

**Plan de Mejora para la Disminución de Mantenimientos correctivos de Equipos en
las Compañías Nissan, Chevrolet y Volkswagen**

Dylan Castillo Colmenares
Cristian Andrés Alfonso López
Juan Sebastián Ariza Gutiérrez

Universidad ECCI

1AN - Seminario de Investigación II

José Isaías Salas Hernández

Mayo de 2024

**PLAN DE MEJORA PARA LA DISMINUCIÓN DE MANTENIMIENTOS
CORRECTIVOS DE EQUIPOS EN LAS COMPAÑÍAS NISSAN, CHEVROLET Y
VOLKSWAGEN**

AUTOR(ES)

DYLAN CASTILLO COLMENARES
CRISTIAN ANDRÉS ALFONSO LÓPEZ
JUAN SEBASTIÁN ARIZA GUTIÉRREZ

PRESENTADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE: ESPECIALISTA EN GERENCIA DE
MANTENIMIENTO

DIRECTOR(A)

JOSÉ ISAÍAS SALAS HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD ECCI – DIRECCIÓN DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
COLOMBIA, BOGOTÁ D.C.

MAYO DE 2024

Tabla de Contenido

DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTOS	8
INTRODUCCIÓN	9
RESUMEN / ABSTRACT	9
1. TITULO.....	13
2. Problema de investigación.....	13
2.1. Descripción del problema.....	13
2.2. Formulación del problema	14
3. Objetivos.....	15
3.1. Objetivo general.....	15
3.2. Objetivos específicos.....	15
4. Justificación y Delimitación	16
4.1. Justificación.....	16
4.2. Delimitación.....	17
4.3. Limitaciones.....	18
5. Marcos de referencia.....	19
5.1. Estado del arte	19
5.2. Marco teórico.....	29
5.3. Marco legal.....	47
6. Marco Metodológico	51

7.	Resultados e interpretación.....	58
	7.1. <i>Resultados y análisis de las encuestas</i>	58
	7.2. <i>Resultados y análisis de los equipos</i>	71
	7.2.1. <i>Discusión de resultados de los equipos</i>	97
	7.3. <i>Propuesta de solución</i>	98
8.	Presupuesto, análisis financiero (Costo-beneficio)	100
9.	Conclusiones.....	102
10.	Recomendaciones	104
11.	Referencias	105

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Ilustración 1. Realiza limpieza antes de utilizar los activos a cargo en su área	58
Ilustración 2. Realiza el mantenimiento autónomo de los activos a cargo suyo antes de iniciar sus labores ...	58
Ilustración 3. Utiliza el código QR para evidenciar si el activo está pendiente o próximo a mantenimiento...	59
Ilustración 4. Asegura que su area de trabajo se encuentre en condiciones idóneas para el buen desempeño de los activos	59
Ilustración 5. Ha evidenciado participación activa de miembros de la empresa para realizar mantenimientos preventivos a los activos de su área.....	60
Ilustración 6. Ha evidenciado partición activa de terceros para realizar mantenimientos preventivos y correctivos a los activos de su área.....	60
Ilustración 7. Es común ver la gestión de los activos en cuanto a cronograma de mantenimiento planeado, preventivo y correctivo en su compañía	61
Ilustración 8. Es normal ver mensualmente el mantenimiento de los activos dentro de su area de trabajo, ya sea por terceros o por miembros de su compañía	61
Ilustración 9. Realiza limpieza antes de utilizar los activos a cargo en su área	62
Ilustración 10. Realiza el mantenimiento autónomo de los activos a cargo suyo antes de iniciar sus labores .	62
Ilustración 11. Utiliza el código QR para evidenciar si el activo está pendiente o próximo a mantenimiento.	63
Ilustración 12. Asegura que su área de trabajo se encuentre en condiciones idóneas para el buen desempeño de los activos	63
Ilustración 13. Ha evidenciado participación activa de miembros de la empresa para realizar mantenimientos preventivos a los activos de su área.....	64
Ilustración 14. Ha evidenciado partición activa de terceros para realizar mantenimientos preventivos y correctivos a los activos de su área.....	64
Ilustración 15. Es común ver la gestión de los activos en cuanto a cronograma de mantenimiento planeado, preventivo y correctivo en su compañía	65
Ilustración 16. Es normal ver mensualmente el mantenimiento de los activos dentro de su área de trabajo, ya sea por terceros o por miembros de su compañía	65

Ilustración 17. Realiza limpieza antes de utilizar los activos a cargo en su área.....	66
Ilustración 18. Realiza el mantenimiento autónomo de los activos a cargo suyo antes de iniciar sus labores .	66
Ilustración 19. Utiliza el código QR para evidenciar si el activo está pendiente o próximo a mantenimiento.	67
Ilustración 20. Asegura que su área de trabajo se encuentre en condiciones idóneas para el buen desempeño de los activos.....	67
Ilustración 21. Ha evidenciado participación activa de miembros de la empresa para realizar mantenimientos preventivos a los activos de su área.....	68
Ilustración 22. Ha evidenciado participación activa de terceros para realizar mantenimientos preventivos y correctivos a los activos de su área.....	68
Ilustración 23. Es común ver la gestión de los activos en cuanto a cronograma de mantenimiento planeado, preventivo y correctivo en su compañía.....	69
Ilustración 24. Es normal ver mensualmente el mantenimiento de los activos dentro de su area de trabajo, ya sea por terceros o por miembros de su compañía.....	69
Ilustración 25. Alineador-equipo	72
Ilustración 26. Equipo-Balanceador.....	74
Ilustración 27. Equipo-Pistola de impacto	77
Ilustración 28. Equipo-Compresor.....	79
Ilustración 29. Equipo-Cabina de pintura	82
Ilustración 30. Equipo-Escáner	85
Ilustración 31. Equipo-Zorra para motores	87
Ilustración 32. Equipo- Cárcamo	90
Ilustración 33. Herramienta de manual.....	92
Ilustración 34. Equipo-Elevador	95

DEDICATORIA

Queremos agradecerles profundamente por su apoyo incondicional y por estar a nuestro lado durante los momentos más desafiantes. Su presencia y apoyo constante nos han dado la fuerza necesaria para superar obstáculos que nunca imaginamos enfrentar. Agradecemos especialmente a nuestras familias, cuyo apoyo inestimable, comprensión y amor han sido fundamentales para nosotros. Sin ustedes, no habríamos sido capaces de afrontar las dificultades con la misma fortaleza y determinación.

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a nuestras esposas, quienes ha sido un pilar fundamental en nuestro crecimiento personal y profesional. Gracias por su constante apoyo, por siempre buscar lo mejor para nosotros y para nuestra familia. Son el ancla que nos mantiene unidos, y juntos hemos alcanzado numerosas metas y sueños que nos propusimos en la vida.

Antes de despedirnos, queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a nuestras madres. Ellas han sido nuestro mayor apoyo en todos los aspectos de nuestra vida, siempre presentes a pesar de la distancia, pendientes de cada detalle. Gracias, mamá, por darnos la vida y por hacernos sentir siempre como tu prioridad número uno.

AGRADECIMIENTOS

Primero, queremos expresar nuestra gratitud a Dios, a nuestra familia y amigos. Sus palabras de aliento han sido fundamentales para impulsar esta carrera. A pesar de nuestras dudas y momentos de desánimo, siempre han estado ahí, brindando su apoyo incondicional y consejos sabios. Gracias a ellos, hemos comprendido la importancia del tiempo y estamos a punto de alcanzar nuestros sueños. Nuestra especialización no solo representa un paso más en nuestro desarrollo profesional, sino también una oportunidad para explorar nuevos horizontes en el campo laboral.

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a nuestro asesor, mentor y guía. Gracias a su orientación, hemos podido mejorar nuestro trabajo de grado y visualizar con claridad nuestros objetivos para contribuir al crecimiento de las empresas en las que actualmente estamos ubicados. Su dirección ha sido fundamental para que la empresa no solo sea reconocida por su nombre, sino por sus logros concretos en estos últimos años. Esta nos ha enseñado que los sueños pueden convertirse en realidad si trabajamos en su consecución paso a paso.

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz actual se caracteriza por su competitividad, la rápida evolución y la volatilidad de la demanda. Esto se debe al crecimiento en la exigencia de los clientes, quienes buscan productos que se adapten a sus necesidades y cumplan con altos estándares de calidad. Además, se observa un aumento en la velocidad y frecuencia de las entregas (Ramirez Gil, Gómez Bull, Linares Gil, & Vargas Salgado, 2015, pp. 29-30).

En este contexto, las empresas industriales tienen como objetivo principal ser productivas. Para lograrlo, es crucial priorizar la mejora continua, ya que la búsqueda constante de la excelencia es fundamental para alcanzar la máxima calidad. Asimismo, es necesario optimizar al máximo los recursos disponibles, que incluyen el capital humano, los activos, los procesos de producción y los materiales necesarios. Por último, la rentabilidad es esencial, lograda cuando una empresa genera suficientes ingresos para cubrir sus gastos y obtener beneficios aceptables.

Por otro lado, el estudio de métodos y tiempos es una herramienta esencial que se utiliza para identificar los procesos exactos y los tiempos estándar de cada una de las operaciones dentro de cualquier proceso. Además, permite analizar los movimientos realizados por los operarios durante la ejecución de dichas operaciones (Tejada Diaz, Gisbert Soler, & Pérez Molina, diciembre, 2017, pág. 41).

Basándonos en lo anterior, podemos afirmar que el análisis de métodos y tiempos tiene como objetivo principal eliminar las actividades innecesarias que pueden aumentar el tiempo de operación. Esto proporciona a la empresa una base para controlar la ejecución de las actividades presentes en el servicio y, por lo tanto, dar el primer paso hacia la optimización y la mejora continua.

En el contexto de este estudio, se buscó generar una propuesta de mejora para aumentar la productividad del servicio de mantenimiento preventivo de automóviles. Esto implicó la reducción de los tiempos muertos, la optimización de los métodos en cada actividad y la eliminación de cuellos de botella en la prestación del servicio.

El estudio se llevó a cabo mediante la observación del servicio y la revisión bibliográfica. Esto permitió identificar las deficiencias en el método actual y sus tiempos, que incluían problemas de control y seguimiento de los elementos de protección personal, falta de orden y limpieza, falta de estandarización del proceso, demoras en el vaciado del tanque de aceite y una combinación ineficiente del proceso de compra con el de servicio, generando demoras significativas.

Tras concluir el estudio, se realizó un diagnóstico detallado que expuso todas las deficiencias identificadas. Basándose en este diagnóstico, se elaboró una serie de acciones de mejora, que incluían la implementación de un plan de control y seguimiento de los elementos de protección personal, la aplicación de la metodología 5S en el almacén de herramientas, la modificación del método de vaciado de aceite, el establecimiento de un proceso de compra separado y la capacitación del personal en la correcta aplicación del nuevo método propuesto en este trabajo

RESUMEN

Las empresas Nissan, Chevrolet y Volkswagen se especializan en brindar servicios de reparación de motores y mantenimiento preventivo y correctivo. Al analizar sus operaciones, se identificó la necesidad de controlar de manera más precisa los procesos y actividades del personal dentro de la organización. Este documento recopila información y procedimientos existentes, proporcionando una visión detallada de la importancia de desarrollar formatos, guías y manuales para optimizar el control administrativo. Estas herramientas no solo ofrecen pautas necesarias, sino que también servirán como base fundamental para mejorar los procedimientos en el entorno empresarial.

Este estudio demuestra que la implementación de mejoras en los tiempos y procesos operativos puede resultar en cambios significativos en la productividad. Estos cambios incluyen la reducción gradual de los tiempos de reparación, mantenimiento y entrega, lo que a su vez conduce a una disminución de los precios, una mejora en la atención al cliente y una mayor participación en el mercado. Tras realizar evaluaciones exhaustivas, se han identificado soluciones clave, que incluyen la capacitación del personal técnico, la optimización de los tiempos para la elaboración de presupuestos, el control eficiente de las actividades del personal, la mejora en la eficacia de los procesos y la documentación exhaustiva de la información. Además, se han desarrollado formatos, manuales y se han extraído conclusiones y recomendaciones valiosas a partir de este estudio.

Palabras clave: Mejora, productividad, procesos, servicios, calidad.

ABSTRACT

Nissan, Chevrolet, and Volkswagen specialize in providing engine repair and preventive and corrective maintenance services. Upon analyzing their operations, the need to more precisely control processes and activities within the organization's personnel was identified. This document compiles existing information and procedures, providing a detailed insight into the importance of developing formats, guides, and manuals to optimize administrative control. These tools not only offer necessary guidelines but also serve as a fundamental basis for enhancing procedures in the business environment.

This study demonstrates that implementing improvements in operational times and processes can result in significant productivity changes. These changes include the gradual reduction of repair, maintenance, and delivery times, leading to lower prices, improved customer service, and increased market participation. Following thorough evaluations, key solutions have been identified, including technical staff training, optimization of budgeting times, efficient control of personnel activities, process efficiency improvement, and comprehensive documentation of information. Additionally, formats, manuals, conclusions, and valuable recommendations have been developed from this study.

Keywords: Improvement, productivity, processes, services, quality.

1. TITULO

“Plan de mejora para la disminución de mantenimiento correctivo de equipos en las compañías Nissan, Chevrolet y Volkswagen.”

2. Problema de Investigación

2.1 Descripción del problema

Nissan, Chevrolet y Volkswagen, son empresas concesionarias dedicadas a la fabricación, venta y prestación de servicio de mantenimiento y reparación de vehículos automotores a nivel nacional e internacional. En Colombia, Nissan, Chevrolet y Volkswagen, están posicionadas en el top 10 de las marcas más utilizadas y vendidas en el país, ubicándose en las siguientes posiciones: cuarto, segundo y octavo, respectivamente (Autocosmos, 2022). Lo que a su vez confirma la importancia de su participación en el sector automotriz.

Esto refleja que, sus utilidades en ventas de vehículos nuevos, usados y venta de mantenimiento posventa son bastante significativas, lo cual permite que sean reconocidas en el mercado nacional y se abra el paso a la mejora continua de su infraestructura, instalaciones y activos con el fin de poder continuar con su facturación y producción habitual.

Sin embargo, en la red de concesionarios Nissan, Chevrolet y Volkswagen, puntualmente en el área de servicio de mantenimiento posventa, se evidencia una falta de seguimiento y control en cuanto a la gestión de mantenimiento preventivo y predictivo de los activos que conforman el servicio en mención, toda vez que cualquier activo que presente avería o afectación mecánica, eléctrica, electrónica, metalmecánica, hidráulica, etc., es llevado directamente a mantenimiento correctivo. Esto significa y/o conlleva a que se generen gastos

excesivos que no son presupuestados dentro de un cronograma, comité o análisis financiero por las compañías en mención debido a que no existe un ente o área encargada de mantener, controlar y verificar que la disponibilidad de los activos de la compañía esté en óptimas condiciones a fin de brindar un excelente servicio.

2.2 Formulación del problema

Es importante mencionar que es de vital importancia que los activos que componen el área de servicio posventa estén operativos al 100% debido a que estos se enfocan en garantizar una efectiva y rápida reparación a los vehículos que ingresan al taller para diferentes intervenciones; de lo contrario, la operación se estancaría y abriría paso a una pérdida en la productividad y ejecución de los procesos de mantenimiento y reparación automotriz.

Adicional, al no tener un área encargada para programar y ejecutar mantenimientos preventivos y predictivos de los activos que componen el área de servicio posventa, se observa que se están generando costos considerables debido a que todas las reparaciones de los activos se están alojando en mantenimiento correctivo. Además, esto implica que exista una ejecución de mantenimiento correctivo por parte de proveedores (terceros) que están generando costos elevados toda vez que no existe un control o plan de mantenimiento para tal fin (gestión de activos).

Teniendo en cuenta que Nissan, Chevrolet y Volkswagen son prestadoras de servicio de mantenimiento automotriz y, es indispensable la participación de los activos en la ejecución de los mismos, ¿Cómo se podría disminuir el mantenimiento correctivo de los activos de Nissan, Chevrolet y Volkswagen y mejorar el esquema interno de control de mantenimiento preventivo y predictivo de los diferentes activos que componen el área de servicio?

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Proponer un plan de mejora que impacte en la disminución de mantenimientos correctivos de equipos, por medio del estudio, análisis y control de los activos de las compañías Nissan, Chevrolet y Volkswagen, de conformidad con la priorización de los mantenimientos preventivos y predictivos.

3.2 Objetivos específicos

Para lo anterior es necesario estudiar la metodología de mantenimiento de activos de las diferentes empresas prestadoras de servicio automotriz.

Analizar el comportamiento actual de la ejecución de mantenimientos correctivos de los activos.

Estructurar un organigrama enfocado al área de mantenimiento de la infraestructura de las diferentes empresas para así fomentar los estudios de mercado respectivos al mantenimiento de los activos.

4. Justificación y delimitación

4.1 Justificación

El presente proyecto está enfocado y basado en la necesidad de proponer un plan de mejora para la efectiva programación y ejecución de mantenimiento preventivo y predictivo, desde la óptica administrativa que tiene como finalidad disminuir el porcentaje de ejecución de mantenimientos correctivos, acompañado de la disminución de tiempos muertos de producción e incrementar las utilidades de los diferentes concesionarios. Conforme a lo anterior, es válido resaltar que el equipo de trabajo que compone esta investigación hace parte de cada uno de los talleres en mención (Nissan, Chevrolet y Volkswagen), por lo cual facilita la recolección de datos e información que será tratada de acuerdo a criterios y/o parámetros gerenciales (enfocado al mantenimiento), basados en la experiencia laboral que en estas se vive día tras día para así abrir paso a información verídica y fomentar propuestas de conformidad con la realidad.

La consecución, recolección y socialización de la información de forma ordenada y bajo los criterios de estandarización hacen de este proceso un estudio verídico y confiable. Por tal razón se pretende realizar el presente proyecto, ya que el fin último es impactar de manera positiva y significativa a cada uno de los involucrados en los diferentes concesionarios, desde el sector operativo hasta el sector financiero, siendo los resultados arrojados en la presente investigación los directos responsables en fomentar la mejora continua de los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo en Nissan, Chevrolet y Volkswagen de la siguiente manera: mayor productividad, confiabilidad y seguridad para el área técnica y de operación; incremento de facturación a todas las áreas de los concesionarios; disminución de costos en mantenimientos correctivos; seguimiento y control de presupuesto; entre otros.

Los datos tratados y mencionados en el presente trabajo están basados bajo entrevistas, consultados y registros realizados a cada uno de los colaboradores (gerentes, almacén, asesores, supervisores, jefes de patio, control de calidad, torre de control, técnicos, anfitriones, entre otros), y archivos que componen y pueden aportar de manera satisfactoria y productiva a la presente investigación y propuesta, con el fin de hallar diferentes planes de mejora siendo apoyados por la información suministrada por el personal en mención, para así ofrecer ideas o mejoras que vayan encaminadas hacia la solución de problemáticas presentadas en los diferentes concesionarios.

Por otro lado, el proyecto cuenta con una profundización de estudio en la línea de investigación enfocada a la Gerencia de Mantenimiento con énfasis en Indicadores de Mantenimiento y la Gerencia de Mantenimiento en sí misma. Lo anterior, toda vez que los tres (3) concesionarios en mención conducen a mejorar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los diversos sistemas, instalaciones y equipos productivos; de la misma manera que se tiene como finalidad establecer las medidas necesarias para el control del ciclo de vida de los activos (Universidad ECCI, 2020).

4.2 Delimitación

El presente proyecto se enfoca en realizar estudios en cuanto a la gestión de los activos de los concesionarios Nissan (sede Morato), Los Coches (sede Calle 26) y Chevrolet (sede Calle 6). El mismo, se realiza durante ocho (8) meses separados por lapsos de cuatro (4) meses de la siguiente manera:

Seminario I: Comprende del 1 de agosto de 2023 al 17 de noviembre de 2023

Seminario II: Comprende del 1 de febrero de 2024 al 17 de mayo de 2024.

Lo anterior, debido a que existe un periodo vacacional que comprende en un lapso aproximado de dos (2) meses y quince (15) días, en los meses, noviembre, diciembre y enero.

