	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-10	PMA7109	44-10	DAF	CF 75	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-11	PMA7111	44-11	DAF	CF 75	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-12	PMA7102	44-12	DAF	CF 75	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-13	PMA7101	44-13	DAF	CF 75	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-14	PMA7105	44-14	DAF	CF 75	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-15	PMA7100	44-15	DAF	CF 75	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-16	PMA7110	44-16	DAF	CF 75	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-17	PMA7104	44-17	DAF	CF 75	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-18	PMA7113	44-18	DAF	CF 75	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-19	PMA7112	44-19	DAF	CF 75	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-20	PMA8558	44-20	IVECO	STRALIS	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-21	PMA7716	44-21	IVECO	STRALIS	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-22	PMA7717	44-22	IVECO	STRALIS	Carga lateral	AMS	28
RECOLECTOR CARGA LATERAL 44-23	PMA7730	44-23	IVECO	STRALIS	Carga lateral	AMS	28

Anexo 15. Pulla Morocho Carmen Angélica (2020): “Gestión de inventarios a través de la clasificación ABC a empresas dedicadas a la venta de materiales de construcción”, Revista Observatorio de la economía Latinoamericana, ISSN: 1696-8352, (julio 2020)

Introducción

La historia de la gestión de inventarios se remonta desde que los pueblos antiguos almacenaban grandes cantidades de alimentos para abastecer a sí mismos y a sus familias, esto con la finalidad de tener un control oportuno de cada producto y materia prima que poseían.

Según describe al término inventario, como el conjunto de existencia de bienes u otras partidas destinadas exclusivamente para la venta, estos componen el activo de una empresa. Dentro de definiciones contables un inventario es caracterizado por ser un sistema de control y registro de ganancias que reflejan los movimientos financieros de una entidad.

La importancia de un inventario radica en el control que se tiene a la hora de propiciar información acerca de la cantidad de bienes u objetos que disponga la empresa o compañía, entre los beneficios figura la venta en condiciones óptimas, el control de costos y la estandarización de calidad de los productos.

De acuerdo al tipo de organización existen varias clasificaciones y tipos de inventarios los cuales son los siguientes:

- **Materias primas:** materiales aptos para el proceso de transformación dentro del proceso productivo con la finalidad de generar bienes finales de consumo.
- **Productos intermedios:** incluye el proceso o fases de fabricación o producción.
- **Productos terminados:** productos que cumplieron con todo el proceso de fabricación y que están aptos para la venta.

De manera global existen dos clasificaciones generales de los inventarios que son los más utilizados estos son:

- **Inventarios continuo o perpetuo:** este tipo de inventario se caracteriza por mantener un registro constante de cada artículo o producto.
- **Inventarios periódicos:** por otra parte, la constancia y verificación de las existencias se realizan cada cierto tiempo, estos requieren de un menor grado de control.

En términos generales la gestión de inventarios involucra organizar, planificar y controlar de manera adecuada el stock con el que cuenta una empresa, esto con finalidad de fijar criterios, regular los ritmos de abastecimientos, calcular todos los pedidos efectuados, prever las necesidades de los consumidores y lo más importante que es el controlar la administración de todo el inventario reduciendo los riesgos de futuras pérdidas lo que involucraría afectaciones en la economía de la empresa. Por esto es necesario plantear diferentes metodologías que permitan alcanzar el eficiente control en la mercadería, para definir cuál de estas es la que mejor se adecua y se adapta al manejo del stock. Esto nos da la pauta y nos plantea como objetivo el encontrar el método más adecuado para manejo de la mercadería que permita alcanzar el óptimo desarrollo económico en la empresa.

Metodología

Para realizar una buena gestión de inventarios se destacan tres metodologías que son empleadas con mayor frecuencia en las empresas, estas se describen a continuación:

1. Clasificación ABC

Implica el segmentar los productos de acuerdo a su grado de importancia, este tipo de control se divide en tres grupos, los cuales se detallan a continuación:

1.1. Categoría A

Los productos de esta categoría representan un 80% del valor total del stock y un 20% el total de los artículos, además para el monitoreo se realizan controles exhaustivos en ciclos más frecuentes y por última característica los productos tienden a situarse en zonas bajas con acceso rápido y directo.