4.3 Limitaciones

La presente propuesta se realiza en la ciudad de Bogotá, en calidad de estudiantes, como ejecución del proyecto de especialización en Gerencia de Mantenimiento, encaminada en los seminarios de investigación I y II. La misma, se realiza en las instalaciones de la Universidad ECCI, en reuniones grupales externas y espacios individuales en cada uno de los talleres.

El estudio se obtiene en tiempos limitados como horario de clase, fines de semana, horario nocturno y horas laborales, a fin de obtener y organizar la información más verídica y acertada posible. Por otro lado, se cuenta con el recurso económico el cual hace referencia a todos los equipos e instalaciones prestadas por la Universidad ECCI y recursos propios (transporte, alimentación, tecnología, etc).

Cabe resaltar que el acceso a la información obtenida y tabulada en el proyecto abarca un pequeño porcentaje de la información general y puntual de cada organización, toda vez que dicha información es limitada por razones de políticas empresariales.

5. Marcos de Referencia

5.1 Estado del arte

Título. Propuesta de mantenimiento y servicio a la cliente enfocada en una empresa del sector automotriz

Autores. Perdomo Alejandro, Fernández Michael.

Fecha de Publicación. 2015

Objetivo. Presentar un enfoque sistemático destinado a potenciar la atención al cliente y reducir la rotación de personal en el taller durante la realización de los mantenimientos programados.

Aplicación. Realizando un análisis de comparación del artículo con respecto al que se está ejecutando, inicialmente se resalta que el campo de estudio está enfocado hacia el mantenimiento de automotores y, en el caso actual, el enfoque está dado hacia el mejoramiento de los activos que hacen parte del esquema de mantenimiento de servicio posventa, el cual garantizar que el cliente quede satisfecho con los trabajos que se van a realizar, mientras que el llamado a lugar, hace referencia al mismo sistema de mantenimiento pero enfocado a las estrategias de salida hacia el cliente externo, sin embargo el fin e idea última es la misma. (Perdomo y Fernández, 2015).

Título. Propuesta de optimización de tiempos y procesos en el taller automotriz KIA224

Institución. Universidad ECCI

Autores. Cañón Angie, Africano Sergio. Fecha de publicación. 2022

Objetivo. Elaborar una sugerencia o propuesta para optimizar la provisión de servicios en el taller, reduciendo o minimizando los tiempos de ejecución de tareas y actividades, aumentando la eficiencia operativa y estableciendo procedimientos uniformes en las diversas

secciones del taller.

Aplicación. Llevándolo a una comparación con el proyecto en curso, se encuentra que si se toma en cuenta el mantenimiento correctivo, predictivo y preventivo hacia los activos se logrará contribuir con estos inconvenientes que se está presentando en el taller de la marca KIA. Uno de los inconvenientes más marcados dentro de un taller de servicio automotor es la intervención técnica, que en ocasiones se ve afectada por la indisposición de los activos que se necesitan para realizar la labor especializada (Cañón y africano, 2022).

Título. Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para los activos del centro de tecnologías del transporte CTT (SENA)

Institución. Universidad ECCI

Autores. Mora David, Mendoza Hernán.

Fecha de publicación. 2015

Objetivo. Elaborar una estrategia para mantener regularmente los elementos esenciales del Centro de Tecnologías del Transporte CTT (SENA) y prevenir problemas futuros.

Aplicación. El presente se asimila al trabajo de investigación actual. Si bien es cierto, la problemática se está dando en una institución de enseñanza, los activos con los cuales están teniendo inconvenientes son prácticamente los mismos del estudio actual, la diferencia radicaría en que el presente está enfocado en mejorar este sistema de activos para el buen desarrollo del servicio posventa, mientras que ellos se enfocan en mejorar las condiciones de aprendizaje del centro de formación (Mora y Mendoza, 2015).

Título. Gestión de activos enfocado hacia la confiabilidad o determinación del TPEF (tiempo promedio entre fallas en equipos y/o sistemas).

Institución. Universidad ECCI

Autores. Barrantes Malagón Julio Andrés, Cerquera Valderrama Cristian Javier.

Fecha de publicación. 2015

Objetivo. Evaluar la confiabilidad, o el período promedio entre fallos (TPEF), de los equipos utilizados en la pavimentación por parte de la compañía Concescol. El propósito es determinar el estado operativo de los activos e identificar los sistemas que tienen un mayor impacto en la disponibilidad de la flota.

Aplicación. Analizando este artículo y comparándolo con la investigación actual, se ha evidenciado que el tiempo promedio entre fallas es algo que se podría implementar de manera de estudio ya que se podría tener en cuenta para llegar a resultados más exitosos al momento de evaluar los activos que están presentando falla. Si bien es cierto, en ninguna de las tres marcas de vehículos en estudio presentan un plan de mantenimiento preventivo y predictivo de activos, después de esta investigación y propuesta es fundamental que esta medición de fallas esté presente para garantizar los resultados esperados (Barrantes y Cerquera, 2015).

Título. Estandarización de operaciones en el servicio postventa de una empresa automotriz para la marca principal

Institución. Universidad Libre

Autores. Rojas Andrés, Fuentes Ever.

Fecha de publicación. 2018

Objetivo. Crear un conjunto de procedimientos uniformes para las actividades que se llevan a cabo en los talleres de servicio postventa destinados a la marca líder de la industria automotriz en Colombia.

Aplicación. Teniendo en cuenta que este artículo tiene como fundamento principal la infraestructura de los talleres, se puede relacionar a la presente investigación que las tres marcas a estudiar si cuentan con un espacio adecuado para las labores de mantenimiento, con lo que no se cuenta es con un organigrama de mantenimiento preventivo y predictivo de activos, razón por la cual está ocasionando los problemas ya expuestos. La función del desarrollo de estos programas de mantenimiento es mejorar la rotación del taller y cumplir con los tiempos prometidos a los clientes (Rojas y Fuentes, 2018)

Título. Propuesta de mejora de la gestión para el mantenimiento de los activos en el área de taller de la empresa Solo-Toyota.

Institución. Universidad ECCI

Autores. Hernández Cristian, Velandia Pedro, Saldaña Julián.

Fecha de publicación. 2021

Objetivo. Examinar la administración de mantenimiento de los activos en el área de taller y proponer una mejora en el plan de mantenimiento de la empresa Solo-Toyota La Dorada.

Aplicación. Este documento tiene la misma finalidad de estudio ya que muestra las mismas falencias que se tienen en nuestros talleres Nissan, Chevrolet y Volkswagen, sin embargo, los planes de acción serán diferentes, pero, de igual manera se da una mejor perspectiva y se logrará llegar a la misma idea de generar un plan de mantenimiento para el crecimiento productivo de la compañía para así poder tener la seguridad y confiabilidad de nuestros activos (Hernández, et al, 2021).

Título. Propuesta de plan de mantenimiento preventivo para una compañía metalmeccánica en la sabana de Bogotá

Institución. Universidad ECCI

Autores. Plazas Javier, Baleta Jorge, Peña Camilo.

Fecha de publicación. 2023

Objetivo. Desarrollar un plan preventivo de mantenimiento para todos los equipos utilizados en la sección de producción de la empresa metalmeccánica ubicada en la región de Bogotá.

Aplicación. Realizando la comparación con este documento se evidencia que en dicha empresa de metalmeccánica presentan el mismo inconveniente con los activos de la compañía afectando la producción final, sin embargo, se puede tener en cuenta y aplicar un estudio de análisis de datos para ser más eficientes al momento de generar un plan de acción y presentar el plan de mantenimiento acorde a las necesidades encontradas (Plazas, et al, 2023).

Título. La planificación del mantenimiento, su importancia en la gestión de los activos

Institución. Universidad Tecnológica de la Habana, Empresa de Telecomunicaciones de Cuba

Autores. Marrero Rogej, Martínez Evert, Vilalta José, García Vania, Basile Milena.

Fecha de publicación. 2022

Objetivo. Examinar la determinación del tiempo disponible y su conexión con el índice de mantenimiento como aspectos clave a establecer durante la etapa de planificación del mantenimiento de los activos. Esto contribuye a mejorar la eficiencia operativa y la continuidad de las herramientas de trabajo.

Aplicación. En este análisis se evidencia que se tiene un problema considerable frente al seguimiento y control de los activos, herramientas fundamentales para cualquier compañía de

producción. Es por esto que, se realizará una investigación y una comparativa a fin de que se pueda tomar acción y conciencia de lo que acarrea el abandono o poca periodicidad en los mantenimientos y el impacto económico de los mismos para así observar si se tienen buenas raíces con nuestros activos y así, de esta manera disminuir todos los tiempos muertos que se pudieran presentar (Marrero, et al, 2022).

Título. Desarrollo de consultoría para medir la gestión de mantenimiento en INNOVAPOR S.A.S.

Institución. Universidad ECCI

Autores. Guzmán Jorge, Rojas Andrés, Pinto Sandra.

Fecha de publicación. 2016

Objetivo. Conducir una evaluación consultiva de la administración de mantenimiento en INNOVAPOR S.A.S para detectar posibles áreas de mejora.

Aplicación. Con este documento se da otra perspectiva frente a los activos, repuestos y mano de obra en los talleres que se están evaluando ya que de esta manera se puede comparar un antes y un después tras implementar un plan de mantenimiento en las empresas, Adicional, vuelve a recaer la ausencia o poca intervención a los activos donde se debe aclarar que, aunque la inversión en el mantenimiento es un costo, este es el que permite que aumenten las utilidades de las compañías (Guzmán, et al, 2016).

Título. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en los activos fijos para incrementar la productividad en una empresa de fabricación de calzado del Cercado de Lima, 2019.

Institución. Universidad Tecnológica del Perú

Autores. Abarca Luis, Castillo Margarita.

Fecha de publicación. 2019

Objetivo. Mejorar la eficiencia operativa de la compañía de calzado gracias a la implementación del plan de mantenimiento preventivo propuesto.

Aplicación. Con este documento es posible evidenciar que no es solo encontrar la falla y el porqué de la ausencia de la falta de mantenimiento a los activos, sino que también se debe validar en qué porcentaje queremos incrementar la productividad de la compañía, haciendo el estudio pertinente de la vida útil de los activos y validar si es viable no realizar inversiones a los activos o generar la compra de equipos nuevos (Abarca y Castillo, 2019).

Título. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los activos en la línea de producción de soldadura en la empresa Roosevelt Electric

Institución. Universidad ECCI

Autores. Cock Juan, Torres Alexander **Fecha de publicación.** 2018

Objetivo. Crear un plan preventivo de mantenimiento para la sección de producción de soldadura de la empresa ROOSEVELT Electric®, con el objetivo de aumentar la disponibilidad de los equipos y disminuir los gastos relacionados con el mantenimiento.

Aplicación. Con este documento se hace énfasis en la validación de su evaluación y una falta de modelo de inventario para el seguimiento y control de los activos toda vez que se evidencia la ausencia de un líder o área encargada para dichos procesos y todos los planes de acción están siendo llevados y encaminados hacia el mantenimiento correctivo y respondiendo

todos estos procesos de forma empírica (Cock y Torres, 2018).

Título. Diseño de un plan de mantenimiento para los activos de una empresa del sector textil

Institución. Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM

Autores. Castro Juan

Fecha de publicación. 2022

Objetivo. Elaborar un plan preventivo de mantenimiento para los equipos que forman parte del sistema de producción de la empresa Suramericana de Marquillas S.A.S.

Aplicación. Validando este artículo con el proyecto a determinar se evidencia que se debe tener presente el historial de cada activo para llevar una buena trazabilidad y, que el momento de tomar de decisiones sea mucho más sencillo y eficaz para decidir sobre la productividad, utilidad y porcentaje de vida útil de los equipos de las compañías (Castro, 2022).

Título. Propuesta de un Programa de Mantenimiento para los Activos de una Compañía del Sector de Obra Civil en la división de Alquiler de Equipos. “Caso de Estudio Retrocargador de Oruga Hitachi 200”.

Institución. Universidad ECCI

Autores. Ramírez Yohana, Ladino Mayerly

Fecha de publicación. 2021

Objetivo. Elaborar una sugerencia para instaurar el programa de mantenimiento en una compañía que opera en el sector de construcción, especialmente enfocándose en la sección que se dedica al alquiler de equipos.

Aplicación. Este documento indica que, en el sector civil, de igual forma presenta la falta de seguimiento, control y planeación de los activos, no se tiene ninguna importancia de la vida

útil de los mismos a largo plazo y, sólo se enfoca en la unidad de negocio (producción) obteniendo a corto y largo plazo afectaciones en la operación. Es allí donde al generar un proyecto sólido se dará una evidencia para los demás sectores de la manera en que impacta positivamente, incrementando la productividad y la seguridad de los empleados en la compañía (Ramírez y Ladino, 2021).

Título. Elaboración de un procedimiento de calidad por medio de auditorías internas que conlleve al mejoramiento en el proceso de colisión automotriz

Institución. Escuela Colombiana de Carreras Industriales - ECCI

Autores. Benítez Edilberto

Fecha de publicación. 2013

Objetivo. Desarrollar un proceso de mejora en la gestión de colisiones automotrices a través de la implementación de procedimientos de calidad mediante auditorías.

Aplicación. Se observa que de tener los activos fijos de un taller en óptimas condiciones es de vital importancia y necesario para la operación a satisfacción del mismo; ahora, analizando un taller de colisión donde, por ejemplo, la cabina de pintura y el equipo de banco es necesario tenerlos en buenas condiciones, todo esto con el fin de garantizar la calidad de los trabajos y de involucrar a todos los miembros del equipo en un sólo propósito de mantenimiento, al igual que en el presente artículo, el objetivo principal es garantizar la fiabilidad de nuestros clientes y su fidelización (Benítez, 2013).

Título. Diseño de un plan de mejora para el mantenimiento de la empresa Transportes Vigía, línea de vehículos Volkswagen.

Institución. Universidad ECCI Autores. Rojas Gustavo, Posada Andrés Fecha de publicación. 2023

Objetivo. Crear un plan de mejora del mantenimiento utilizando la metodología RCM, con el propósito de aumentar la disponibilidad y la confiabilidad de los vehículos en la flota de Volkswagen.

Aplicación. La importancia de los vehículos pesados en el país es de gran relevancia, ya que por medio de esta actividad se mueve gran parte de la economía colombiana, si bien es comprendido estos vehículos necesitan de un buen sistema de mantenimiento ya que sus repuestos son muy costosos y es necesario mantener su vida útil, es por ello que con respecto a nuestro artículo se encuentra que es indispensable que los activos que conforman el esquema de mantenimiento estén en óptimas condiciones. Cabe resaltar que para el mantenimiento de estos vehículos la circulación de activos de taller es más costoso, lo cual lleva a pensar que la infraestructura de los talleres debe ser de alta calidad (Rojas y Posada, 2023).

Título. Diseño de una guía de mitigación de riesgos para el área de colisión y taller en la empresa Sincromotors Renault S.A, sede Bogotá

Institución. ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES -ECCI

Autores. Arango Jhonatan, Núñez Ángel, Giraldo Jesús

Fecha de publicación. 2016

Objetivo. Elaborar una guía de reducción de riesgos para SINCROMOTORS RENAULT S.A., que detallará los factores de riesgo en las áreas de taller y colisión. El objetivo es mejorar las condiciones laborales, aumentar la seguridad en los procedimientos y fomentar la conciencia entre el personal para prevenir accidentes laborales y enfermedades profesionales.

Aplicación. Teniendo en cuenta la importancia del personal que trabaja en los talleres, como lo son técnicos, personales administrativos, guardas de seguridad, etc., es indispensable que el sistema de mantenimiento preventivo funcione óptimamente para prevenir cualquier tipo de factor de riesgo que afecte la integridad de los colaboradores (Arango, et al, 2016).

5.2 *Marco teórico*

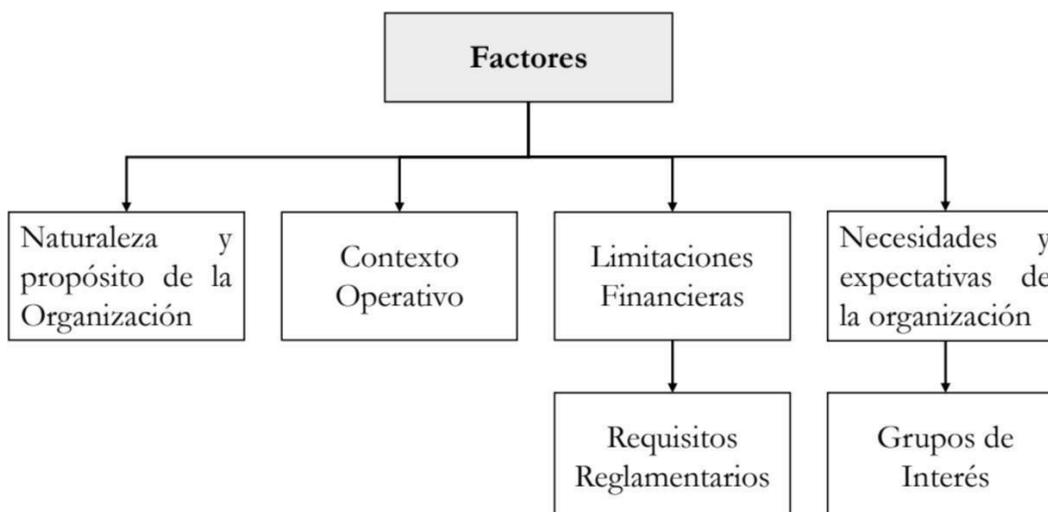
La gestión de activos y el mantenimiento son componentes esenciales de cualquier operación industrial o empresarial. Comprender estos conceptos y su aplicación efectiva es fundamental para asegurar la confiabilidad y la eficiencia de los activos de una organización. A continuación, se proporciona una visión general de la gestión de activos y el mantenimiento.

La gestión de activos implica el uso de diferentes enfoques, métodos y herramientas para equilibrar los costos operativos, los costos de mantenimiento y los costos de reemplazo de activos, teniendo en cuenta el rendimiento de los activos y el nivel de riesgo que una organización está dispuesta a tolerar. Además, para llevar a cabo y mejorar la gestión de activos, se han identificado seis componentes clave que abarcan el ciclo de vida de los activos. Entre estos componentes, la operación y el mantenimiento son particularmente importantes, ya que incluyen la gestión de la confiabilidad y el mantenimiento de los activos para garantizar su funcionamiento eficaz.

Así como lo afirma González (2017) “El ciclo de vida del activo inicia con la identificación de los requerimientos estratégicos del negocio, en donde se encuentra definidos los siguientes aspectos: la Responsabilidad Social Corporativa (RSC), las normas de seguridad, la higiene y el Ambiente (SHA), el retorno sobre los activos (ROA, Return On Asset) y el retorno sobre el capital (ROE, Return On Equity)” (p. 07)

Los activos se seleccionarán de acuerdo con los objetivos estratégicos de la organización y considerando varios factores que afectan el tipo de activo necesario. Véase en la Figura 1.

Ilustración 1. Factores para tomar en consideración la gestión de activos fijos



Fuente: Mogollón & Puedmag, 2021

Nota. Adaptado de *International Organization for Standardization*, 2014, como se citó en *Modelo de auditoría para la gestión de mantenimiento de activos físicos. caso de estudio: laboratorios del área mecánica de la universidad politécnica salesiana sede cuenca*, Por Mogollón y Puedmag, 2021.

Desde sus inicios, el mantenimiento de activos ha evolucionado continuamente. Hoy en día, existen diversas filosofías de mantenimiento que son utilizadas por organizaciones en diferentes sectores. Sin embargo, en su mayoría, estas organizaciones siguen una sola filosofía para llevar a cabo sus planes de mantenimiento de activos.

Las plantas industriales a menudo enfrentan desafíos al planificar y ejecutar el mantenimiento de sus activos debido a la diversidad de procesos productivos dentro de una misma organización.

Además, el seguimiento de la gestión de mantenimiento suele basarse en indicadores

que reflejan resultados como efectividad, cumplimiento, horas hombre y disponibilidad de equipos. Sin embargo, estos indicadores no garantizan que las actividades se realicen de acuerdo a los estándares de calidad definidos en el plan de mantenimiento.

En muchas organizaciones certificadas con sistemas de gestión de calidad, la verificación del cumplimiento de los procedimientos de mantenimiento se realiza principalmente en auditorías internas o externas de su sistema de calidad, en lugar de ser una parte integral del plan de mantenimiento destinado a asegurar la calidad de estas actividades.

Definición de Gestión de Activos.

La gestión de activos es un enfoque estratégico para administrar y optimizar los activos físicos de una organización, ya sean equipos, instalaciones, flotas o infraestructura. Su objetivo principal es maximizar el valor de estos activos a lo largo de su ciclo de vida, lo que implica:

Identificación y Clasificación: Comenzar por identificar y clasificar todos los activos de la organización, incluyendo su ubicación, estado y características técnicas.

Evaluación de Riesgos: Evaluar los riesgos asociados con cada activo y su impacto en las operaciones y la seguridad.

Planificación Estratégica: Desarrollar una estrategia que determine cuándo, cómo y en qué medida se mantendrán, repararán o reemplazarán los activos.

Ciclo de Vida: Considerar el ciclo de vida completo de los activos, desde la adquisición hasta la disposición.

Eficiencia de Costos: Equilibrar los costos de adquisición, operación y mantenimiento con los beneficios derivados de los activos.

La gestión de activos es un enfoque estratégico y sistemático para la administración y

optimización de los activos físicos, financieros y humanos de una organización a lo largo de su ciclo de vida, con el objetivo de maximizar el valor y los beneficios que estos activos generan. Implica un conjunto integral de procesos y prácticas destinadas a garantizar que los activos sean adquiridos, operados, mantenidos y desechados de manera eficiente y efectiva. Uno de los enfoques más reconocidos en la gestión de activos proviene de la norma internacional ISO 55000, que define la gestión de activos como "la actividad coordinada de una organización para dirigir y controlar con respecto a los activos con el fin de lograr el valor desde los mismos". Esta norma proporciona un marco amplio para la gestión de activos y enfatiza la importancia de considerar aspectos económicos, técnicos, ambientales y sociales en la toma de decisiones relacionadas con los activos.

La gestión de activos se basa en una serie de principios fundamentales:

Valor y Beneficios: Los activos deben contribuir al logro de los objetivos y la creación de valor para la organización.

Gestión Integral: Se debe abordar el ciclo de vida completo de los activos, desde la adquisición hasta la disposición.

Enfoque en el Rendimiento: La gestión de activos busca optimizar el rendimiento de los activos, minimizar los riesgos y los costos asociados, y garantizar la seguridad y la sostenibilidad.

Toma de Decisiones Basada en Datos: Se enfoca en la recopilación y análisis de datos para tomar decisiones informadas sobre la operación, mantenimiento y desecho de activos.

Cumplimiento Normativo y Legal: Se asegura de que la organización cumple con todas las regulaciones y requisitos legales relacionados con sus activos.

La gestión de activos se aplica en una variedad de industrias, incluyendo la

manufactura, la energía, la infraestructura, el transporte y la atención médica, entre otras. En cada una de estas áreas, la gestión de activos desempeña un papel crucial en la garantía de la continuidad de las operaciones, la reducción de costos, la mejora de la eficiencia y la mitigación de riesgos.

Clasificación de Gestión de Activos

La clasificación de la gestión de activos es un proceso que busca identificar y agrupar los activos de una organización según ciertas características y criterios predefinidos. Esta clasificación es fundamental para comprender y administrareficazmente los activos a lo largo de su ciclo de vida, lo que incluye la adquisición, operación, mantenimiento y eventual desecho.

En la literatura sobre gestión de activos, no existe una clasificación universalmente aceptada de la gestión de activos en términos de su alcance o enfoque. Sin embargo, se pueden identificar varias dimensiones clave de clasificación que son relevantes en el contexto de la gestión de activos:

Clasificación por Tipo de Activos: Los activos pueden ser clasificados según su naturaleza, como activos físicos (maquinaria, edificios, vehículos), activos financieros (acciones, bonos) y activos intangibles (propiedad intelectual, marcas).

Clasificación por Ciclo de Vida: Los activos se pueden dividir según su etapa en el ciclo de vida, incluyendo adquisición, operación, mantenimiento y disposición.

Clasificación por Sector de Aplicación: La gestión de activos se aplica en diversas industrias, como la manufactura, la energía, la atención médica y la infraestructura, cada una de las cuales puede tener sus propias necesidades y enfoques específicos.

Clasificación por Enfoque de Valor: Algunas organizaciones pueden centrarse en la gestión de activos para maximizar el valor, mientras que otras pueden priorizar la eficiencia, la sostenibilidad o el cumplimiento normativo.

Clasificación por Estrategia de Mantenimiento: La gestión de activos puede incluir diferentes estrategias de mantenimiento, como el mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo o proactivo, lo que puede afectar significativamente el enfoque de gestión.

En el contexto de la gestión de activos, se han desarrollado normas y directrices internacionales que proporcionan orientación sobre la clasificación y gestión de activos.

Historia de la gestión de activos

La historia de la gestión de activos es una narrativa que se desarrolla a lo largo del tiempo y refleja la evolución de la forma en que las organizaciones han abordado la administración de sus activos físicos y financieros. Aunque la gestión de activos como disciplina tiene raíces históricas, su formalización y desarrollo en el contexto moderno han sido influenciados por diversas corrientes y factores a lo largo de los años.

Uno de los primeros antecedentes de la gestión de activos se encuentra en el ámbito de la ingeniería y la gestión de activos físicos. La Revolución Industrial, que comenzó en el siglo XVIII, marcó un hito en la historia de la gestión de activos. La necesidad de administrar grandes fábricas, maquinaria y equipos impulsó el desarrollo de sistemas de mantenimiento y control de activos.

Según Diego Rosado, autor de "Gestión de activos: la nueva disciplina industrial" (2016), "La gestión de activos se ha desarrollado en una disciplina integral que involucra a múltiples partes interesadas y se centra en el logro de los objetivos de una organización mediante la gestión efectiva de sus activos".

El término "gestión de activos" como tal se ha popularizado en las últimas décadas. Su formalización y consolidación como una disciplina se ha acelerado en el contexto empresarial y de ingeniería a medida que las organizaciones han reconocido la importancia estratégica de administrar sus activos de manera eficiente y sostenible.

El Instituto de Gestión de Activos (IAM), una organización líder en el campo ha sido fundamental en la promoción de las mejores prácticas y la estandarización en la gestión de activos. En su libro "Pasado, presente y futuro de la gestión de activos" (Institute of Asset Management, 2015), se ofrece una visión general de la historia y la evolución de la gestión de activos

En el contexto actual, la gestión de activos se ha convertido en una disciplina multidisciplinaria que abarca la ingeniería, la economía, la gestión de proyectos y la tecnología. Se enfoca en la optimización de los activos a lo largo de su ciclo de vida, desde la adquisición hasta la disposición, con el objetivo de maximizar el valor y los beneficios que los activos generan para la organización.

Definición de mantenimiento

El mantenimiento de activos es un proceso sistemático que se enfoca en preservar, inspeccionar y mejorar los activos de una organización para garantizar su funcionamiento confiable y prolongar su vida útil a lo largo de su ciclo de vida. Implica una combinación de actividades planificadas y acciones correctivas que buscan evitar fallas, reducir los costos operativos y optimizar el rendimiento de los activos.

Así como lo resalta Ferreira y Mora (2011) “Mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias que deben realizarse a un equipo o sistema para corregir o prevenir fallas de tal manera que éste se mantenga en funcionamiento bajo las condiciones para local fue diseñado (p. 42). El mantenimiento es una parte crítica de la gestión de activos, ya que implica garantizar que los activos funcionen de manera confiable y eficiente durante su vida útil. El mantenimiento de activos comprende dos enfoques principales:

Mantenimiento Correctivo: Involucra acciones tomadas después de una falla o degradación significativa del activo. Se realiza después de que un activo ha fallado o se ha degradado significativamente. Puede ser costoso y disruptivo, pero es necesario en situaciones de emergencia.

Mantenimiento Preventivo: Se refiere a la realización de inspecciones y tareas programadas de mantenimiento para prevenir fallas y asegurar que los activos funcionen de manera óptima. Como lo señala Juan Carlos Muñoz, autor de "Mantenimiento Industrial Práctico" (2017): "El mantenimiento preventivo es una actividad programada destinada a prevenir fallas y reducir los riesgos asociados con el funcionamiento de los equipos". Se programan inspecciones y tareas de mantenimiento regularmente para prevenir fallas. Puede ayudar a evitar costosas reparaciones.

Existen varios tipos de mantenimiento, entre ellos:

Mantenimiento Predictivo: Se utilizan datos y tecnología para prever cuándo un activo requerirá mantenimiento. Esto permite un enfoque más proactivo y puede reducir los costos.

Mantenimiento Proactivo: Incluye la mejora continua de los activos para extender su vida útil y mejorar su rendimiento.

Historia de mantenimiento

La historia del mantenimiento de activos es un relato que abarca varios siglos y ha evolucionado significativamente a lo largo del tiempo. Desde las primeras prácticas de mantenimiento hasta los enfoques modernos basados en tecnología, el mantenimiento de activos ha desempeñado un papel crucial en la preservación y el rendimiento de activos físicos y equipos en diversas industrias.

Las prácticas de mantenimiento tienen raíces antiguas. Como señala Ricardo Rosales, en su libro "Mantenimiento Industrial. Teoría y Práctica" (2010): "El mantenimiento se originó con las primeras civilizaciones cuando el hombre primitivo se vio en la necesidad de conservar y mantener sus herramientas de caza y pesca". En sus inicios, el mantenimiento se centraba en la reparación de activos cuando fallaban.

A medida que las sociedades evolucionaron, las actividades de mantenimiento se volvieron más planificadas y programadas. El mantenimiento preventivo se convirtió en una práctica común, como lo destaca Carlos Valderrama (2006): "El mantenimiento preventivo surge como respuesta a la necesidad de reducir la frecuencia de las fallas" en Mantenimiento Industrial. En este enfoque, se programan inspecciones y tareas regulares para evitar que ocurran problemas. De lo anterior se puede visualizar en la Figura 2 para mayor precisión de lectura.

Ilustración 2. Evolución del Mantenimiento

	Primera Generación	Segunda Generación	Tercera Generación	Cuarta Generación
	Reparar Averías	Relación entre probabilidad de fallo y Edad	Mantenimiento Preventivo condicional	Proceso de mantenimiento
	Mantenimiento correctivo	Mantenimiento preventivo Programado	Análisis causa efecto	Calidad total
		Sistemas de planificación	Participación de producción	Mantenimiento fuente de beneficios
				Compromiso de todos los departamentos
				Mantenimiento basado en el riesgo (RBM)
	Hasta 1945	1945 - 1980	1980 + 1990	1990 +

Fuente: Ferreira & Mora, 2011.

Nota. Adaptado de desarrollo de un modelo de gestión integral de mantenimiento de activos, a partir de la norma técnica colombiana NTC-ISO 19011 con énfasis en indicadores, por Ferreira y Mora, 2011.

Herramientas y Tecnología en Gestión de Activos y Mantenimiento

La gestión de activos y el mantenimiento se benefician enormemente de herramientas y tecnología avanzada, como el software de gestión de activos y mantenimiento, el Internet de las cosas (IoT) y el análisis de datos. Estas tecnologías permiten la recopilación de datos en tiempo real, la planificación predictiva y la automatización de tareas de mantenimiento.

La gestión de activos y el mantenimiento son procesos esenciales para garantizar que los activos físicos de una organización sean confiables, eficientes y seguros a lo largo de su ciclo de vida. Comprender los fundamentos y las estrategias es clave para optimizar la inversión en

activos y maximizar el rendimiento de una organización. La tecnología y las herramientas avanzadas desempeñan un papel fundamental en esta área, permitiendo un enfoque más predictivo y proactivo.

La tecnología ha transformado radicalmente el mantenimiento de activos. La Internet de las Cosas (IoT) y la conectividad en tiempo real permiten la monitorización continua de activos y el mantenimiento predictivo. La obra de Diego Rosado (2019) resalta la influencia de la tecnología en la evolución del mantenimiento “Gestión de Activos Físicos: Fundamentos y Prácticas”.

En conclusión, la historia del mantenimiento de activos es un testimonio de la importancia de preservar y optimizar los activos en las organizaciones. Desde sus inicios primitivos hasta los enfoques tecnológicos modernos, el mantenimiento ha desempeñado un papel esencial en garantizar la confiabilidad y la eficiencia de los activos en diversas industrias.

Activos de un Taller Automotriz

Los activos de un taller automotriz son los recursos físicos, tecnológicos y humanos necesarios para llevar a cabo las operaciones de reparación y mantenimiento de vehículos de manera eficiente. Son elementos esenciales para su funcionamiento y éxito. Estos activos son fundamentales para llevar a cabo los procesos de reparación y mantenimiento de vehículos.

Instalaciones Físicas

Las instalaciones y el espacio físico son activos clave en un taller automotriz. Esto incluye el espacio de trabajo, las áreas de estacionamiento, las bahías de servicio y las zonas de almacenamiento. Un diseño eficiente del taller puede mejorar la productividad y la seguridad. En palabras de Muñoz, (2017) se afirma que "Un espacio bien organizado y un diseño de taller eficiente son esenciales para un flujo de trabajo sin problemas".

Edificio o Local: Así como lo asegura Arbulú, (2014) “El espacio físico del talleres un activo fundamental. Debe ser lo suficientemente grande y diseñado de manera eficiente para acomodar vehículos, herramientas y personal”.

Zonas de Trabajo: Por otro lado, Larios, (2009) afirma que “Incluyen áreas de reparación, áreas de diagnóstico, zonas de pintura y otros espacios especializados”.

Herramientas y Equipos: Las herramientas y equipos son activos críticos en un taller automotriz. Estos incluyen herramientas de mano como llaves, destornilladores, alicates y martillos, así como equipos más especializados como elevadores de vehículos, máquinas de diagnóstico automotriz y equipos de soldadura. Como lo señala Peter David (2018): "Las herramientas y equipos adecuados son esenciales para llevar a cabo tareas de reparación y mantenimiento de vehículos de manera eficiente". Herramientas Manuales y Mecánicas: Llaves, llaves inglesas, gatos, extractores, etc.

Equipos Específicos: Toribio, (2011) señala que “Elevadores de autos, máquinas de diagnóstico, compresores, soldadoras, entre otros” son necesarios para un taller automotriz.

Recursos Humanos: El personal calificado es uno de los activos más valiosos en un taller automotriz. Los mecánicos y técnicos deben contar con la formación y experiencia necesarias para llevar a cabo reparaciones de alta calidad. La formación continua es esencial en esta industria en constante evolución. Según Halderman (2018) se afirma que "El personal capacitado es fundamental para garantizar la calidad de las reparaciones".

Personal Técnico: Larios (2009) resalta en la necesidad de tener en cuenta “Mecánicos, técnicos en electrónica automotriz, pintores, etc” para el manejo de los talleres automotores.

Personal Administrativo: Gerentes, recepcionistas, encargados de pedidos de piezas, etc.

Inventario de Piezas y Repuestos: El inventario de repuestos y consumibles es otro activo crítico. Esto incluye piezas de repuesto, aceites, lubricantes, filtros, frenos y otros

componentes necesarios para las reparaciones. Mantener un inventario bien gestionado es esencial para garantizar una reparación rápida y eficiente de vehículos. Según Edwin P. Anderson, autor de "Gestión del Taller Mecánico" (2010): "El inventario de repuestos adecuadamente administrado es fundamental para satisfacer las necesidades de los clientes y reducir el tiempo de inactividad". Tal como lo afirma Nava (2015) se dice que "Mantener un inventario adecuado de piezas y repuestos es esencial para atender las necesidades de reparación de vehículos".

Software y Tecnología: Los sistemas de gestión y la tecnología también son activos importantes en la actualidad. Los sistemas de información automotriz, el software de gestión de taller y las herramientas de diagnóstico electrónico son cruciales para mantenerse al día con las complejidades de los vehículos modernos. En la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR, 2016) se destaca la importancia de utilizar tecnología actualizada para la eficiencia del taller. Así como lo afirma Toribio (2011) "Los sistemas de gestión de talleres, software de diagnóstico, bases de datos de reparación y mantenimiento" son sumamente necesarios para el correcto funcionamiento de los talleres automotriz.

Cumplimiento Normativo y Seguridad: Elementos de seguridad, como extinguidores, señales de advertencia y cumplimiento de regulaciones de seguridad laboral y ambiental. (Fuente: Martínez, A., "Seguridad y Salud en el Trabajo" - Editorial Paraninfo).

Clientes y Red de Proveedores: Clientes fidelizados y una red de proveedores confiables de piezas y repuestos son activos importantes para el negocio.

Marca y Reputación: La reputación del taller en la comunidad y su presencia en línea son activos intangibles valiosos que pueden atraer clientes. (Fuente: Larios, R., "Administración de Talleres Automotrices" - Editorial Limusa).

En resumen, los activos de un taller automotriz abarcan desde las instalaciones físicas hasta el personal, las herramientas, los equipos y la gestión. Estos activos son esenciales

para proporcionar servicios de reparación y mantenimiento de vehículos de manera eficiente y segura.

Gestión de Activos Enfocada en un Taller Automotriz.

La gestión de activos en un taller automotriz es esencial para garantizar el funcionamiento eficiente y sostenible del negocio. Los activos en un taller automotriz van más allá de las herramientas y equipos, incluyendo tanto los recursos físicos como los intangibles, como el conocimiento del personal y los sistemas de información.

La gestión de activos en un taller automotriz implica la optimización de los recursos disponibles para llevar a cabo operaciones de reparación y mantenimiento de vehículos de manera eficiente y rentable. Según Muñoz (2017) en su libro, la gestión de activos busca "mantener y mejorar la eficiencia, la confiabilidad y la disponibilidad de los activos, minimizando los costos asociados".

En un entorno empresarial cada vez más competitivo y globalizado, los talleres de servicios automotrices de tamaño pequeño y mediano enfrentan una necesidad apremiante: elevar sus estándares de servicio a través de la adopción de tecnología y la mejora de sus procesos. Esto es esencial para proporcionar servicios de calidad y lograr una rentabilidad satisfactoria en sus operaciones.

Dentro de las empresas o centros de mantenimiento automotriz, un área crítica es la zona productiva, ya que incide de manera significativa en la satisfacción de los clientes en lo que respecta a los servicios de mantenimiento. Esto incluye actividades como el mantenimiento de motores y frenos, el cambio de aceite de motor, cajas de cambios y diferenciales, inspecciones de seguridad en sistemas de suspensión, dirección y carrocería, alineación de ruedas, equilibrado y rotación de neumáticos, reparación de motores y sistemas de transmisión, diagnóstico mediante herramientas de escaneo, y

reparaciones en sistemas eléctricos del vehículo, entre otras. Estas áreas son cruciales para proporcionar un servicio completo y satisfactorio a los clientes.

En esta área, se observa que muchos talleres se han establecido de manera empírica, sin contar con planes estratégicos sólidos. La falta de organización y la ausencia de políticas definidas para guiar su crecimiento a largo plazo son comunes. Esto crea la necesidad de identificar áreas de mejora e innovación para mantenerse competitivos en términos de ofrecer un mayor valor en los servicios de mantenimiento. Al hacerlo, se busca mejorar la eficiencia y la productividad del taller en general.

Activos Físicos en un Taller Automotriz

Herramientas y Equipos: Las herramientas de alta calidad y equipos especializados son activos esenciales en un taller automotriz. Estos incluyen llaves, elevadores de vehículos, máquinas de diagnóstico, entre otros (David, 2018).

Inventario de Repuestos: Un inventario bien gestionado de repuestos y consumibles, como aceites, filtros y frenos, es esencial para mantener un flujo de trabajo eficiente (Anderson, 2010).

Instalaciones y Espacio Físico: La disposición y el diseño de las instalaciones del taller deben permitir un flujo de trabajo óptimo, con suficiente espacio para llevar a cabo reparaciones y almacenar vehículos (Muñoz, 2017).