1.2. Categoría B

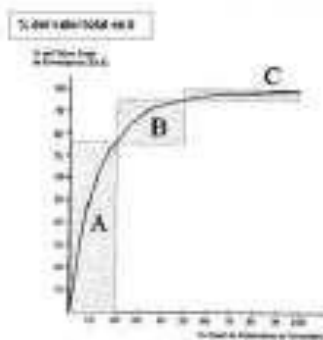
En esta categoría las inspecciones se realizan mediante sistemas computarizados en ciclos de revisión periódicas. Representan el 30% del inventario total y figuran con un 15% del valor total de ingresos; el lugar de ubicación es en zonas de altura intermedia cuyo acceso no es tan directo en relación con los productos de categoría A.

1.3. Categoría C

Dentro de esta categoría se involucra al 5% del valor total de stock representado por un 50% de todos los artículos, la inspección o monitoreo que se realizan a estos productos es baja o nula, la zona de ubicación es en las partes más altas y menos accesibles ya son los bienes menos demandados por parte de los clientes.

A continuación se muestra una gráfica que representan las tres categorías de clasificación:

Figura 1: Niveles de importancia según la clasificación ABC



2. Clasificación según la Demanda

Según este es otro método utilizado para llevar una gestión adecuada del inventario, para esto cada empresa tiene la responsabilidad de dividir la demanda en dos grupos que son los siguientes:

Tabla 2:

Tipos de demanda

Demanda Independiente	Demanda dependiente
Comprende a los productos que están determinados por el mercado.	Integra factores internos de la empresa, involucra a otros artículos.
• Productos facturados	• Materias primas
• Productos de demanda.	• Insumos
	• Repuestos.

Nota: La demanda independiente está asociada con cliente, mientras que la dependiente es más interna.

Existe una variedad de parámetros que son de gran utilidad para llevar una buena gestión de los inventarios.

2.1. Rotación de Inventarios

La rotación de inventarios figura como un indicador de carácter relativo y logístico cuyo fin es el conocer el número de veces en el que se ha renovado las existencias. Para esto se cuenta con una fórmula que viene determinada de la siguiente forma:

El método de encuesta

Rosa Tafur Puente¹

1. Concepto y características

La encuesta es un método de investigación empleado en estudios cuantitativos y cualitativos. En los estudios cuantitativos, Groves, Fowler, Couper, Lepkowski, Singer, & Tourangeau (2004) la definen como "[...] un método sistemático para la recopilación de información de [una muestra de] los entes, con el fin de construir descriptores cuantitativos de los atributos de la población general de la cual los entes son miembros" (p. 4). Definida así, la encuesta estudia las características generales del grupo de involucrados en ella (por ejemplo, las características del programa de televisión preferido) en términos cuantitativos (Jansen, 2012).

Como método en investigaciones cualitativas, la encuesta analiza las interacciones y comunicaciones entre las personas o entre las instituciones que conforman una población, independientemente de la cantidad de sujetos que presenten características similares; es decir, estudia la diversidad y no la frecuencia (Fink, 2003 en Jansen, 2012). Wester (1995 en Jansen, 2012) la denomina "encuesta cualitativa". Se utiliza en distintos campos de la investigación empírica, como por ejemplo en estudios biológicos, antropológicos, educativos y psicológicos, entre otros. Comprende, a su vez, indagaciones que emplean la entrevista o el cuestionario como técnica e instrumento, respectivamente, de recojo de información (Bisquerra 2004, en Díaz, Suárez & Flores, 2016).

De acuerdo con López (1998), las principales características de la encuesta son las siguientes.

- Se emplea en distintos ámbitos, tanto en la empresa como en organizaciones educativas.

¹ Profesora del Departamento Académico de Educación de la Pontificia Universidad Católica del Perú

- Es flexible en su aplicación. Puede servir para recoger información de diferentes campos disciplinares.
- Permite hacer comparaciones entre resultados en forma objetiva.
- En los estudios cuantitativos emplea la tecnología para realizar la codificación, validación y presentación de la información de los datos obtenidos en su aplicación.
- La técnica de aplicación y de obtención de resultados es de rápida comprensión.

Es un método bastante utilizado en las Investigaciones cualitativas, por lo que su aplicación resulta conocida y fácil.

Las encuestas se clasifican de acuerdo con criterios específicos. A continuación, presentamos los más empleados según los objetivos de la encuesta, el tipo de preguntas y su forma de administración (Cea D'Ancona, 2005). La elección del tipo de encuesta que se use en una investigación influye en la selección de las unidades poblacionales a observar, en las características del cuestionario a usar y en el procesamiento de la información; por lo tanto, es una de las primeras decisiones a tomar.