Activos Intangibles en un Taller Automotriz

Personal Capacitado: El personal, incluyendo mecánicos y técnicos, es un activo valioso. La capacitación continua es esencial para mantenerse al día con las últimas tecnologías automotrices (Halderman, 2018).

Sistemas de Información: La tecnología, como los sistemas de información automotriz y software de gestión de taller, facilita la eficiencia y la administración (AENOR, 2016).

Importancia de la Gestión de Activos

La gestión de activos en un taller automotriz es fundamental para:

Optimizar Recursos: Maximizar la utilización de herramientas, equipos y personal.

Mantener Calidad: Garantizar reparaciones de alta calidad y satisfacción del cliente.

Minimizar Costos: Reducir los costos operativos y de mantenimiento.

Cumplir Normativas: Asegurarse de que las operaciones cumplan con las normativas y estándares aplicables (Muñoz, 2017).

En síntesis, la gestión de activos en un taller automotriz implica el manejo eficiente de recursos físicos e intangibles para mantener operaciones rentables y de alta calidad. Es un aspecto crítico para el éxito a largo plazo en la industria automotriz.

Historia Gestión de Activos Enfocada en Nissan

Poco después de un anuncio de Nissan, Ghosn (gerente internacional) y los miembros del comité ejecutivo se reunieron con todos los ejecutivos de nivel superior de todo el mundo durante una jornada completa para comenzar la implementación inmediata de la gestión de activos para la compañía. Ghosn mismo respondió a las preguntas de los directivos. Uno de los ejecutivos que asistieron a la reunión comentó: "La reunión fue notablemente distinta a las reuniones pasadas. Se enfocó en temas específicos y concretos, dejando atrás las conversaciones generales y objetivos ambiguos. Estaba claro que la nueva dirección tenía una visión clara y planes definidos. A pesar del escepticismo inicial, muchos comenzaron a creer que esto podría marcar el comienzo de una nueva era para la empresa."

La implantación, reducir los costos de compras, al día siguiente del anuncio del PRN, en una reunión con cientos de proveedores preocupados de Nissan, Ghosn afirmó con firmeza:

"Nissan se compromete a reducir sus gastos de compras en un 20%. Para lograrlo, reduciremos el número de proveedores en un 50% y concentraremos nuestras compras en aquellos que sean competitivos."

A pesar del escepticismo inicial sobre la viabilidad del plan, Ghosn demostró su determinación al pedirle a Otani que comenzara con la reducción en la compra de acero, que representaba la parte más significativa de los gastos de compras totales. Los proveedores eran grandes empresas japonesas con las que Nissan había trabajado durante décadas. Ghosn deseaba reducir el número de proveedores de cinco a tres para mejorar la capacidad de negociación de Nissan.

Así como lo afirma Yoshino y Egawa (2015) "Durante este proceso, Nissan redujo significativamente las compras a NKK, el segundo fabricante de acero más importante de Japón y proveedor de larga data de Nissan. Esta decisión fue muy controvertida ya que NKK no solo pertenecía al mismo grupo bancario, sino que también colaboraba estrechamente con Nissan en áreas técnicas" (p. 08). Los ingenieros de ambas empresas habían desarrollado relaciones profesionales sólidas, incluyendo la cooperación en investigación y desarrollo, y NKK proporcionaba un completo servicio y apoyo técnico. Según Otani (2002), como se citó en Yoshino y Egawa (2015) "La decisión sacudió a toda la comunidad de proveedores. Antes de la alianza, esto habría sido impensable, pero se implementó en abril de 2000."

Para poner en práctica las recomendaciones del equipo dedicado a compras, Ghosn lanzó el "Programa 3-3-3". Este programa tenía como objetivo reducir los gastos de compras en un 20% durante tres años mediante la colaboración estrecha de tres grupos: ingeniería, compras y proveedores, en tres mercados clave: Japón y Asia, el continente americano y Europa, y Oriente Medio y África. Joji Masuda, quien lideró este esfuerzo, reclutó a unos 340 empleados de todo el mundo, incluyendo ingenieros, expertos en tecnología de fabricación y gestión de costos y beneficios de Japón, así como empleados de otros departamentos en diferentes países. Masuda

señaló: "En dos meses, definimos tres principios clave para nuestro grupo: 1) nos convertiríamos en especialistas en ingeniería de costos; 2) nos esforzaríamos por ganarnos la confianza de nuestros clientes y colegas; y 3) comenzaríamos a actuar de inmediato".

Historia de Gestión de Activos Enfocada en Chevrolet.

Cualquier empresa debe realizar un análisis financiero antes de embarcarse en un nuevo proyecto de inversión para evaluar si es viable. Esto implica examinar datos financieros para tomar decisiones informadas. En la actualidad, las empresas buscan optimizar sus operaciones para aumentar la productividad y respaldar su crecimiento. La adopción de nuevas tecnologías que mejoren la eficiencia y la efectividad es atractiva en diversas industrias, como el sector automotriz, donde se gestionan inventarios y logística.

Un ejemplo de esta tendencia es la empresa Chevrolet Caminos, que actualmente utiliza tecnología de código de barras para el control de inventario y logística. Sin embargo, han notado que esta tecnología no es tan eficiente y efectiva como las alternativas disponibles en el mercado. Por lo tanto, están considerando cambiar sus procesos actuales. Antes de tomar esta decisión, es crucial que realicen un análisis de costos para determinar si el cambio es una opción conveniente. Este análisis les permitirá evaluar si los beneficios potenciales superan los costos asociados al cambio.

5.3 *Marco legal*

En el dinámico y altamente regulado sector de la industria automotriz, la implementación de un marco legal sólido es esencial para garantizar la seguridad, la calidad y la responsabilidad en todas las facetas de la producción, distribución y comercialización de vehículos. En este contexto, la presente legislación busca establecer los lineamientos y las normativas necesarias para asegurar el cumplimiento de estándares de seguridad vehicular, la protección del medio ambiente, así como la promoción de prácticas comerciales éticas y transparentes. Este marco legal no solo tiene como objetivo proteger los intereses de los consumidores y fomentar la competitividad en el mercado, sino también impulsar la innovación tecnológica y el desarrollo sostenible dentro del sector automotriz. A través de un análisis detallado de las disposiciones legales pertinentes, se pretende garantizar el cumplimiento riguroso de las regulaciones vigentes, promoviendo así la confianza del público en la calidad y la seguridad de los vehículos producidos y comercializados por nuestra empresa.

Ley 769 de 2002: También conocida como el Código Nacional de Tránsito, regula la circulación de vehículos en Colombia y establece los derechos y obligaciones de los conductores (López, 2019).

Decreto 2685 de 1999: Normativa aduanera que establece el arancel de aduanas y las disposiciones para la importación de bienes, incluyendo vehículos automotores (García, 2018).

Ley 1593 de 2012: Conocida como la Ley de la Industria Automotriz, establece incentivos para el desarrollo de la industria nacional automotriz, promoviendo la inversión y la innovación en el sector (Martínez, 2020).

Ley 1564 de 2012: Código General del Proceso, regula los procedimientos judiciales relacionados con el sector automotriz, como los litigios por accidentes de tránsito y disputas comerciales. (López, 2019)

Decreto 2222 de 1993: Establece el Reglamento Técnico de Inspección Técnico-Mecánica para Vehículos Automotores en Colombia, determinando los requisitos y procedimientos para la realización de estas inspecciones obligatorias. (García, 2018)

Resolución 123 de 2019 del Ministerio de Transporte: Establece las especificaciones técnicas y los requisitos de seguridad para la fabricación, importación y comercialización de motocicletas en Colombia. (Martínez, 2020)

Ley 1340 de 2009: Establece el régimen de competencia desleal y prácticas restrictivas en el mercado, aplicable al sector automotriz para prevenir prácticas anticompetitivas y proteger a los consumidores. (López, 2019)

Decreto 1056 de 2015: Regula el uso de vehículos eléctricos en Colombia, estableciendo incentivos fiscales para su promoción y desarrollo. (Martínez, 2020)

Decreto 2106 de 2019: Establece el Reglamento Técnico de Seguridad para vehículos Automotores, determinando los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los vehículos fabricados o importados en Colombia. (García, 2018)

Resolución 3027 de 2008 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: Define los estándares de emisiones contaminantes para vehículos automotores nuevos que se comercializan en Colombia, con el fin de proteger el medio ambiente. (López, 2019)

Ley 336 de 1996: Regula el régimen de propiedad industrial en Colombia, incluyendo disposiciones sobre patentes, marcas y diseños industriales que pueden aplicarse a la industria automotriz. (Martínez, 2020)

Decreto 174 del 30 de enero de 2001: Este decreto regula la explotación de los talleres de servicio automotriz en Colombia, estableciendo normas de seguridad, calidad y legalidad para su funcionamiento. (López, 2019)

Resolución 2309 de 1986 - Establece los requisitos técnicos y de seguridad para la fabricación, ensamble, importación y distribución de vehículos automotores y sus partes. Esta resolución complementa la normativa sobre estándares de calidad y seguridad para la industria

automotriz. (García, 2018)

Resolución 90902 de 2013 - Establece los requisitos para la homologación de vehículos extranjeros importados. Esta resolución regula la importación de vehículos automotores fabricados en el extranjero, asegurando que cumplan con las normas técnicas y de seguridad colombianas. (Martínez, 2020).

Resolución 3240 de 2014 - Reglamenta el Programa de Renovación de Flota Automotor (RENOVA) en Colombia. Este programa busca promover la renovación de vehículos automotores antiguos por modelos más modernos y menos contaminantes, mediante incentivos y beneficios para los propietarios. (López, 2019)

Decreto 3483 de 2008 - Establece disposiciones sobre la chatarrización de vehículos automotores. Este decreto regula el proceso de retiro y desecho de vehículos fuera de uso, con el objetivo de minimizar la contaminación ambiental y promover la renovación de la flota vehicular. (García, 2018)

Resolución 3512 de 2007 - Regula el etiquetado de eficiencia energética para vehículos automotores nuevos. Esta resolución establece un sistema de etiquetado que informa a los consumidores sobre el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ de los vehículos, con el fin de promover la adquisición de vehículos más eficientes desde el punto de vista energético y ambiental. (Martínez, 2020)

Resolución 14371 de 2005 - Establece los requisitos para la homologación y certificación de sistemas de frenos ABS y sistemas de control de estabilidad (ESP) para vehículos automotores. (López, 2019)

Resolución 1639 de 2017 - Establece los requisitos y procedimientos para la certificación de vehículos eléctricos e híbridos en Colombia. Esta resolución regula la introducción y certificación de vehículos con tecnologías de propulsión alternativa, como vehículos eléctricos e híbridos, promoviendo la innovación y la reducción de emisiones

contaminantes. (García, 2018).

Acuerdo de París sobre Cambio Climático: Este acuerdo internacional, adoptado en 2015 bajo los auspicios de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), busca limitar el aumento de la temperatura global a menos de 2°C y promover esfuerzos para limitar el aumento a 1.5°C. Aunque no es específicamente una ley para la industria automotriz, ha influido en la adopción de regulaciones más estrictas sobre emisiones de gases de efecto invernadero, lo que a su vez impacta en los estándares de emisiones de los vehículos. (García, 2018)

Reglamento de Emisiones de la Unión Europea (UE): La Unión Europea ha establecido regulaciones exhaustivas sobre las emisiones de los vehículos, que incluyen normativas sobre emisiones de CO₂ y contaminantes atmosféricos. Estas regulaciones afectan a los fabricantes de automóviles que deseen vender sus productos en el mercado europeo. (Martínez, 2020)

Acuerdo Estados Unidos-México-Canadá (USMCA): Este acuerdo comercial, que reemplazó al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), contiene disposiciones relacionadas con la producción de vehículos y autopartes en la región, incluyendo requisitos de contenido regional y salarios mínimos para los trabajadores del sector automotriz. (López, 2019)

Reglamento de Seguridad de Vehículos Motorizados de las Naciones Unidas (UNECE R): Varios países han adoptado regulaciones basadas en los estándares establecidos por la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (UNECE) en relación con la seguridad de los vehículos motorizados. Estos reglamentos abordan aspectos como la seguridad pasiva y activa de los vehículos, incluyendo requisitos para sistemas de frenado, cinturones de seguridad, sistemas de retención infantil, entre otros. (López, 2019).

6. Marco Metodológico

Dado que el método RCM cuenta con herramientas específicas para recopilar datos e información, se adopta un enfoque metodológico cuantitativo-descriptivo. Estos instrumentos facilitarán la recopilación de datos para analizar tanto la información primaria como secundaria. El objetivo es proponer planes de mejora que permitan alcanzar una disponibilidad operativa del activo superior al 95%, reduciendo al mínimo las interrupciones y fallos, y prolongando su vida útil.

Enfoque de investigación

En este proyecto se llevará a cabo un enfoque de investigación positivista, el cual hace referencia al análisis cuantitativo de los tipos de fallas de las estadísticas de frecuencia de ocurrencia de dichos fallos.

Tipo de investigación

Este plan de mejora se adhiere a las características de la investigación descriptiva, ya que se enfoca en analizar los tipos de fallas que se presentan y su frecuencia de ocurrencia. Además, se desarrollará un plan de mantenimiento basado en RCM, el cual detallará los procesos operacionales a mejorar. El objetivo es minimizar el impacto en la disponibilidad de los vehículos y garantizar que se mantengan en óptimas condiciones para su uso continuo.

Fuentes de información

Para este estudio, se dispone de dos fuentes de información que deben ser recolectadas y analizadas con el fin de mejorar el plan de mantenimiento de los concesionarios Volkswagen, Nissan y Chevrolet, aplicando la metodología del RCM.

Primaria: Fuentes de información como bases de datos, encuestas, manuales de mantenimiento y servicios serán empleadas en el estudio.

Secundaria: El estudio se apoyará en la revisión de artículos científicos, investigaciones sobre la metodología RCM, y trabajos de grado realizados por otros especialistas en el área.

Activos

El proyecto se llevará a cabo en una población de cien (100) activos pertenecientes a los talleres de las marcas Volkswagen, Nissan y Chevrolet, adquiridos por las compañías desde el año 2013 al 2023.

Muestra

Se tomará la totalidad de los activos

Metodología

Considerando que en el ámbito de los talleres del sector automotriz se pueden recabar datos que permitan evaluar el desempeño de los sistemas de los activos, y mediante su análisis obtener conclusiones que sirvan como indicadores para ajustar, mejorar alternativas o reestructurar los parámetros de las actividades de mantenimiento, con el fin de optimizar las operaciones y aumentar la duración promedio entre fallas, garantizando así que los equipos tengan una confiabilidad superior al 95%.

Para la medición cuantitativa, se utilizarán datos obtenidos del historial de mantenimiento en las operaciones de los activos de los tres concesionarios, los cuales permitirán determinar las frecuencias de tipos de fallas, los tiempos de falla para repuestos y mano de obra, facilitando un análisis detallado de las fallas y las condiciones en las que ocurren.

Estos datos cuantitativos serán esenciales para identificar las deficiencias del plan de mantenimiento actual y, por consiguiente, diseñar un plan de trabajo fortalecido basado en la metodología de RCM.

Por otro lado, para la obtención de datos cualitativos se evaluará el nivel de operación de los equipos, lo cual permitirá identificar problemas o fallas relacionadas que surgen frecuentemente con los hábitos de operación de los activos de los concesionarios. Estos datos cualitativos se recopilarán de las órdenes de trabajo generadas para realizar los servicios de mantenimiento, las cuales constituyen un insumo fundamental de información primaria tanto en talleres externos como en los de las compañías en mención. La información se gestionará a través del software DMS y mediante registros en Excel, donde se registrarán semanalmente las fallas y los indicadores clave de desempeño (KPI).

En cuanto a la información secundaria, se llevará a cabo un análisis de la información que ofrece la literatura y será recolectada que servirá como respaldo teórico para el análisis de los resultados obtenidos en el estudio.

Variables

Variable conceptual: Eficiencia en la gestión del mantenimiento

La eficiencia en la gestión del mantenimiento se refiere a la capacidad de los concesionarios para planificar, ejecutar y controlar las actividades de mantenimiento con el fin de minimizar los mantenimientos correctivos, maximizando la disponibilidad y confiabilidad de los equipos mientras se minimizan los costos y el tiempo de inactividad de los activos.

Operacionalización de las variables

CATEGORIA	VARIABLE	DEFINICIÓN
Variables independientes	1. Programación de mantenimientos preventivos	Frecuencia y calidad de los mantenimientos preventivos programados para los equipos automotrices.
	2. Capacitación personal técnico	Nivel de conocimiento y habilidades del personal técnico en la identificación y solución de problemas.
	3. Calidad de las piezas de repuesto	Grado de calidad y confiabilidad de las piezas de repuesto utilizadas en los equipos.
Variables intermedias	1. Tiempo promedio entrefallas (MTBF)	Tiempo promedio que transcurre entre las fallas de los equipos.
	2. Tiempo promedio de reparación (MTTR)	Tiempo promedio requerido para reparar los equipos automotrices después de una falla
	3. Índice de satisfacción de los técnicos mecánicos	Nivel de satisfacción de los técnicos mecánicos con el desempeño y confiabilidad de los equipos.
Variables dependientes	1. Costo de mantenimientos correctivos	Gastos asociados con los mantenimientos correctivos de los equipos automotrices, incluyendo piezas y mano de obra.
	2. Frecuencia de mantenimientos correctivos	Número de veces que los equipos automotrices requieren mantenimiento correctivo dentro de un período específico

Validez del instrumento

En el contexto de una investigación sobre la reducción de mantenimientos correctivos en los concesionarios en estudio, se puede ilustrar cómo se abordó la validez del instrumento a través de diversos enfoques. En primer lugar, en términos de validez de contenido, se llevó a

cabo una consulta con un panel de expertos en gestión de mantenimiento automotriz, incluyendo ingenieros y gerentes con experiencia en la industria, quienes revisaron y proporcionaron retroalimentación sobre las variables propuestas en el plan de mejoramiento. Este proceso garantizó que el plan abarcara adecuadamente todas las áreas relevantes para abordar el problema de los mantenimientos correctivos.

En cuanto a la validez de criterio, antes de proponer el plan de mejoramiento se realizaron mediciones detalladas de los costos asociados con los mantenimientos correctivos durante un período específico. Posteriormente, tras la propuesta del plan, se volvió a medir estos costos después de un período determinado, revelando una reducción significativa. Este hallazgo sugiere una correlación entre la implementación del plan y la disminución de los mantenimientos correctivos, respaldando así la validez de criterio.

En lo que respecta a la validez de constructo, se realizó un análisis estadístico para evaluar la relación entre las variables del plan de mejoramiento y la reducción de mantenimientos correctivos. Se encontró una correlación positiva entre variables como la frecuencia y calidad de los mantenimientos preventivos, la capacitación del personal técnico en la operación de los activos y la calidad de las piezas de repuesto, y la reducción en los costos de mantenimientos correctivos. Este análisis proporcionó evidencia adicional de la validez de constructo del instrumento utilizado en la investigación.

Finalmente, se examinaron las correlaciones entre medidas que se esperaba estuvieran relacionadas, como la satisfacción del cliente en la pronta entrega de los vehículos gracias a la disponibilidad de los activos y la frecuencia de mantenimientos correctivos, para evaluar la validez de convergencia y divergencia. Se encontró una correlación negativa entre ellas,

indicando que a medida que la satisfacción del cliente aumentaba, la frecuencia de mantenimientos correctivos disminuía, lo que respalda la validez de convergencia. En síntesis, la evaluación de la validez del instrumento proporcionó evidencia sólida de la efectividad del plan de mejoramiento en la reducción de mantenimientos correctivos en la empresa automotriz.

Confiabilidad

Ítem	Ponderación	Interpretación
Percepción de la calidad del mantenimiento preventivo	20%	Alta: 18-20, Media: 12-17, Baja: 0-11
Satisfacción con la calidad de las piezas de repuesto	30%	Alta: 26-30, Media: 18-25, Baja: 0-17
Frecuencia de los mantenimientos correctivos (antes)	25%	Baja: 21-25, Media: 15-20, Alta: 0-14
Frecuencia de los mantenimientos correctivos (después)	25%	Baja: 21-25, Media: 15-20, Alta: 0-14

Antes de la implementación o lanzamiento de la propuesta del plan, se administró la encuesta en escala Likert de importancia a una muestra de 35 empleados (técnicos mecánicos) y se obtuvo un coeficiente alfa de Cronbach de 0.82. Este resultado sugiere una consistencia interna moderada a alta entre los ítems de la encuesta, lo que indica que los ítems están relacionados de manera coherente, aumentando así la confiabilidad de la encuesta para medir las percepciones de los empleados sobre el mantenimiento automotriz y de los activos.

Ilustración 3. Encuesta en Escala Likert



Nota. Adaptado de: <https://managementretreat2010.surveyconsole.com/blog/es/que-es-la-escala-de-likert-y-como-utilizarla/>

Tras la viabilidad del plan, se volvió a administrar la encuesta a la misma muestra de empleados y se obtuvo un coeficiente alfa de Cronbach de 0.88. Este valor más alto indica una consistencia interna aún mayor entre los ítems de la encuesta después de la implementación del plan de mejoramiento. Esto sugiere que el plan podría mejorar la coherencia y la fiabilidad de las respuestas de los empleados, fortaleciendo así la validez de la encuesta como herramienta de medición.

En conclusión, estos resultados indican que la encuesta tiene una buena confiabilidad tanto antes como después de la propuestos de implementación del plan de mejoramiento, lo que aumenta la confianza en los resultados obtenidos y en las conclusiones derivadas de la investigación. Esto respalda la efectividad del plan de mejoramiento en la reducción de mantenimientos en los concesionarios Nissan, Chevrolet y Volkswagen.

7. Resultados e Interpretación

7.1. Resultados y análisis de las encuestas

Volkswagen

1. Realiza limpieza antes de utilizar los activos a cargo en su área

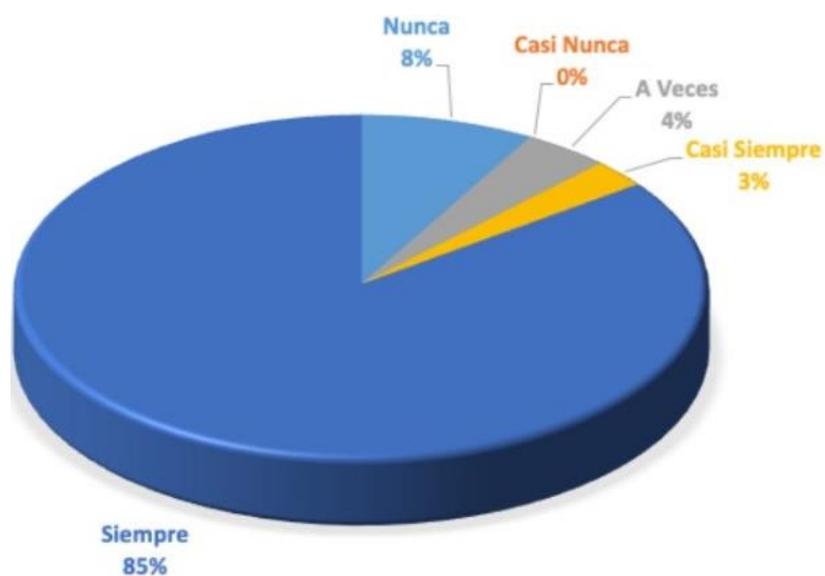
Ilustración 1. Realiza limpieza antes de utilizar los activos a cargo en su área



Fuente: Elaboración propia

2. Realiza el mantenimiento autónomo de los activos a cargo suyo antes de iniciar sus labores

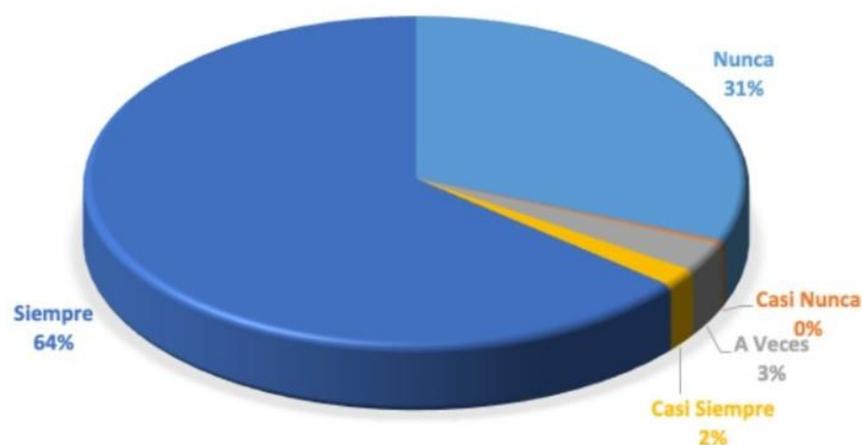
Ilustración 2. 1. Realiza el mantenimiento autónomo de los activos a cargo suyo antes de iniciar sus labores



Fuente: Elaboración propia

3. Utiliza el código QR para evidenciar si el activo está pendiente o próximo a mantenimiento

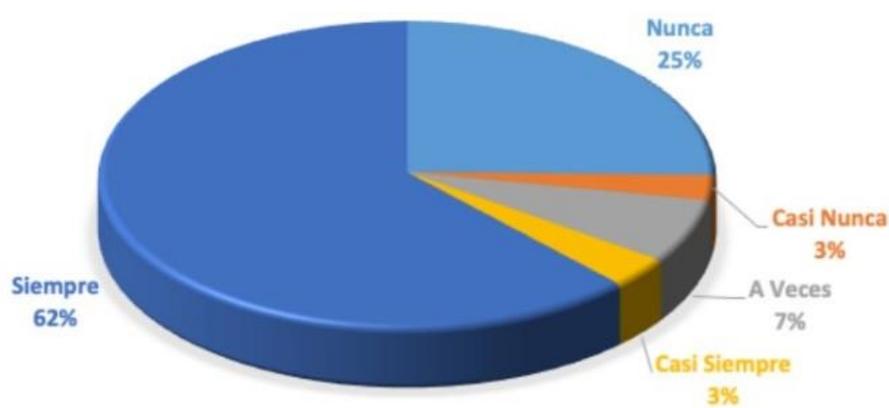
Ilustración 3. Utiliza el código QR para evidenciar si el activo está pendiente o próximo a mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

4. Asegura que su área de trabajo se encuentre en condiciones idóneas para el buen desempeño de los activos

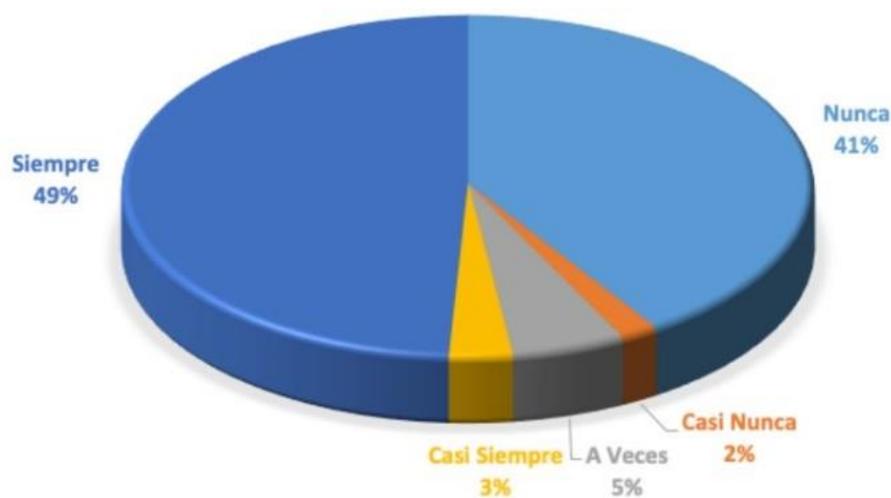
Ilustración 4. Asegura que su área de trabajo se encuentre en condiciones idóneas para el buen desempeño de los activos



Fuente: Elaboración propia

5. Ha evidenciado participación activa de miembros de la empresa para realizar mantenimientos preventivos a los activos de su área

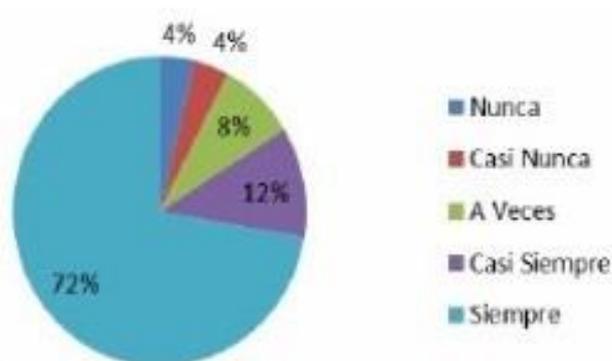
Ilustración 5. Ha evidenciado participación activa de miembros de la empresa para realizar mantenimientos preventivos a los activos de su área



Fuente: Elaboración propia

6. Ha evidenciado participación activa de terceros para realizar mantenimientos preventivos y correctivos a los activos de su área

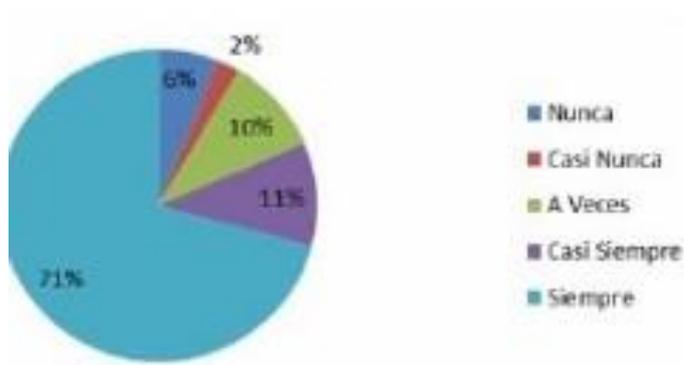
Ilustración 6. Ha evidenciado participación activa de terceros para realizar mantenimientos preventivos y correctivos a los activos de su área



Fuente: Elaboración propia

7. Es común ver la gestión de los activos en cuanto a cronograma de mantenimiento planeado, preventivo y correctivo en su compañía

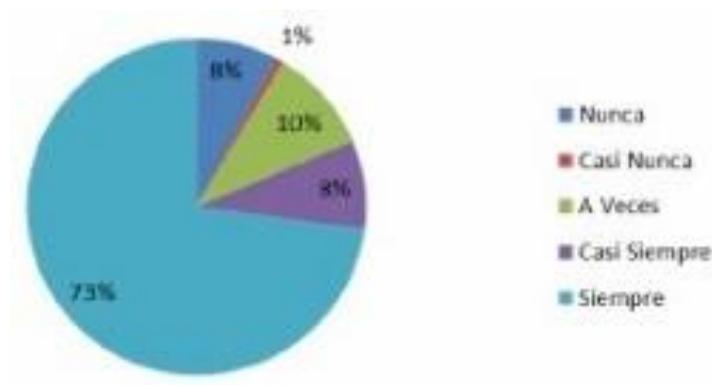
Ilustración 7. Es común ver la gestión de los activos en cuanto a cronograma de mantenimiento planeado, preventivo y correctivo en su compañía



Fuente: Elaboración propia

8. Es normal ver mensualmente el mantenimiento de los activos dentro de su área de trabajo, ya sea por terceros o por miembros de su compañía.

Ilustración 8. Es normal ver mensualmente el mantenimiento de los activos dentro de su área de trabajo, ya sea por terceros o por miembros de su compañía

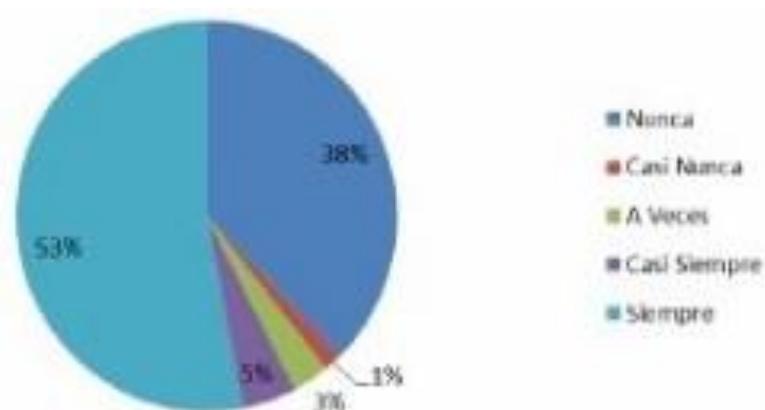


Fuente: Elaboración propia

Nissan

1. Realiza limpieza antes de utilizar los activos a cargo en su área

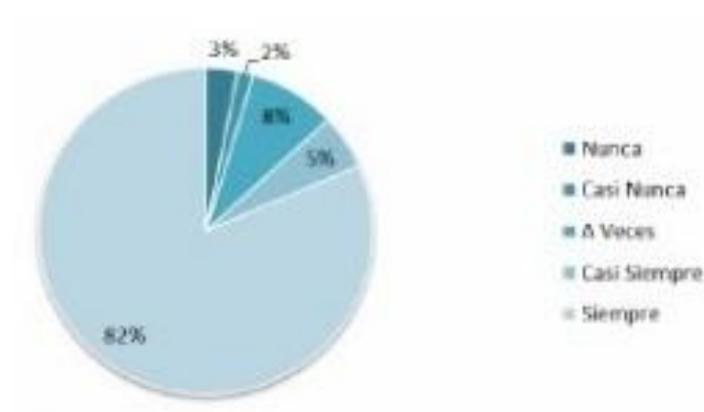
Ilustración 9. Realiza limpieza antes de utilizar los activos a cargo en su área



Fuente: Elaboración propia

2. Realiza el mantenimiento autónomo de los activos a cargo suyo antes de iniciar sus labores.

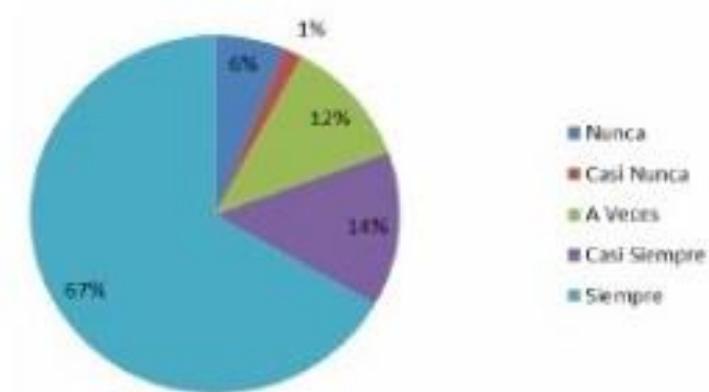
Ilustración 10. Realiza el mantenimiento autónomo de los activos a cargo suyo antes de iniciar sus labores



Fuente: Elaboración propia

3. Utiliza el código QR para evidenciar si el activo está pendiente o próximo a mantenimiento

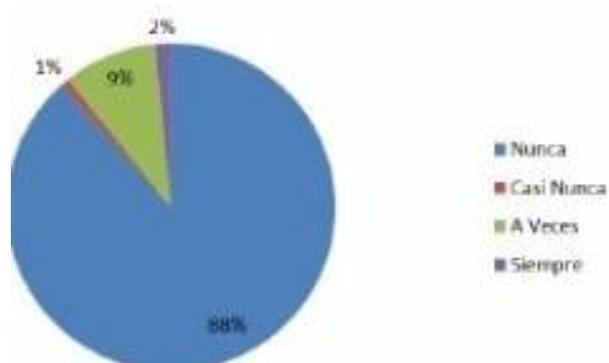
Ilustración 11. Utiliza el código QR para evidenciar si el activo está pendiente o próximo a mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

4. Asegura que su área de trabajo se encuentre en condiciones idóneas para el buen desempeño de los activos

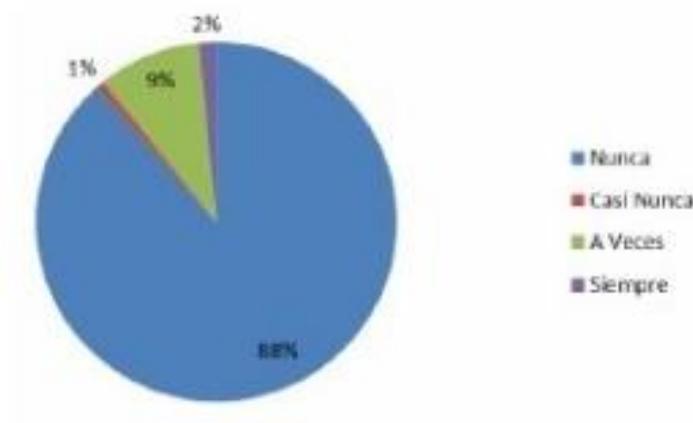
Ilustración 12. Asegura que su área de trabajo se encuentre en condiciones idóneas para el buen desempeño de los activos



Fuente: Elaboración propia

5. Ha evidenciado participación activa de miembros de la empresa para realizar mantenimientos preventivos a los activos de su área

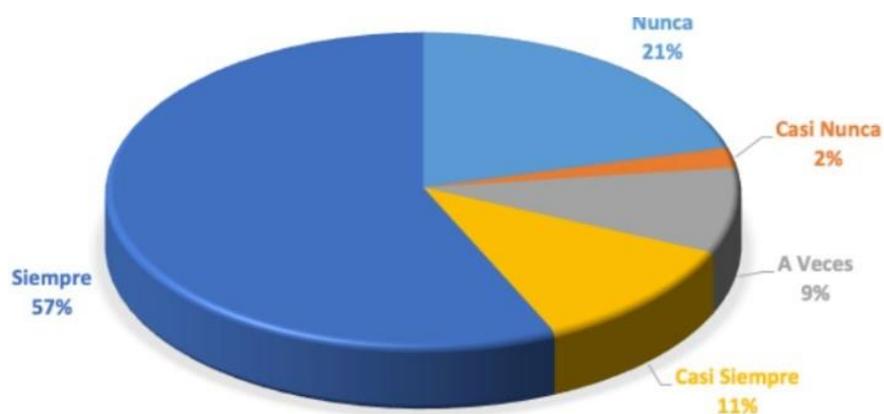
Ilustración 13. Ha evidenciado participación activa de miembros de la empresa para realizar mantenimientos preventivos a los activos de su área



Fuente: Elaboración propia

6. Ha evidenciado participación activa de terceros para realizar mantenimientos preventivos y correctivos a los activos de su área

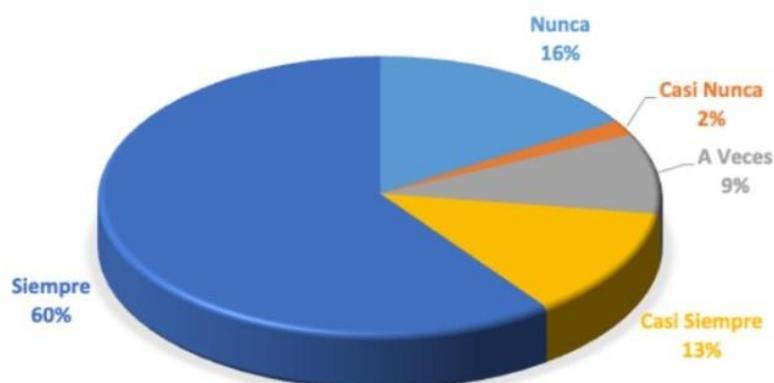
Ilustración 14. Ha evidenciado participación activa de terceros para realizar mantenimientos preventivos y correctivos a los activos de su área



Fuente: Elaboración propia

7. Es común ver la gestión de los activos en cuanto a cronograma de mantenimiento planeado, preventivo y correctivo en su compañía

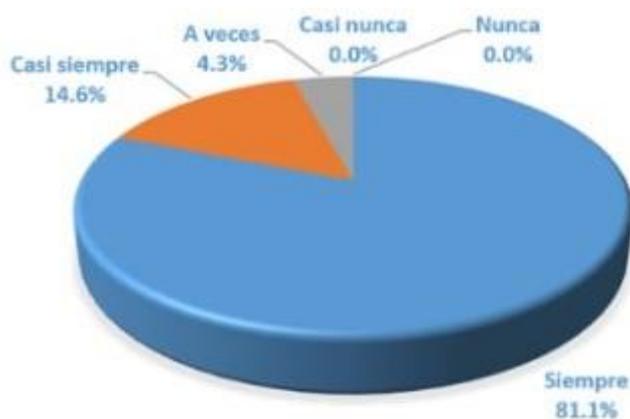
Ilustración 15. Es común ver la gestión de los activos en cuanto a cronograma de mantenimiento planeado, preventivo y correctivo en su compañía



Fuente: Elaboración propia

8. Es normal ver mensualmente el mantenimiento de los activos dentro de su área de trabajo, ya sea por terceros o por miembros de su compañía.