- Según los objetivos de la encuesta

Las encuestas pueden ser descriptivas o analíticas.

- Las encuestas descriptivas tienen como objetivo describir la situación en la que se encuentra una población o grupo de personas en el momento actual.
- Las encuestas analíticas estudian los fenómenos en profundidad. Para ello, el investigador se plantea las hipótesis que deben ser comprobadas o rechazadas en función del análisis de los datos obtenidos.

- Según el tipo de preguntas

Atendiendo al tipo de preguntas, las encuestas pueden ser de respuestas abiertas o de respuestas cerradas.

- Las encuestas de respuestas abiertas permiten al encuestado explicar con libertad sobre un tema y al investigador tener en cuenta distintas variables posibles de identificar en las respuestas proporcionadas (tales como las actitudes, el comportamiento, la capacidad de expresión, entre otras). Sin embargo, el investigador no tiene control sobre las respuestas dadas.
- Las encuestas de respuestas cerradas permiten al encuestado marcar una opción de respuesta y no tener que explicar las razones de su elección. Este tipo de encuesta da un control mayor al investigador sobre los resultados, pero no le permite profundizar en los temas materia de las preguntas.

- De acuerdo con su forma de administración, las encuestas pueden ser cara a cara, telefónicas, autoadministradas, combinadas y por Internet (Cea D'Ancona, 2005), entre otras.

- Encuesta cara a cara

Este tipo de encuesta es flexible en su contenido debido a que el investigador elabora la guía de preguntas de acuerdo a los objetivos que persigue. Los temas para tratar durante las entrevistas pueden ser complejos y —según las habilidades del investigador— pueden obtenerse datos de alta calidad, tanto desde las respuestas que dan los informantes como desde la observación que realiza quien encuesta. Es posible encuestar a una persona o a un grupo, por lo tanto, la encuesta tiene la posibilidad de gran cobertura. Asimismo, se pueden aplicar criterios específicos para seleccionar a las personas que serán encuestadas. El tiempo de aplicación de la encuesta, los tipos de preguntas que se realizan, así como los sucesos que puedan ocurrir durante ella, son susceptibles de ser controlados, en parte, por el investigador, dependiendo de su experticia en el manejo de esta técnica.

- Encuestas telefónicas

Se caracterizan por ser de más fácil aplicación debido a su bajo costo, al poco tiempo que demandan, a la posibilidad de abarcar una mayor población dispersa y a la facilidad para contactarse varias veces con las mismas personas.

- Encuestas autoadministradas

Este tipo de encuestas es muy fácil de aplicar y de bajo costo, pero existe un mayor riesgo de que no sean respondidas debido a factores como la no comprensión de las preguntas por parte del encuestado y la falta de control del investigador para conocer si el encuestado leyó el cuestionario completo.

- Encuestas combinadas

Las combinaciones de encuestas de este tipo pueden ser las siguientes:

- encuestas telefónicas complementadas con encuestas cara a cara para obtener la información de los datos no recogidos en las primeras;
- encuestas telefónicas para completar las ausencias de respuestas obtenidas en la aplicación de otros tipos de encuestas; y
- encuestas autoadministradas en forma parcial o totalmente para abordar temas sensibles.

53

- Encuestas por Internet
 - Este tipo de encuesta tiene como objetivo conocer la opinión de los usuarios sobre un tema específico y se puede administrar mediante el correo electrónico o a través de una web.
 - Por otro lado, el método de encuesta es versátil. Se emplea para proyectos académicos, sondeos de opinión, estudios de mercado, medición de satisfacción, entre otros fines. La aplicación del método ha ido cambiando con el tiempo: las encuestas autoadministradas y
 - cara a cara dejaron paso a las encuestas telefónicas y ahora se emplean con mayor frecuencia las encuestas online sin dejar de lado las primeras (Q y A: Investigación social aplicada, 2017).

2. Ventajas y desventajas del empleo del método de encuesta

Entre las ventajas destacan las siguientes.

- Poder abordar temas socialmente sensibles a través del correo, la encuesta cara a cara y la autoadministración.

Aunque se puede pensar que la ausencia de contacto visual relaja la censura estructural provocando un descenso del efecto de deseabilidad social, numerosos experimentos demuestran que con la encuesta cara a cara se produce una relación más profunda entre entrevistado y entrevistador que permite tratar con mayor éxito los temas complejos frente a la entrevista telefónica. (U. Colima, s.f.)