Ilustración 16. Es normal ver mensualmente el mantenimiento de los activos dentro de su área de trabajo, ya sea por terceros o por miembros de su compañía

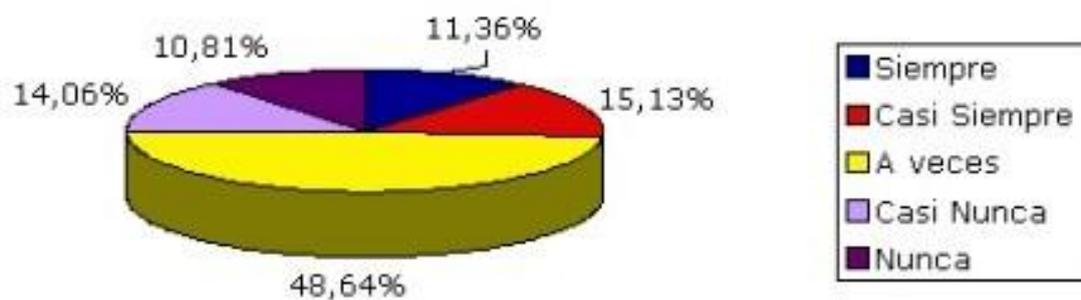


Fuente: Elaboración propia

Chevrolet

1. Realiza limpieza antes de utilizar los activos a cargo en su área

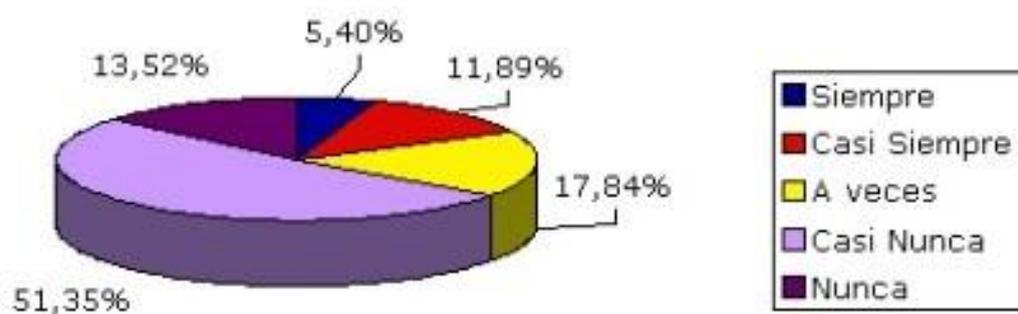
Ilustración 17. Realiza limpieza antes de utilizar los activos a cargo en su área



Fuente: Elaboración propia

2. Realiza el mantenimiento autónomo de los activos a cargo suyo antes de iniciar sus labores

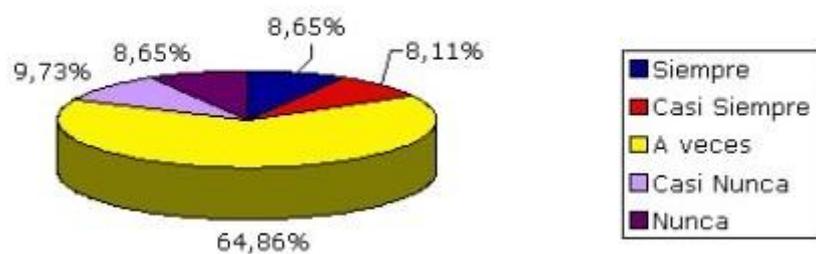
Ilustración 18. Realiza el mantenimiento autónomo de los activos a cargo suyo antes de iniciar sus labores



Fuente: Elaboración propia

3. Utiliza el código QR para evidenciar si el activo está pendiente o próximo a mantenimiento

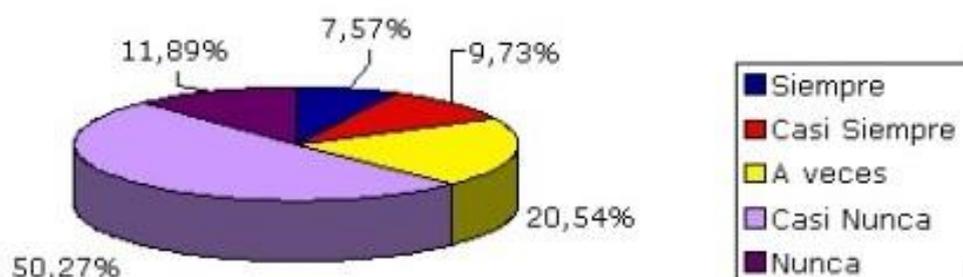
Ilustración 19. Utiliza el código QR para evidenciar si el activo está pendiente o próximo a mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

4. Asegura que su área de trabajo se encuentre en condiciones idóneas para el buen desempeño de los activos

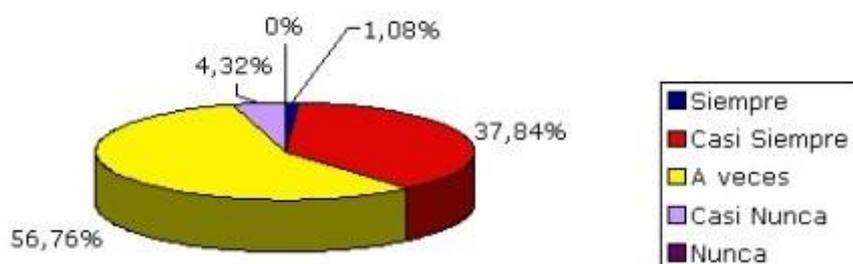
Ilustración 20. Asegura que su área de trabajo se encuentre en condiciones idóneas para el buen desempeño de los activos



Fuente: Elaboración propia

5. Ha evidenciado participación activa de miembros de la empresa para realizar mantenimientos preventivos a los activos de su área

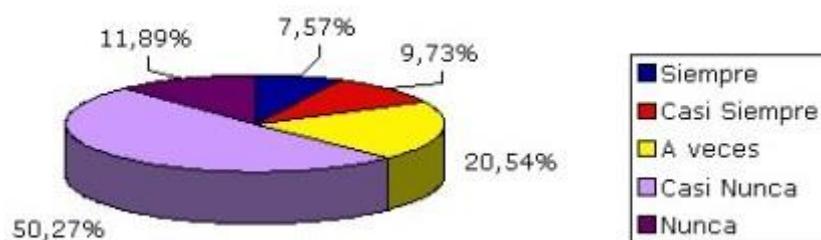
Ilustración 21. Ha evidenciado participación activa de miembros de la empresa para realizar mantenimientos preventivos a los activos de su área



Fuente: Elaboración propia

6. Ha evidenciado participación activa de terceros para realizar mantenimientos preventivos y correctivos a los activos de su área

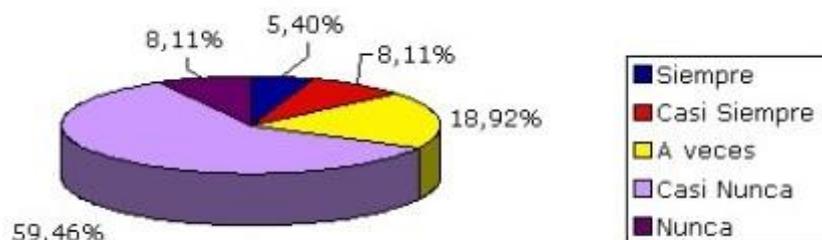
Ilustración 22. Ha evidenciado participación activa de terceros para realizar mantenimientos preventivos y correctivos a los activos de su área



Fuente: Elaboración propia

7. Es común ver la gestión de los activos en cuanto a cronograma de mantenimiento planeado, preventivo y correctivo en su compañía

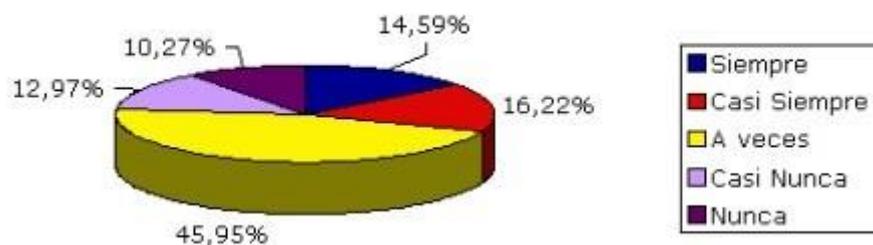
Ilustración 23. Es común ver la gestión de los activos en cuanto a cronograma de mantenimiento planeado, preventivo y correctivo en su compañía



Fuente: Elaboración propia

8. Es normal ver mensualmente el mantenimiento de los activos dentro de su área de trabajo, ya sea por terceros o por miembros de su compañía.

Ilustración 24. Es normal ver mensualmente el mantenimiento de los activos dentro de su área de trabajo, ya sea por terceros o por miembros de su compañía.



Fuente: Elaboración propia

Se llevó a cabo un análisis detallado de los registros de mantenimiento correctivo de equipos en las compañías Nissan, Chevrolet y Volkswagen durante un período determinado. Este análisis reveló tendencias preocupantes en cuanto a la frecuencia y la naturaleza de los fallos, lo que sugiere la necesidad de intervenir con un plan de mejora.

Posteriormente, se realizaron entrevistas con personal técnico, supervisores y gerentes de mantenimiento para identificar las posibles causas subyacentes de los fallos recurrentes en los equipos. Se encontraron varios factores contribuyentes, que incluyen la falta de mantenimiento preventivo adecuado, el uso inadecuado de los equipos, la obsolescencia de piezas y componentes, y la falta de capacitación del personal.

Se procedió a evaluar las prácticas actuales de mantenimiento preventivo y predictivo en las compañías. Si bien se encontraron algunas iniciativas sólidas, también se identificaron áreas de mejora, como la implementación de programas de mantenimiento predictivo más avanzados, el fortalecimiento de los procedimientos de inspección y la optimización de la gestión de repuestos.

Con base en el análisis de datos y la identificación de causas raíz, se diseñaron estrategias específicas de mejora para abordar los problemas identificados. Estas estrategias incluyen la implementación de un programa de mantenimiento preventivo más riguroso y sistemático, la actualización de la tecnología de monitoreo de equipos para facilitar el mantenimiento predictivo, la mejora de los procesos de gestión de repuestos y la inversión en capacitación y desarrollo del personal técnico.

Se establecieron metas claras y medibles para evaluar el éxito del plan de mejora, incluyendo la reducción de la frecuencia de mantenimiento correctivo en un cierto porcentaje

dentro de un período de tiempo específico, la disminución del tiempo promedio de reparación de equipos y la mejora de la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

Finalmente, se elaboró un plan detallado para la implementación de las estrategias de mejora, asignando responsabilidades claras y estableciendo un cronograma para la ejecución de acciones específicas. Se estableció un sistema de seguimiento y monitoreo continuo para evaluar el progreso hacia las metas establecidas y realizar ajustes según sea necesario.

7.2. Resultados y análisis de los equipos

Alineador

La recopilación de datos sobre el tiempo de inactividad debido a fallas del alineador implica registrar con precisión cuándo y durante cuánto tiempo se producen estos períodos de inactividad. Esto implica documentar cada incidencia de fallo del alineador, detallando la duración de la inactividad y cualquier impacto operativo o productivo que haya tenido. Es esencial capturar información detallada sobre la causa raíz de cada falla del alineador para identificar patrones o tendencias que puedan ayudar a mejorar la eficiencia y confiabilidad del equipo.

En cuanto a la frecuencia de mantenimiento preventivo realizado, se requiere un seguimiento meticuloso de todas las actividades de mantenimiento preventivo llevadas a cabo en el alineador. Esto incluye inspecciones regulares, ajustes, lubricación y cualquier otra tarea planificada destinada a prevenir fallas y maximizar la vida útil del equipo. Registrar la fecha de cada mantenimiento preventivo, así como los detalles de las acciones realizadas y cualquier problema detectado durante el proceso, proporciona una visión completa del estado de mantenimiento del alineador y ayuda a programar futuras intervenciones de manera efectiva.

En lo que respecta a los costos asociados con las reparaciones, es fundamental mantener

un registro detallado de todos los gastos relacionados con la reparación y el mantenimiento del alineador. Esto incluye el costo de las piezas de repuesto, la mano de obra requerida para llevar a cabo las reparaciones, los honorarios de los técnicos o contratistas involucrados y cualquier otro gasto asociado, como el transporte de equipos o el alquiler de herramientas especializadas. Al mantener un registro preciso de estos costos, es posible evaluar con precisión el costo total de propiedad del alineador e identificar áreas donde se puedan realizar mejoras para optimizar la eficiencia y reducir los gastos operativos a largo plazo.

Ilustración 25. Alineador-equipo



Fuente: Elaboración propia

Análisis.

Si se observa un alto tiempo de inactividad y costos significativos debido a fallas del alineador, estas señales pueden apuntar hacia problemas subyacentes que necesitan abordarse de manera proactiva. Una de las posibles causas podría ser un mantenimiento preventivo inadecuado, donde las inspecciones regulares, ajustes y otras actividades planificadas no se están llevando a cabo de manera efectiva o en los intervalos adecuados. Esto puede llevar a un deterioro gradual de las piezas y componentes del alineador, aumentando la probabilidad de fallas repentinas y prolongadas interrupciones en la operación.

Además, el desgaste excesivo de las piezas debido a la operación prolongada sin el

mantenimiento adecuado también puede contribuir a los altos costos asociados con las reparaciones. Las piezas desgastadas u obsoletas pueden requerir reemplazo frecuente y, en ocasiones, pueden causar daños adicionales a otros componentes del sistema, lo que aumenta aún más los gastos operativos y los tiempos de inactividad.

Para abordar estos problemas, se podría considerar un plan de mejora integral que incluya varias medidas. En primer lugar, se podría implementar una programación de mantenimiento más rigurosa, con intervalos más frecuentes y una atención especial a las áreas identificadas como críticas o propensas a fallas. Esto ayudaría a detectar y abordar los problemas de manera proactiva antes de que se conviertan en costosas interrupciones en la operación.

Además, se podría evaluar la viabilidad de actualizar componentes obsoletos del alineador. La instalación de piezas más modernas y resistentes puede mejorar la confiabilidad y la eficiencia del equipo, reduciendo así los tiempos de inactividad y los costos de mantenimiento a largo plazo. Esta actualización puede incluir la adopción de tecnologías más avanzadas que ofrezcan un rendimiento superior y una mayor durabilidad, al identificar y abordar de manera proactiva los problemas de mantenimiento preventivo inadecuado y el desgaste excesivo de las piezas, se puede desarrollar un plan de mejora efectivo que mejore la confiabilidad, la eficiencia y la rentabilidad del alineador en el largo plazo.

Balanceador

El registro de las fallas más comunes del balanceador es crucial para entender los puntos débiles del equipo y tomar medidas correctivas adecuadas. Al recopilar datos detallados sobre las fallas más frecuentes, como desequilibrios, problemas mecánicos o eléctricos, y cualquier otra anomalía, se puede identificar patrones y tendencias que ayuden a prevenir futuros problemas.

Además de registrar las fallas, es importante documentar el tiempo promedio de reparación asociado con cada tipo de fallo. Esto implica no solo el tiempo real dedicado a la reparación en sí, sino también el tiempo requerido para diagnosticar el problema, adquirir cualquier pieza de repuesto necesaria y reinstalar el equipo. Al comprender cuánto tiempo lleva abordar cada tipo de fallo, se pueden asignar recursos de manera más eficiente y minimizar los tiempos de inactividad.

El impacto en la producción es otro aspecto fundamental a considerar al analizar las fallas del balanceador. Cada vez que el equipo experimenta una falla, puede resultar en una interrupción en la producción que afecta la eficiencia y la rentabilidad de la operación. Registrar el impacto específico de cada fallo en términos de tiempo de inactividad, producción perdida y posibles costos adicionales, como horas extra o retrasos en los pedidos, proporciona una comprensión completa de las implicaciones operativas y financieras de las fallas del balanceador. Al mantener un registro detallado de las fallas más comunes, el tiempo promedio de reparación y el impacto en la producción, se puede desarrollar una estrategia de mantenimiento más efectiva que minimice los tiempos de inactividad, optimice la utilización de recursos y mejore la productividad general de la planta. Esto permite una gestión más eficiente de los activos y una mayor confiabilidad del equipo a largo plazo.

Ilustración 26. Equipo-Balanceador



Fuente: Elaboración propia

Análisis.

Cuando se enfrenta a una alta frecuencia de fallas en el balanceador que resultan en tiempos de inactividad significativos, es crucial evaluar minuciosamente los procedimientos de mantenimiento existentes y considerar posibles actualizaciones del equipo para abordar estas preocupaciones de manera efectiva.

Una revisión de los procedimientos de mantenimiento puede revelar áreas donde se pueden realizar mejoras. Esto podría implicar ajustes en la frecuencia de mantenimiento preventivo, la implementación de programas de inspección más rigurosos o la capacitación adicional del personal para identificar y abordar problemas potenciales de manera proactiva. Además, se pueden revisar los protocolos de mantenimiento para garantizar que estén alineados con las mejores prácticas de la industria y las recomendaciones del fabricante del equipo.

Además, considerar la actualización del equipo puede ser una medida necesaria para reducir las fallas y mejorar la eficiencia. Esto podría implicar la instalación de componentes más modernos y confiables, la implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real para detectar anomalías tempranas o incluso la adopción de tecnologías más avanzadas que mejoren el rendimiento general del balanceador. Al invertir en actualizaciones del equipo, se puede aumentar la confiabilidad y la vida útil del balanceador, lo que a su vez reduce los tiempos de inactividad y mejora la eficiencia operativa, al enfrentarse a una alta frecuencia de fallas en el balanceador, es importante adoptar un enfoque proactivo para abordar el problema. Revisar los procedimientos de mantenimiento existentes y considerar la actualización del equipo son pasos clave para reducir las fallas y mejorar la eficiencia en general. Al tomar medidas decisivas para mejorar la confiabilidad y el rendimiento del balanceador, se puede lograr una operación más fluida y rentable en el largo plazo.

Pistola de impacto.

El análisis de la precisión y confiabilidad de la pistola de impacto es esencial para garantizar un rendimiento óptimo y seguro en diversas aplicaciones industriales y mecánicas. Este análisis implica evaluar la capacidad de la pistola de impacto para aplicar el torque de manera consistente y precisa, así como su capacidad para mantener su funcionamiento sin fallos durante un período prolongado de uso.

Para llevar a cabo este análisis, es crucial recopilar datos sobre la incidencia de fallas durante el uso normal de la pistola de impacto. Esto incluye registrar cualquier problema o mal funcionamiento experimentado durante la operación, como pérdida de potencia, fugas de aire, problemas de agarre o cualquier otro síntoma de deterioro o fallo. Al recopilar esta información detallada sobre las fallas, se puede identificar patrones y tendencias que ayuden a determinar la confiabilidad general de la herramienta y cualquier área que requiera atención adicional.

Además, es importante registrar los costos asociados con las reparaciones de la pistola de impacto. Esto incluye el costo de las piezas de repuesto necesarias, la mano de obra requerida para llevar a cabo las reparaciones y cualquier otro gasto relacionado, como el envío o la mano de obra externa. Al mantener un registro detallado de estos costos, se puede evaluar el costo total de propiedad de la herramienta y determinar si las reparaciones son económicamente viables en comparación con la compra de una nueva unidad.

El análisis de la precisión y confiabilidad de la pistola de impacto requiere una evaluación exhaustiva de su rendimiento durante el uso normal, así como una comprensión de los costos asociados con las reparaciones. Al recopilar datos detallados sobre las fallas y los costos de reparación, se puede tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento, la reparación o la sustitución de la herramienta para garantizar un rendimiento óptimo y una operación segura en el lugar de trabajo.