- Las encuestas cara a cara permiten al investigador recopilar contenido detallado en forma individual.
- Asimismo, para preguntas complejas, la encuesta cara a cara es más ventajosa debido a que el investigador puede ir solucionando los problemas que se vayan originando durante la aplicación de la misma.
- También, se recomienda la encuesta cara a cara cuando se requiere disminuir la tasa de respuestas en blanco.
- Las encuestas telefónicas son ideales cuando el presupuesto es limitado y cuando se requiere la información lo más pronto posible.
- Las encuestas en línea tienen mayor rentabilidad debido a que no es necesario el monitoreo durante el periodo de recolección de datos y se puede obtener los resultados en tiempo real. Además, las encuestas en esta modalidad son flexibles y pueden ser respondidas en forma asincrónica.

- La ventaja de emplear encuestas combinadas (telefónicas y en línea, cara a cara y telefónica, etc.) radica en la reducción de los errores de cobertura. Para lograrla, se debe contar con los suficientes recursos humanos y con un cuestionario validado.
- Al emplear la encuesta por Internet, se ahorra tiempo, costos y su cobertura es mayor que en otro tipo de encuestas.

Entre las desventajas o limitaciones destacan las siguientes.

- Una limitación para el empleo del método de encuesta es la dispersión de la población por área geográfica, ya que esto dificulta al investigador su ubicación y por ende la aplicación de la encuesta.
- En las encuestas telefónicas, el hecho de que no exista contacto cara a cara entre el encuestado y el investigador aumenta la necesidad del investigador de persuadir a los interlocutores a dar respuestas completas y limita la posibilidad de ahondar en las mismas.
- Los costos tanto económicos como de tiempo de las encuestas cara a cara pueden ser elevados y, dependiendo de la experiencia del investigador, la información que se obtenga puede ser limitada.
- Existe un alto riesgo de que las encuestas autoadministradas no sean respondidas debido a factores como la no comprensión de las preguntas por parte del encuestado y la falta de control del investigador para conocer si el encuestado leyó el cuestionario completo.
- Una limitación en la aplicación de encuestas combinadas es la poca posibilidad de comparar respuestas debido a la diversidad de formas de completar los cuestionarios.
- Los resultados de las encuestas por Internet no se pueden generalizar y no se conoce a sus remitentes.

SS

Anexo 17. [Recobaq Ecuador]. (s.f.). *Nuestra flota*. <https://recobagecuador.com/nuestra-flota/>







Anexo 18. Ubicación Consorcio RECOBAQ, Google Maps



ANEXOS RESULTADOS Y DISCUSIONES

Anexo 19. Base de datos del centro de monitoreo RECOBAQ correspondiente a 12 jornadas de trabajo.

FECHA	C	DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA	AREA DE DAÑO	CAUSA DEFICIENCIA
14/4/2024 (DIURNO)	1	FUGA DE ACEITE HIDRÁULICO	AUXILIO MECANICO	SISTEMA HIDRÁULICO	MMTO PREDICTIVO
	2	NO LEE SENSOR DE LA PANTALLA	AUXILIO MECANICO	SISTEMA ELÉCTRICO	MMTO CORRECTIVO
	3	NO PUEDE REALIZAR LA DESCARGA	AUXILIO MECANICO	OPERACIÓN	CONDUCTOR
	4	NO PUEDE REALIZAR LA DESCARGA	AUXILIO MECANICO	OPERACIÓN	CONDUCTOR
	5	UNIDAD NO DESARROLLA	AUXILIO MECANICO	SISTEMA ELÉCTRICO	MMTO PREDICTIVO
	6	SE ENCIENDE TESTIGO EDC	AUXILIO MECANICO	SISTEMA ELÉCTRICO	MMTO PREDICTIVO
	7	LLANTA BAJA	AUXILIO MECANICO	SUSPENSIÓN	MMTO CORRECTIVO
	8	FUGA DE AIRE	AUXILIO MECANICO	SUSPENSIÓN	MMTO CORRECTIVO
	9	SE ROMPE ABRAZADERA DE PAQUETE	AUXILIO MECANICO	SUSPENSIÓN	MMTO CORRECTIVO
14/04/2024 (NOCTURNO)	1	DAÑO EN EL EMBRAGUE	INOPERATIVIDAD	TREN MOTRIZ	STOCK REPUESTOS
	2	LLANTA FRENADA	AUXILIO MECANICO	SUSPENSIÓN	MMTO CORRECTIVO
	3	NO ACCIONA LAS MARCHAS	AUXILIO MECANICO	SISTEMA ELÉCTRICO	MMTO CORRECTIVO
15/4/2024 (DIURNO)	1	FALLA EN BRAZOS DEL ROBOT	INOPERATIVIDAD	SISTEMA ELÉCTRICO	STOCK REPUESTOS
	2	CONTENEDOR SE QUEDA ENGANCHADO	AUXILIO MECANICO	OPERACIÓN	CONDUCTOR
	3	FUGA DE AIRE	AUXILIO MECANICO	SUSPENSIÓN	MMTO PREDICTIVO
	4	ESCUDO PARA DESCARGA NO ACTUA	INOPERATIVIDAD	ESTRUCTURAL	MMTO PREDICTIVO
	5	FUGA DE AIRE	AUXILIO MECANICO	SUSPENSIÓN	MMTO PREDICTIVO
15/04/2024 (NOCTURNO)	1	FUGA DE AIRE	AUXILIO MECANICO	SUSPENSIÓN	MMTO CORRECTIVO
	2	NO FUNCIONA LA PRENSA	AUXILIO MECANICO	SISTEMA ELÉCTRICO	STOCK REPUESTOS
	3	NO PUEDE REALIZAR LA DESCARGA	AUXILIO MECANICO	OPERACIÓN	CONDUCTOR
16/4/2024 (DIURNO)	1	FALLA EN BRAZOS DEL ROBOT	AUXILIO MECANICO	OPERACIÓN	CONDUCTOR
	2	SONIDO EN LA PARTE DELANTERA	AUXILIO MECANICO	OPERACIÓN	CONDUCTOR
	3	NO FUNCIONA EL PTO	AUXILIO MECANICO	SISTEMA ELÉCTRICO	MMTO CORRECTIVO
	4	SE ROMPE ABRAZADERA DE PAQUETE	AUXILIO MECANICO	SUSPENSIÓN	MMTO CORRECTIVO
	5	FUGA DE ACEITE HIDRÁULICO	AUXILIO MECANICO	SISTEMA HIDRÁULICO	MMTO CORRECTIVO

16/04/2024 (NOCTURNO)	1 NO FUNCIONA EL ROBOT	AUXILIO MECANICO	OPERACIÓN	CONDUCTOR
	2 LLANTA BAJA	AUXILIO MECANICO	SUSPENSIÓN	MMTO PREDICTIVO
17/4/2024 (DIURNO)	1 NO CONECTA EL PTO	AUXILIO MECANICO	SISTEMA ELÉCTRICO	MMTO CORRECTIVO
	2 MANGUERA DE AIRE ROTA	AUXILIO MECANICO	SUSPENSIÓN	MMTO PREDICTIVO
	3 PROBLEMA PARA TANQUEAR	AUXILIO MECANICO	OPERACIÓN	CONDUCTOR
17/04/2024 (NOCTURNO)	1 SE ROMPE MANGUERA HIDRÁULICA	AUXILIO MECANICO	SISTEMA HIDRÁULICO	MMTO PREDICTIVO
	2 SE ROMPE MANGUERA HIDRÁULICA	AUXILIO MECANICO	SISTEMA HIDRÁULICO	MMTO PREDICTIVO
18/4/2024 (DIURNO)	1 LLANTA BAJA	AUXILIO MECANICO	SUSPENSIÓN	MMTO CORRECTIVO
	2 NO PUEDE REALIZAR LA DESCARGA	AUXILIO MECANICO	OPERACIÓN	CONDUCTOR
	3 FUGA DE ACEITE HIDRÁULICO	AUXILIO MECANICO	SISTEMA HIDRÁULICO	MMTO PREDICTIVO
	4 ROTO PIN DEL CILINDRO DE ARRASTRE	AUXILIO MECANICO	ESTRUCTURAL	MMTO PREDICTIVO
	5 SE Zafa ACOPLA DE CILINDRO HIDRÁULICO	AUXILIO MECANICO	SISTEMA HIDRÁULICO	MMTO CORRECTIVO
	6 NO CARGA EL AIRE	INOPERATIVIDAD	TREN MOTRIZ	STOCK REPUESTOS
	7 PERDIDA DE POTENCIA	INOPERATIVIDAD	TREN MOTRIZ	STOCK REPUESTOS
18/04/2024	1 NO FUNCIONA LA PRENSA	AUXILIO MECANICO	SISTEMA ELÉCTRICO	MMTO CORRECTIVO
	2 CONTENEDOR SE QUEDA ENGANCHADO	INOPERATIVIDAD	SISTEMA HIDRÁULICO	STOCK REPUESTOS
	3 NO FUNCIONA EL PTO	AUXILIO MECANICO	SISTEMA ELÉCTRICO	MMTO CORRECTIVO
	4 NO FUNCIONA EL TOUCH DE ROBOT	INOPERATIVIDAD	SISTEMA ELÉCTRICO	STOCK REPUESTOS
	5 EJE POSTERIOR SE ESTA RECALENTANDO	AUXILIO MECANICO	SUSPENSIÓN	MMTO PREVENTIVO
19/4/2024 (DIURNO)	1 SE ROMPE MANGUERA HIDRÁULICA	AUXILIO MECANICO	SISTEMA HIDRÁULICO	MMTO PREDICTIVO
	2 SE ROMPE HOJA DE PAQUETE POSTERIOR	AUXILIO MECANICO	SUSPENSIÓN	CONDUCTOR
	3 UNIDAD BLOQUEADA	INOPERATIVIDAD	TREN MOTRIZ	STOCK REPUESTOS
19/04/2024 (NOCTURNO)	1 NO FUNCIONA LA CAMARA DE LA TOLVA	AUXILIO MECANICO	SISTEMA ELÉCTRICO	MMTO CORRECTIVO
	2 FUERTE OLOR EN BATERIAS	AUXILIO MECANICO	SISTEMA ELÉCTRICO	MMTO PREVENTIVO