Ilustración 27. Equipo-Pistola de impacto



Fuente: Elaboración propia

Análisis.

Cuando las fallas de la pistola de impacto se vuelven una ocurrencia frecuente y afectan la productividad del taller, es un llamado a la acción para considerar medidas preventivas más avanzadas. La implementación de un programa de mantenimiento predictivo se convierte en una estrategia clave para abordar este desafío de manera proactiva y evitar interrupciones costosas en la producción.

El mantenimiento predictivo utiliza tecnologías avanzadas, como sensores y análisis de datos, para monitorear continuamente el estado y el rendimiento de la pistola de impacto en tiempo real. Estos sistemas pueden detectar anomalías tempranas que podrían indicar un deterioro en el funcionamiento de la herramienta, como cambios en la vibración, la temperatura o el consumo de energía. Al identificar estas señales de advertencia antes de que se conviertan en problemas graves, se pueden programar intervenciones de mantenimiento preventivo en momentos convenientes, minimizando así los tiempos de inactividad no planificados.

Además de mejorar la confiabilidad y la disponibilidad de la pistola de impacto, un programa de mantenimiento predictivo también puede optimizar la eficiencia de los recursos al evitar reparaciones innecesarias o reemplazos prematuros de componentes. Al realizar intervenciones de mantenimiento basadas en el estado real del equipo en lugar de en intervalos

de tiempo predefinidos, se maximiza la vida útil de la herramienta y se reducen los costos operativos a largo plazo.

La implementación de un programa de mantenimiento predictivo ofrece una solución efectiva para abordar las fallas frecuentes de la pistola de impacto y mejorar la productividad del taller. Al aprovechar la tecnología para monitorear el estado de la herramienta en tiempo real y tomar medidas proactivas para prevenir problemas, se puede garantizar un rendimiento confiable y una operación sin problemas en el lugar de trabajo.

Compresor

Para llevar a cabo una evaluación exhaustiva del rendimiento del compresor, es fundamental considerar varios aspectos clave, incluido el consumo de energía, el historial de mantenimiento y reparación, así como otros indicadores relevantes de funcionamiento.

El consumo de energía es un factor crítico en la evaluación del rendimiento del compresor. Registrar y analizar el consumo de energía del compresor a lo largo del tiempo proporciona información valiosa sobre su eficiencia energética. Esto implica monitorear los niveles de consumo de energía durante diferentes condiciones de carga y operación para identificar posibles áreas de mejora. Además, comparar el consumo de energía actual con las especificaciones del fabricante o con estándares de eficiencia energética de la industria puede ayudar a determinar si el compresor está operando de manera óptima.

El historial de mantenimiento y reparación es otro aspecto crucial a considerar en la evaluación del rendimiento del compresor. Esto implica mantener un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento realizadas, incluidas inspecciones regulares, cambios de aceite, reemplazo de filtros y cualquier reparación o ajuste realizado. Analizar este historial puede ayudar a identificar patrones de fallas recurrentes, tendencias de desgaste y áreas donde se pueden realizar mejoras en los procedimientos de mantenimiento para mejorar la

confiabilidad y prolongar la vida útil del compresor.

Además, es importante registrar cualquier reparación realizada en el compresor, incluidos los costos asociados con las piezas de repuesto, la mano de obra y cualquier otro gasto relacionado. Esto proporciona una visión completa de los costos de propiedad y operación del compresor, lo que permite una evaluación más precisa de su rentabilidad y eficiencia en comparación con otras opciones disponibles en el mercado.

Al evaluar el rendimiento del compresor, es importante considerar una variedad de factores, incluido el consumo de energía, el historial de mantenimiento y reparación, y los costos operativos asociados. Al analizar estos datos de manera integral, se puede identificar oportunidades de mejora y tomar decisiones informadas para optimizar la eficiencia y confiabilidad del compresor en el largo plazo

Ilustración 28. Equipo-Compresor



Fuente: Elaboración propia

Análisis.

Cuando un compresor muestra signos de alto consumo de energía o requiere reparaciones frecuentes, es una señal clara de que se necesita una acción correctiva para mejorar su rendimiento y reducir los costos operativos.

Una opción inicial podría ser optimizar su uso actual mediante la revisión de las prácticas de operación y mantenimiento. Esto implica asegurarse de que el compresor se esté

utilizando de manera eficiente y que se estén siguiendo los procedimientos recomendados por el fabricante. Además, se podría considerar la implementación de programas de capacitación para el personal encargado de operar y mantener el compresor, con el objetivo de mejorar la conciencia sobre las mejores prácticas y maximizar su eficiencia.

Sin embargo, si a pesar de estas medidas el compresor sigue mostrando un alto consumo de energía o requiere reparaciones frecuentes, puede ser necesario considerar la actualización a un modelo más eficiente. Los avances tecnológicos en la industria de compresores han llevado al desarrollo de unidades más modernas y eficientes en términos de consumo de energía y confiabilidad. Al actualizar a un modelo más eficiente, no solo se puede reducir el consumo de energía y los costos operativos, sino también mejorar la productividad y la fiabilidad del sistema en general.

Además, al considerar la actualización del compresor, es importante evaluar cuidadosamente los costos y beneficios asociados. Esto implica realizar un análisis de retorno de la inversión para determinar si los ahorros potenciales en energía y mantenimiento justifican el costo inicial de adquisición e instalación de un nuevo compresor. En muchos casos, la inversión en un compresor más eficiente puede resultar en ahorros significativos a largo plazo y una mejora en la rentabilidad general de la operación.

Si un compresor muestra signos de alto consumo de energía o requiere reparaciones frecuentes, es importante tomar medidas para abordar estos problemas. Ya sea optimizando su uso actual o considerando la actualización a un modelo más eficiente, la meta es mejorar la eficiencia y reducir los costos operativos para garantizar una operación rentable y confiable a largo plazo.

Cabina de pintura

El control de calidad del acabado de pintura es un proceso crítico en la producción, ya que garantiza que los productos terminados cumplan con los estándares estéticos y funcionales requeridos. Este proceso implica una evaluación minuciosa de la apariencia y la integridad del acabado de pintura, incluida la uniformidad del color, la ausencia de defectos como rayones o burbujas, y la adherencia adecuada a la superficie. Al mantener altos estándares de calidad en el acabado de pintura, se asegura la satisfacción del cliente y se protege la reputación de la marca.

El tiempo de inactividad debido a problemas en la cabina de pintura puede tener un impacto significativo en la productividad y la eficiencia de la planta. Los problemas comunes en la cabina de pintura pueden incluir fallos en el equipo de aplicación de pintura, obstrucciones en los sistemas de filtración de aire, o problemas con la temperatura y la humedad dentro de la cabina. Cada período de inactividad no planificado representa una pérdida de tiempo y recursos, por lo que es fundamental implementar medidas proactivas para minimizar estos tiempos de inactividad, como un mantenimiento preventivo regular y la capacitación del personal en el manejo adecuado de la cabina de pintura.

Además, el cumplimiento de las normativas ambientales es un aspecto crucial del proceso de pintura, especialmente en lo que respecta a la gestión de los solventes y las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV). Las regulaciones ambientales imponen límites estrictos a las emisiones de COV y exigen el uso de prácticas y tecnologías que minimicen el impacto ambiental de las operaciones de pintura. Esto puede incluir la instalación de sistemas de recuperación de solventes, la adopción de pinturas de baja emisión de COV y el cumplimiento de los requisitos de ventilación y filtración del aire en la cabina de pintura. Al garantizar el cumplimiento de estas normativas, se protege el medio ambiente y se evitan posibles sanciones legales y financieras.

El control de calidad del acabado de pintura, la gestión del tiempo de inactividad debido a problemas en la cabina de pintura y el cumplimiento de las normativas ambientales son aspectos críticos en el proceso de pintura industrial. Al prestar atención a estos aspectos y tomar medidas proactivas para abordar cualquier problema, se puede garantizar un acabado de pintura de alta calidad, una operación eficiente y un cumplimiento adecuado de las regulaciones ambientales.

Ilustración 29. Equipo-Cabina de pintura



Fuente: Elaboración propia

Análisis.

Cuando la cabina de pintura está causando problemas de calidad o incumplimientos regulatorios debido a fallas técnicas, es esencial abordar estos desafíos de manera oportuna y efectiva. Una opción a considerar es la actualización del equipo para garantizar un rendimiento óptimo y el cumplimiento de las normativas ambientales.

Las actualizaciones del equipo pueden implicar la instalación de tecnologías más avanzadas que mejoren la eficiencia y la confiabilidad de la cabina de pintura. Por ejemplo, se podrían implementar sistemas de control de temperatura y humedad más precisos para garantizar condiciones óptimas de pintura. Además, se podrían instalar equipos de filtración de aire de última generación para reducir las emisiones de COV y mantener la calidad del aire interior dentro de los límites permitidos por las regulaciones ambientales.

Además de las actualizaciones del equipo, también es importante realizar mejoras en los procedimientos de mantenimiento para prevenir futuras fallas y asegurar un funcionamiento suave de la cabina de pintura. Esto puede incluir la implementación de un programa de mantenimiento preventivo más riguroso, que abarque inspecciones regulares, limpieza de filtros, lubricación de componentes y calibración de equipos. Además, es crucial proporcionar capacitación adecuada al personal encargado del mantenimiento para garantizar que estén familiarizados con los procedimientos adecuados y puedan identificar y abordar problemas potenciales de manera proactiva.

Al combinar actualizaciones del equipo con mejoras en los procedimientos de mantenimiento, se puede mejorar significativamente el rendimiento y la confiabilidad de la cabina de pintura. Esto no solo ayuda a garantizar la calidad del acabado de pintura y el cumplimiento de las normativas ambientales, sino que también reduce los tiempos de inactividad no planificados y los costos operativos asociados con reparaciones frecuentes. En última instancia, estas medidas contribuyen a una operación más eficiente y rentable en el largo plazo.

Scanner

Para una evaluación exhaustiva del rendimiento del escáner, es esencial considerar varios aspectos clave que impactan en su funcionalidad y efectividad en el entorno operativo.

La precisión de los diagnósticos es uno de los factores principales a evaluar. Esto implica analizar la capacidad del escáner para identificar de manera precisa y confiable problemas y anomalías en los sistemas que está diseñado para inspeccionar. Una evaluación detallada de la precisión de los diagnósticos puede incluir la comparación de los resultados del escáner con diagnósticos realizados manualmente o con herramientas de diagnóstico alternativas para validar su eficacia. Se pueden considerar pruebas de comparación en diferentes

condiciones y con una variedad de problemas conocidos para determinar la confiabilidad y la precisión del escáner en diferentes escenarios.

El tiempo de inactividad debido a problemas técnicos es otro aspecto crítico a tener en cuenta en la evaluación del rendimiento del escáner. Registrar y analizar el tiempo total de inactividad causado por problemas técnicos relacionados con el escáner proporciona información valiosa sobre su confiabilidad y estabilidad. Esto puede incluir tiempo de inactividad debido a fallos de hardware, problemas de conectividad, errores de software u otros problemas técnicos que impidan el funcionamiento normal del escáner. Al comprender las causas y la frecuencia del tiempo de inactividad, se pueden identificar áreas de mejora y tomar medidas correctivas para minimizar los impactos negativos en la operación.

Además, es importante tener en cuenta los costos asociados con las reparaciones y actualizaciones de software del escáner. Esto incluye el costo de piezas de repuesto, mano de obra para reparaciones, tarifas de servicio técnico y licencias de software para actualizaciones y mejoras. Al mantener un registro detallado de estos costos, se puede evaluar el costo total de propiedad del escáner y determinar la rentabilidad de mantener y actualizar el equipo en comparación con la adquisición de nuevas tecnologías.

Una evaluación completa del rendimiento del escáner requiere un análisis detallado de la precisión de los diagnósticos, el tiempo de inactividad debido a problemas técnicos y los costos asociados con reparaciones y actualizaciones de software. Al comprender estos aspectos clave, se pueden identificar oportunidades de mejora y tomar decisiones informadas para optimizar el rendimiento y la eficiencia del escáner en el entorno operativo.

Ilustración 30. Equipo-Escáner



Fuente: Elaboración propia

Análisis.

Cuando el escáner muestra inconsistencias en los diagnósticos o sufre fallas técnicas frecuentes, es imperativo abordar estos problemas de manera proactiva para mantener la confiabilidad y la eficacia del equipo. Una opción a considerar es revisar y mejorar los procedimientos de mantenimiento preventivo para garantizar un rendimiento óptimo y reducir la probabilidad de fallas.

La revisión de los procedimientos de mantenimiento preventivo puede implicar la implementación de inspecciones más frecuentes y exhaustivas, así como el reemplazo regular de piezas desgastadas o propensas a fallar. Además, se pueden establecer protocolos específicos para el cuidado y la limpieza adecuada del escáner, así como para el almacenamiento adecuado cuando no esté en uso. Al mantener el equipo en condiciones óptimas a través de un mantenimiento preventivo adecuado, se pueden prevenir muchas fallas técnicas y se puede prolongar la vida útil del escáner.

Además de mejorar los procedimientos de mantenimiento preventivo, también es crucial considerar la actualización del software y hardware del equipo si es necesario. Las actualizaciones de software pueden corregir errores, mejorar la estabilidad y agregar nuevas funcionalidades al escáner, mientras que las actualizaciones de hardware pueden mejorar su

rendimiento y compatibilidad con sistemas nuevos o más complejos. Al mantener el escáner actualizado con las últimas tecnologías, se puede garantizar su eficacia y relevancia en un entorno operativo en constante evolución.

Por último, pero no menos importante, la capacitación del personal en el uso adecuado del escáner es fundamental para maximizar su eficacia y minimizar los tiempos de inactividad. Proporcionar capacitación regular y actualizada sobre el funcionamiento del escáner, la interpretación de resultados y los procedimientos de mantenimiento puede ayudar a reducir errores humanos y optimizar el rendimiento del equipo. Además, fomentar una cultura de cuidado y responsabilidad hacia el escáner entre el personal puede contribuir a su mantenimiento adecuado y prolongar su vida útil.

Al enfrentarse a inconsistencias en los diagnósticos o fallas técnicas frecuentes en el escáner, es crucial revisar los procedimientos de mantenimiento preventivo, considerar actualizaciones de software y hardware, y proporcionar capacitación adecuada al personal. Al abordar estos aspectos de manera integral, se puede mejorar la eficacia del escáner, reducir los tiempos de inactividad y garantizar un rendimiento confiable en el entorno operativo.

Grúa Hidráulica para Motores

La eficiencia en el manejo de motores es esencial para garantizar un rendimiento óptimo y un funcionamiento rentable en una amplia variedad de aplicaciones industriales y comerciales. Esto implica utilizar los motores de manera eficiente para minimizar el consumo de energía y maximizar la productividad. La eficiencia en el manejo de motores puede lograrse a través de varias medidas, como la selección adecuada del motor para la aplicación específica, la optimización de la carga de trabajo y la implementación de prácticas de mantenimiento preventivo para garantizar un funcionamiento suave y confiable.

La seguridad del equipo es otro aspecto crucial en el manejo de motores. Los motores

pueden representar riesgos significativos si no se manejan adecuadamente, incluidos riesgos de incendio, descargas eléctricas y lesiones personales. Por lo tanto, es fundamental implementar medidas de seguridad adecuadas, como el uso de protecciones y dispositivos de seguridad, la capacitación del personal en prácticas seguras de operación y mantenimiento, y la realización regular de inspecciones de seguridad para identificar y abordar cualquier riesgo potencial.

El tiempo de vida útil del motor es otro aspecto importante a considerar en su manejo. Maximizar la vida útil del motor implica implementar medidas proactivas para prevenir el desgaste prematuro y las fallas. Esto puede incluir la selección de motores de alta calidad y adecuados para la aplicación específica, la realización regular de mantenimiento preventivo, como la lubricación adecuada y la limpieza de componentes, y la monitorización continua del rendimiento del motor para detectar signos tempranos de problemas potenciales.

La eficiencia en el manejo de motores, la seguridad del equipo y el tiempo de vida útil son aspectos interconectados que requieren atención y cuidado constantes. Al implementar prácticas de manejo adecuadas, medidas de seguridad y programas de mantenimiento preventivo, se puede garantizar un rendimiento óptimo, una operación segura y una vida útil prolongada para los motores, lo que contribuye a la eficiencia general y la rentabilidad de las operaciones.

Ilustración 31. Equipo-Zorra para motores



Fuente: Elaboración propia

Análisis.

Cuando la zorra para motores está causando lesiones o daños debido a fallos técnicos, es esencial abordar estos problemas de manera inmediata y efectiva para garantizar la seguridad del personal y la integridad de los motores. Una revisión de la capacitación del personal es un primer paso crítico para identificar posibles deficiencias en el conocimiento y la competencia del manejo seguro de la zorra.

La capacitación del personal debería abordar no solo el manejo seguro de la zorra, sino también la identificación y el manejo de posibles fallas técnicas y riesgos asociados. Esto puede incluir la comprensión de los procedimientos de operación segura, la inspección regular de la zorra para detectar signos de desgaste o daño, y la acción adecuada en caso de emergencia o mal funcionamiento del equipo. Además, se debe proporcionar capacitación específica sobre el manejo seguro de motores y cómo evitar lesiones o daños durante el proceso de transporte.

Además de la capacitación del personal, también es importante considerar la adquisición de equipos más seguros y eficientes si los fallos técnicos persistentes continúan siendo un problema. Esto puede implicar la inversión en zorras para motores de mayor calidad, diseñadas con características de seguridad mejoradas y tecnología más avanzada para minimizar el riesgo de fallas. Al seleccionar equipos más confiables y eficientes, se puede mejorar la seguridad del personal y proteger la inversión en motores y otros activos.

En última instancia, la combinación de una capacitación adecuada del personal y la adquisición de equipos más seguros y eficientes puede ayudar a mitigar los riesgos asociados con el manejo de motores y garantizar un entorno de trabajo seguro y productivo. Al priorizar la seguridad y la eficiencia en la operación de equipos, se puede proteger tanto a los empleados como a los activos de la empresa, promoviendo así un entorno laboral seguro y saludable.

Cárcamo

Para garantizar un funcionamiento eficiente y confiable del cárcamo, es esencial llevar a cabo un mantenimiento preventivo regular y adecuado. Esto implica realizar una serie de actividades planificadas destinadas a mantener el cárcamo en condiciones óptimas de funcionamiento y a prevenir posibles problemas o fallos.

El mantenimiento preventivo del cárcamo puede incluir la limpieza regular de las bombas, las rejillas y los conductos para evitar obstrucciones que puedan reducir el flujo de agua y afectar el rendimiento del sistema. También implica la inspección periódica de los componentes mecánicos, eléctricos y de control para detectar signos de desgaste o deterioro, y la realización de ajustes o reparaciones menores según sea necesario.

Además del mantenimiento regular, es importante llevar un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento preventivo realizadas en el cárcamo. Esto incluye la fecha y la naturaleza de cada actividad, así como cualquier observación relevante sobre el estado del equipo. Mantener un registro preciso del mantenimiento preventivo permite un seguimiento efectivo del historial de mantenimiento del cárcamo y ayuda a identificar patrones o tendencias que puedan indicar problemas potenciales.

Por otro lado, es importante tener en cuenta los costos asociados con las reparaciones del cárcamo. Estos costos pueden incluir el costo de las piezas de repuesto, la mano de obra para la realización de reparaciones y cualquier otro gasto relacionado, como el transporte de equipos o la contratación de servicios externos. Registrar y analizar estos costos proporciona información valiosa sobre la eficacia del programa de mantenimiento preventivo y puede ayudar a identificar áreas donde se pueden realizar mejoras para reducir los costos operativos y aumentar la confiabilidad del cárcamo.

Un mantenimiento preventivo adecuado es fundamental para garantizar el funcionamiento eficiente y confiable del cárcamo. Al realizar actividades de mantenimiento

regularmente y mantener registros detallados de las mismas, se puede prolongar la vida útil del equipo y minimizar los tiempos de inactividad no planificados. Además, es importante monitorear y analizar los costos asociados con las reparaciones para identificar oportunidades de mejora y optimizar la gestión de activos en general.