Anexo 20. Resultados de la encuesta

cant	Según su experiencia en vehículos de categoría N3(12 toneladas en adelante) cual es la causa más probable por la que una unidad quede inoperativa?
1	Deficiencia en mantenimiento preventivo
1	Falta de stock en repuestos
1	Falta de stock en repuestos
1	Falta de stock en repuestos
1	Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)
1	Falta de stock en repuestos
1	Falta de stock en repuestos
1	Falta de stock en repuestos
1	Deficiencia en mantenimiento preventivo
1	Falla en la operación por parte del conductor
1	Falta de stock en repuestos
1	Deficiencia en mantenimiento preventivo
1	Falla en la operación por parte del conductor
1	Deficiencia en mantenimiento preventivo
1	Deficiencia en mantenimiento preventivo
1	Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)
1	Falla en la operación por parte del conductor
1	Falta de stock en repuestos
1	Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)
1	Falta de stock en repuestos
1	Deficiencia en mantenimiento preventivo
1	Deficiencia en mantenimiento preventivo
1	Falta de stock en repuestos
1	Falta de stock en repuestos
1	Falta de stock en repuestos
1	Falta de stock en repuestos

cant	Según su experiencia en vehículos de categoría N3(12 toneladas en adelante) cual es la causa más probable por la que una unidad genere auxilio mecánico?
1	Deficiencia en mantenimiento preventivo
1	Falla en la operación por parte del conductor
1	Falta de stock en repuestos
1	Falta de stock en repuestos
1	Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)
1	Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)
1	Deficiencia en mantenimiento preventivo
1	Falla en la operación por parte del conductor
1	Falla en la operación por parte del conductor
1	Falla en la operación por parte del conductor
1	Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)
1	Deficiencia en mantenimiento preventivo
1	Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)
1	Deficiencia en mantenimiento preventivo
1	Deficiencia en mantenimiento preventivo
1	Falla en la operación por parte del conductor
1	Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)
1	Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)
1	Deficiencia en mantenimiento preventivo
1	Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)
1	Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)
1	Falla en la operación por parte del conductor
1	Deficiencia en mantenimiento preventivo
1	Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)
1	Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)
1	Deficiencia en mantenimiento correctivo (reportes)

cant	Según su experiencia en vehículos de categoría N3(12 toneladas en adelante) cuales son los daños más comunes en un auxilio mecánico?
1	Daños en el tren motriz
1	Daños en suspensión
1	Daño en el sistema eléctrico
1	Daño en el sistema hidráulico
1	Daño en el sistema hidráulico
1	Daño en el sistema hidráulico
1	Daño en el sistema hidráulico
1	Daño en el sistema hidráulico
1	Daños en suspensión
1	Daños en suspensión
1	Daños en suspensión
1	Daños en suspensión
1	Daño en el sistema hidráulico
1	Daños en el tren motriz
1	Daños en el tren motriz
1	Daños en suspensión
1	Daños en suspensión
1	Daños en suspensión
1	Daño en el sistema hidráulico
1	Daño en el sistema hidráulico
1	Daños en el tren motriz
1	Daño en el sistema eléctrico
1	Daños en suspensión
1	Daños en suspensión
1	Daños en suspensión
1	Daños en suspensión

cant	Según su experiencia con vehículos de categoría N3 en qué departamento se forma el punto crítico en el que se retrasan los procesos de mantenimiento y reparación?
1	Departamento de compras (bodega)
1	Departamento de compras (bodega)
1	Departamento de compras (bodega)
1	Departamento de compras (bodega)
1	Departamento de taller
1	Departamento de compras (bodega)
1	Departamento de taller
1	Departamento de administración
1	Departamento de taller
1	Departamento de taller
1	Departamento de compras (bodega)
1	Departamento de compras (bodega)
1	Departamento de compras (bodega)
1	Departamento de administración
1	Departamento de administración
1	Departamento de compras (bodega)
1	Departamento de taller
1	Departamento de compras (bodega)
1	Departamento de taller
1	Departamento de taller
1	Departamento de administración
1	Departamento de administración
1	Departamento de compras (bodega)
1	Departamento de taller
1	Departamento de operaciones
1	Departamento de taller

Anexo 21. Trujillo López, R. E. (2022). *Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para la flota de vehículos de recolección de basura de la Empresa Pública Metropolitana de Aseo (EMASEO) de la ciudad de Quito* (Bachelor's thesis).

2.1.4. Análisis de vehículos de recolección de basura

El mantenimiento regular es esencial para obtener los más altos niveles de desempeño en la unidad, por lo que es necesario procurar que esta reciba el mantenimiento apropiado y a tiempo. Una correcta práctica de conducción, las inspecciones diarias y semanales sobre estado del vehículo por parte del conductor, así como inspecciones periódicas por el centro de servicio, contribuirán a la conservación de la unidad en buenas condiciones de funcionamiento y a proporcionarle muchos años de servicio confiable. El dejar pasar las inspecciones puede ocasionar fallos que desemboquen en un defecto continuo, evitando que el vehículo mantenga su desempeño. Se presenta la Tabla 2.2, donde se puede observar el registro de unidades y el contraste entre las unidades adquiridas por la empresa con respecto a las unidades que se encuentran operativas, tal información es una recopilación del Anexo 6.

Tabla 2.2: Registro vehicular de flota pesada perteneciente a la empresa emaseo de la estación “La Occidental”, que presta servicios de recolección de basura.

Tipo	Marca	Modelo	Año	Número de unidades	Unidades Operativas	% Número de unidades	% Unidades Operativas
Carga Frontal (CF)	INTERNATIONAL	C490 634	2002	2	0	3,00	0,00
		C470 432	2002	1	0	2,50	0,00
	KENWORTH	T370	2009	3	2	7,50	5,00
		T370 432	2010	6	0	13,00	0,00
		METROPACK	2011	1	0	2,50	0,00
		T370 25VD8	2011	1	0	2,50	0,00
		T370 20VD8	2014	1	1	2,50	2,50
		T370 AC 8,3 2P 4Q TM DIESEL	2016	5	3	12,50	7,50
		KW35 AC 6,7 2P 4Q TM	2018	2	1	5,00	2,50
		4Q TM	1998	1	1	2,50	2,50
	HINO	FMJLUD	2010	1	0	2,50	0,00
		GH1J0UD	2010	2	0	5,00	0,00
Carga Frontal (CF)	MACK / HARDOX	MB688S	2008	2	0	5,00	0,00
	KENWORTH	1730 AC 10,8 2P 604 TM DIESEL	2014	1	0	2,50	0,00
		CF8S-FAT AC 12,9 2P 634 TM	2016	4	0	10,00	0,00
Carga Lateral (CL)	MERCEDES BENZ	AXOR 2628 K	2012	2	0	5,00	0,00
	DAF	CF75-FAS AC 9,2 2P	2016	6	0	15,00	0,00
Total				40	8	100,00	20,00

Disponibilidad de la flota con fecha del 21 de enero del 2022.

Fuente: Raquel Trujillo.

De acuerdo a las visitas realizadas (Anexo 7), las unidades adquiridas, han sido expuestas a trabajo ininterrumpido desde entonces, forzando todos sus sistemas y

llevándolos al máximo desempeño. Las anomalías han aparecido periódicamente pero no todas han sido cubiertas, por lo que varios de estos vehículos cayeron en la indisponibilidad dando como resultado una flota que opera con el 20% de los camiones CP, CF y CL y cubre más allá de su capacidad.

El 80% restante, se encuentra a espera de repuestos y con el paso del tiempo se siguen sumando más fallas al daño original, ocasionadas por un paro prolongado que no da continuidad en finalidad y rendimiento al resto de sistemas. Para mantener en buen estado la flota restante y evitar que esta colapse, se debería incluir en el área de máquinas, una sección de restauración de la flota con horarios diferentes al grupo de trabajo titular. Para esto, se debe evaluar el estado de los vehículos y realizar una valoración de sus sistemas para determinar la viabilidad del reparo para cada unidad. En la Tabla 2.3 se registra los sistemas que actualmente se encuentran descompuestos para cada modelo de camiones, es necesario tomar en cuenta que la muestra fue generalizada ya que gran parte de estos, ya se encuentra en deshuesaderos o se asumen como chatarra.

Anexo 22. SoftwareDOIT. (2025). 6 mejores Software SCM Cadena de Suministro [2025].

¿Qué es un software SCM? La gestión de la cadena de suministro

Un software SCM (del inglés Supply Chain Management, gestión de la cadena de suministro) es un programa ERP especializado en mejorar y automatizar el suministro, almacenaje y distribución de una empresa de fabricación, reduciendo para ella las existencias y recursos necesarios y los plazos de entrega.

Gracias a un software SCM, las empresas pueden utilizar mejor sus recursos, adecuando su proceso productivo y sus necesidades de almacén a las demandas de los clientes, y ofrecerles así el servicio de calidad y la experiencia diferenciada que esperan.

Características del software SCM

La clave del éxito del software SCM se concentra en su carácter modular, su flexibilidad y su adaptabilidad a las necesidades y peculiaridades de la cadena de suministro de cada empresa.

El software SCM de gestión de la cadena de suministro abarca todos los procesos de planificación y control de fabricación, almacenaje y distribución logística; junto con los de gestión de stock e inventario que necesita para su producción, llevando un control de existencias y facilitando su gestión.

Gracias al flujo de información centralizada que ofrece de todos estos procesos, se consigue tomar las decisiones empresariales necesarias para ofrecer el producto al cliente final en el tiempo y la calidad establecida, al mismo tiempo que se rentabiliza el uso y compra de materiales para obtener los mínimos costes posibles.



*El software SCM de gestión de la cadena de suministro permite **automatizar procesos** y **ofrecer el mejor servicio al cliente con el menor coste y los menores activos involucrados gracias a la centralización de la información.***

GESTION DEL ABASTECIMIENTO



Como establezco el Pronóstico de un pedido ?

MODELO DE CALCULO



GESTION DEL ABASTECIMIENTO



Cuanto debo
tener de cada
item?

EXPLICACION DEL MODELO DE CALCULO

Demanda Promedio Mensual



Demanda
Promedio
Mensual

Diferentes cálculo del promedio:

- Promedio Simple
- Promedio Ponderado
- Promedio Móvil

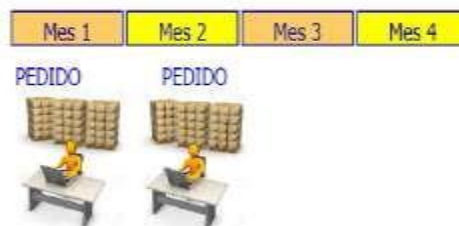
GESTION DEL ABASTECIMIENTO

¿Cuanto debo tener de cada item?

EXPLICACION DEL MODELO DE CALCULO

Tiempo de Ciclo de Pedidos

Intervalo de tiempo entre la colocación de cada pedido



Si coloco un pedido cada mes el TCP=1

Numero de meses de:
Ciclo de Pedidos +Lead
Time + Stock de
Seguridad

GESTION DEL ABASTECIMIENTO

¿Cuanto debo
tener de cada
item?

EXPLICACION DEL MODELO DE CALCULO

Lead Time

Intervalo de tiempo entre la colocación del pedido y la recepción de la bodega del cliente

Numero de meses de:
Ciclo de Pedidos + Lead
Time + Stock de
Seguridad



Si desde que coloco un pedido hasta que recibo en mi bodega transcurren 4 meses , el lead time es 4