Ilustración 32. Equipo- Cárcamo



Fuente: Elaboración propia

Análisis.

Cuando un cárcamo experimenta problemas de funcionamiento con regularidad, es una señal clara de que se necesitan acciones correctivas para garantizar su fiabilidad a largo plazo y minimizar los tiempos de inactividad no planificados. Una opción importante a considerar es revisar y mejorar los procedimientos de mantenimiento existentes.

La revisión de los procedimientos de mantenimiento puede implicar una evaluación detallada de las actividades de mantenimiento realizadas hasta el momento. Esto incluye analizar la frecuencia y la calidad de las inspecciones, la limpieza y el reemplazo de componentes, así como la efectividad de cualquier programa de monitoreo de condiciones implementado. Identificar posibles deficiencias en los procedimientos de mantenimiento y abordarlas con medidas correctivas puede ayudar a prevenir problemas recurrentes y mejorar la confiabilidad del cárcamo a largo plazo.

Además de revisar los procedimientos de mantenimiento, también puede ser necesario considerar la actualización del equipo para garantizar su fiabilidad a largo plazo. Esto puede

implicar la sustitución de componentes obsoletos o propensos a fallar por versiones más modernas y confiables, la instalación de sistemas de monitoreo en tiempo real para detectar anomalías tempranas o incluso la actualización completa del cárcamo a un modelo más avanzado. Al invertir en actualizaciones del equipo, se puede mejorar significativamente la confiabilidad y la eficiencia del cárcamo, reduciendo así los problemas de funcionamiento y los costos asociados con reparaciones frecuentes.

En última instancia, tanto la revisión de los procedimientos de mantenimiento como la consideración de la actualización del equipo son medidas importantes para garantizar la fiabilidad a largo plazo del cárcamo. Al tomar medidas proactivas para abordar problemas de funcionamiento recurrentes, se puede mantener la operación del cárcamo sin problemas y garantizar un rendimiento confiable a lo largo del tiempo.

Herramienta manual

El uso y desgaste de las herramientas manuales en entornos industriales es un aspecto crítico que afecta tanto la seguridad de los trabajadores como la eficiencia de las operaciones. A medida que estas herramientas se utilizan en diversas tareas y condiciones, están sujetas a un desgaste natural que puede afectar su rendimiento y confiabilidad con el tiempo.

El uso prolongado de herramientas manuales sin el mantenimiento adecuado puede conducir a una variedad de problemas, incluido el deterioro de la calidad de la mano de obra, la disminución de la productividad y, lo que es más preocupante, un mayor riesgo de lesiones laborales. Las herramientas desgastadas o dañadas pueden volverse menos seguras de usar, lo que aumenta la probabilidad de accidentes y lesiones en el lugar de trabajo. Por lo tanto, es esencial implementar programas de mantenimiento preventivo que incluyan la inspección regular, la lubricación, el afilado y el reemplazo de herramientas según sea necesario para garantizar su seguridad y funcionalidad.

Además del riesgo de lesiones laborales, el desgaste de las herramientas manuales también puede generar costos adicionales asociados con su reemplazo. A medida que las herramientas se desgastan, su vida útil se acorta y eventualmente necesitarán ser reemplazadas. Estos costos pueden sumarse rápidamente, especialmente si no se monitorea y gestiona adecuadamente el uso de las herramientas y se permite que se deterioren hasta el punto de necesitar un reemplazo prematuro. Por lo tanto, es importante llevar un registro detallado del uso de las herramientas y realizar un seguimiento de su estado para planificar y presupuestar adecuadamente los costos de reemplazo.

El uso y desgaste de las herramientas manuales en entornos industriales es un aspecto crítico que afecta la seguridad de los trabajadores, la eficiencia de las operaciones y los costos asociados con su mantenimiento y reemplazo. Al implementar programas de mantenimiento preventivo, monitorear el estado de las herramientas y tomar medidas proactivas para abordar el desgaste y el deterioro, se puede garantizar un entorno de trabajo seguro y productivo, así como la gestión eficiente de los recursos y costos asociados con las herramientas manuales.

Ilustración 33. Herramienta de manual



Fuente: Elaboración propia

Análisis.

Cuando las herramientas manuales están causando lesiones o su desgaste es excesivo, es una señal clara de que se necesitan acciones correctivas para garantizar la seguridad de los trabajadores y optimizar la eficiencia en el lugar de trabajo. Una revisión exhaustiva de las

prácticas de seguridad laboral es un primer paso esencial para identificar las causas subyacentes de las lesiones y abordar cualquier deficiencia en los procedimientos de trabajo.

La revisión de las prácticas de seguridad laboral puede implicar la evaluación de varios aspectos, como la capacitación del personal en el uso adecuado de las herramientas, la identificación de riesgos y la implementación de medidas de control de riesgos. Se pueden realizar inspecciones en el lugar de trabajo para identificar posibles peligros y áreas de mejora, y se pueden revisar los procedimientos de trabajo para garantizar que sean seguros y estén alineados con las mejores prácticas de la industria.

Además de revisar las prácticas de seguridad laboral, también puede ser necesario considerar la actualización de las herramientas por modelos más seguros y duraderos. Las herramientas manuales modernas a menudo están diseñadas con características de seguridad mejoradas, como mangos ergonómicos, materiales resistentes y mecanismos de seguridad integrados para reducir el riesgo de lesiones. Al invertir en herramientas más seguras y duraderas, se puede mejorar significativamente la seguridad de los trabajadores y reducir el desgaste excesivo que puede conducir a lesiones y problemas de rendimiento.

Además, las nuevas tecnologías y materiales pueden ofrecer beneficios adicionales, como una mayor durabilidad y una mayor eficiencia en el trabajo. Por ejemplo, las herramientas con características ergonómicas pueden reducir la fatiga del usuario y mejorar la productividad, mientras que las herramientas fabricadas con materiales de alta calidad pueden resistir mejor el desgaste y prolongar su vida útil. Al considerar la actualización de las herramientas, es importante evaluar cuidadosamente las necesidades específicas del lugar de trabajo y seleccionar herramientas que sean adecuadas para las tareas y condiciones de trabajo particulares.

Cuando las herramientas manuales están causando lesiones o su desgaste es excesivo, es importante revisar las prácticas de seguridad laboral y considerar la actualización de las

herramientas por modelos más seguros y duraderos. Al tomar medidas proactivas para mejorar la seguridad y la eficiencia en el lugar de trabajo, se puede proteger la salud y el bienestar de los trabajadores y promover un entorno laboral seguro y productivo.

Elevador

El rendimiento del elevador es fundamental para garantizar un flujo de trabajo eficiente y seguro en entornos donde se requiere el transporte vertical de carga o personas. El tiempo de inactividad debido a problemas técnicos puede interrumpir las operaciones y causar retrasos costosos, además de representar un riesgo para la seguridad si los problemas no se abordan de manera oportuna y adecuada.

Para minimizar el tiempo de inactividad, es esencial realizar un mantenimiento preventivo regular del elevador. Esto implica inspecciones periódicas, lubricación de componentes clave y pruebas de funcionamiento para detectar y abordar cualquier problema potencial antes de que se convierta en una falla grave. Además, es crucial contar con un plan de respuesta a emergencias para abordar rápidamente cualquier problema que pueda surgir y restaurar la operatividad del elevador de manera segura y eficiente.

El cumplimiento de las normativas de seguridad es otro aspecto crítico del rendimiento del elevador. Los elevadores están sujetos a regulaciones específicas destinadas a garantizar la seguridad de las personas y la carga durante su uso. Esto puede incluir requisitos relacionados con la capacidad de carga, la velocidad de operación, los dispositivos de seguridad y las inspecciones regulares por parte de autoridades competentes. Es fundamental cumplir con estas normativas para garantizar un entorno de trabajo seguro y evitar posibles sanciones legales y financieras.

Además del cumplimiento de las normativas de seguridad, es importante implementar medidas adicionales para mejorar la seguridad del elevador. Esto puede incluir la instalación de

sistemas de monitoreo remoto para detectar anomalías en tiempo real, la capacitación del personal en procedimientos de operación seguros y la implementación de controles de acceso para prevenir el uso no autorizado del elevador.

El rendimiento del elevador está intrínsecamente ligado al tiempo de inactividad debido a problemas técnicos y al cumplimiento de normativas de seguridad. Al mantener un programa de mantenimiento preventivo efectivo, cumplir con las regulaciones aplicables y adoptar medidas adicionales para mejorar la seguridad, se puede garantizar un funcionamiento confiable y seguro del elevador, promoviendo así la eficiencia y la productividad en el lugar de trabajo.

Ilustración 34. Equipo-Elevador



Fuente: Elaboración propia

Análisis.

Cuando el elevador experimenta fallas frecuentes o no cumple con las normativas de seguridad, es fundamental tomar medidas correctivas para salvaguardar la seguridad del personal y garantizar la continuidad de las operaciones. Una revisión exhaustiva de los procedimientos de mantenimiento existentes es esencial para identificar las causas subyacentes de las fallas y abordar cualquier deficiencia en el mantenimiento del equipo.

La revisión de los procedimientos de mantenimiento puede implicar una evaluación

detallada de la frecuencia y la calidad de las inspecciones, la lubricación de componentes clave, las pruebas de funcionamiento y cualquier otro aspecto relacionado con el mantenimiento del elevador. Identificar posibles deficiencias en los procedimientos de mantenimiento y abordarlas con medidas correctivas puede ayudar a prevenir problemas recurrentes y mejorar la confiabilidad del elevador a largo plazo.

Además de revisar los procedimientos de mantenimiento, también puede ser necesario considerar la actualización del equipo para garantizar la seguridad del personal. Esto puede implicar la sustitución de componentes obsoletos o propensos a fallar por versiones más modernas y confiables, la instalación de sistemas de seguridad adicionales, como sensores de proximidad o dispositivos de bloqueo de emergencia, o incluso la actualización completa del elevador a un modelo más avanzado. Al invertir en actualizaciones del equipo, se puede mejorar significativamente la seguridad del personal y reducir el riesgo de accidentes en el lugar de trabajo.

Además, es crucial proporcionar capacitación adecuada al personal en el uso seguro del elevador y en los procedimientos de emergencia en caso de falla. Esto puede incluir la capacitación en la identificación y respuesta a situaciones de emergencia, así como en el uso seguro de los controles y dispositivos de seguridad del elevador. Al empoderar al personal con el conocimiento y las habilidades necesarias para operar el elevador de manera segura, se puede minimizar el riesgo de lesiones y garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable.

Cuando el elevador experimenta fallas frecuentes o no cumple con las normativas de seguridad, es esencial revisar los procedimientos de mantenimiento existentes y considerar la actualización del equipo para garantizar la seguridad del personal. Al tomar medidas proactivas para abordar problemas de seguridad y mejorar la confiabilidad del elevador, se puede proteger la salud y el bienestar de los trabajadores y promover un entorno de trabajo seguro y productivo.

7.2.1. Discusión de resultados de los equipos

La discusión de los resultados de los equipos mencionados revela una serie de patrones y desafíos que impactan la gestión del mantenimiento en las compañías Nissan, Chevrolet y Volkswagen. Se observa una variedad de patrones de fallas, que van desde problemas de desgaste y obsolescencia hasta fallos técnicos imprevistos. Estos patrones indican posibles deficiencias en los programas de mantenimiento preventivo y en la calidad de los equipos utilizados en las operaciones diarias. Además, las fallas recurrentes de los equipos están teniendo un impacto significativo en la producción, resultando en tiempos de inactividad costosos y pérdida de eficiencia operativa. Esta interrupción en la producción puede afectar la rentabilidad y la satisfacción del cliente, destacando así la importancia de abordar eficazmente los problemas de mantenimiento.

Los costos asociados con el mantenimiento correctivo, que incluyen reparaciones, piezas de repuesto y tiempo de inactividad, son altos y pueden representar una carga financiera considerable para las compañías. Por lo tanto, es crucial considerar estrategias para reducir estos costos, como la implementación de estrategias efectivas de mantenimiento preventivo y la inversión en equipos más confiables y duraderos a largo plazo. Además, los resultados sugieren la necesidad de revisar y mejorar los procedimientos de mantenimiento existentes. Esto podría incluir la optimización de los programas de mantenimiento preventivo, la implementación de estrategias de mantenimiento predictivo y la capacitación del personal en técnicas de mantenimiento eficaces y seguras.

La actualización de equipos y tecnologías obsoletas puede ser fundamental para mejorar la eficiencia y la confiabilidad de las operaciones de mantenimiento. La inversión en equipos más modernos y sofisticados, así como en software de gestión de mantenimiento, puede ayudar a prevenir fallas, mejorar la precisión del diagnóstico y reducir los tiempos de inactividad. Además, es esencial priorizar la seguridad del personal y la calidad del producto en todas las

iniciativas de mejora del mantenimiento. Las fallas de los equipos pueden representar riesgos para la seguridad del personal y comprometer la calidad de los productos finales. Por lo tanto, al abordar eficazmente los problemas identificados y mejorar los procesos de mantenimiento, estas compañías pueden aumentar la confiabilidad operativa, reducir los costos asociados con el mantenimiento correctivo y mejorar la satisfacción del cliente.

7.3. Propuesta de solución

El mantenimiento correctivo de equipos puede generar costos significativos y afectar la eficiencia operativa de una empresa. En el caso de las compañías automotrices como Nissan, Chevrolet y Volkswagen, la necesidad de minimizar estos mantenimientos es crucial para garantizar la producción óptima y la satisfacción del cliente. Esta propuesta de solución presenta un plan de mejora integral para abordar este desafío específico.

Se busca reducir el número de mantenimientos correctivos de equipos en un 30% en el próximo año fiscal; mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos críticos; optimizar los costos asociados con el mantenimiento preventivo y correctivo.

Estrategias propuestas

Implementación de Mantenimiento Predictivo:

Introducir sistemas de monitoreo continuo de condiciones en los equipos clave. Esto impone la reducción de paradas de equipos considerablemente.

Utilizar tecnología del Internet de las cosas para recopilar datos en tiempo real sobre el rendimiento de los equipos.

Aplicar análisis predictivo para identificar tendencias y predecir fallas potenciales antes de que ocurran.

Planificación y programación de mantenimiento.

Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo riguroso basado en las recomendaciones del fabricante y datos de mantenimiento predictivo.

Establecer un sistema de gestión de activos para un seguimiento eficiente de las actividades de mantenimiento.

Priorizar el mantenimiento en función del riesgo y la criticidad de los equipos.

Capacitación y desarrollo del personal

Proporcionar capacitación continua al personal de mantenimiento en nuevas tecnologías y prácticas de mantenimiento predictivo.

Fomentar una cultura de responsabilidad y propiedad entre los empleados para el cuidado y mantenimiento adecuado de los equipos.

Facilitar el intercambio de mejores prácticas y lecciones aprendidas entre los equipos de mantenimiento.

Optimización de Inventarios de Repuestos.

Realizar un análisis exhaustivo de los inventarios de repuestos y reducir el exceso de existencias.

Implementar un sistema de gestión de inventarios justo a tiempo para garantizar la disponibilidad de piezas críticas sin incurrir en costos excesivos de almacenamiento.

Evaluación y seguimiento

Establecer indicadores clave de rendimiento (KPIs) para medir el éxito del plan de mejora, como la tasa de fallas, la disponibilidad de equipos y los costos de mantenimiento.

Realizar evaluaciones periódicas para identificar áreas de mejora y ajustar las estrategias

según sea necesario.

Fomentar la retroalimentación y la participación del personal en la implementación del plan de mejora.

La implementación de este plan de mejora requiere un compromiso firme de la alta dirección y la colaboración de todos los departamentos involucrados. Sin embargo, los beneficios potenciales, incluida la reducción de costos, la mejora de la productividad y la satisfacción del cliente, hacen que valga la pena el esfuerzo invertido. Con un enfoque proactivo en el mantenimiento predictivo y una gestión eficiente de los recursos, Nissan, Chevrolet y Volkswagen pueden lograr una notable disminución en los mantenimientos correctivos de equipos y fortalecer su posición en el mercado automotriz.

8. Presupuesto, análisis financiero (Costo-beneficio)

Objetivo

Reducir el número de mantenimientos correctivos en equipos de las compañías Nissan, Chevrolet y Volkswagen en un 30% en el próximo año fiscal de conformidad con la implementación de la propuesta presentada.

Estrategias

Implementación de un programa de mantenimiento preventivo riguroso; capacitación del personal técnico en diagnóstico y mantenimiento preventivo; mejora de la gestión de repuestos y suministros; adquisición de herramientas y tecnologías de diagnóstico avanzadas.

Detalles del presupuesto

Tabla 1. Presupuesto

RUBRO	COSTO (cop)	FRECUENCIA
Contratación de consultoría especializada	\$250,000.00	Semestral
Capacitación del personal técnico	\$150,000.00	Bimensual
Adquisición de herramientas y equipos	\$1,500,000.00	Anual
Desarrollo e implementación de software de gestión	\$350,000.00	Mensual
Repuestos y suministros	\$570,000.00	Bimensual
Gastos operativos adicionales	\$300,000.00	Bimensual
Mantenimiento tercerizado (proveedores)	\$650,000.00	Trimestral
Total	\$3,770,000.00	

Fuente: Elaboración propia

Costo-beneficio

$$ICB = \frac{\$20.000.000}{\$14.020.000} = 1.43$$

Notas adicionales. La consultoría incluye análisis inicial, propuesta del plan de mejora y seguimiento durante la implementación. La capacitación del personal técnico se realizará en varios meses para asegurar una asimilación efectiva de los conocimientos. La adquisición de herramientas y equipos incluye la compra de dispositivos de diagnóstico avanzados y equipos de mantenimiento especializados. El desarrollo e implementación del software de gestión permitirá un seguimiento más eficiente de los programas de mantenimiento preventivo y la gestión de inventario. El presupuesto de repuestos y suministros se basa en proyecciones de consumo histórico y previsiones para el aumento en actividades de mantenimiento preventivo.

9. Conclusiones

Para concluir el plan de mejora para la disminución de mantenimientos correctivos de equipos en las compañías Nissan y Chevrolet, es esencial destacar la importancia de la implementación de estrategias preventivas y predictivas. Como señala John Moubray en su obra "RCM II: Reliability-Centered Maintenance" (1997), la adopción de un enfoque proactivo en la gestión del mantenimiento puede reducir significativamente la incidencia de fallas inesperadas en los equipos industriales. Incorporar técnicas como el análisis de modos de falla y efectos (AMEF) y la monitorización continua del estado de los equipos permitirá anticiparse a posibles problemas y abordarlos antes de que se conviertan en fallas mayores.

Asimismo, es crucial promover una cultura organizacional orientada hacia la excelencia en el mantenimiento. Según la investigación de Terry Wireman en "Benchmarking Best Practices in Maintenance Management" (2001), las compañías que fomentan un ambiente de responsabilidad compartida y capacitación continua entre sus equipos de trabajo suelen experimentar una disminución significativa en los costos asociados con los mantenimientos correctivos. Por lo tanto, es fundamental establecer programas de formación y desarrollo que empoderen a los empleados para identificar y abordar proactivamente los problemas de mantenimiento.

Otro aspecto relevante para la reducción de los mantenimientos correctivos es la aplicación de tecnologías emergentes, como el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis de big data. Según los estudios de Jay Lee y Yen Cheun Poon en "Predictive Maintenance: A Data-Driven Approach" (2015), la recopilación y análisis de datos en tiempo real pueden proporcionar insights valiosos sobre el estado de los equipos, permitiendo la detección temprana de posibles fallos y la planificación eficiente de las intervenciones de mantenimiento. Integrar

estas tecnologías en los procesos de gestión del mantenimiento puede resultar en una considerable reducción de los mantenimientos correctivos y un aumento en la disponibilidad operativa de los equipos.

En conclusión, la disminución de los mantenimientos correctivos en las compañías Nissan y Chevrolet requiere un enfoque integral que combine estrategias preventivas, una cultura organizacional orientada al mantenimiento proactivo, y la adopción de tecnologías avanzadas. Al seguir estas pautas, estas empresas podrán mejorar la fiabilidad de sus equipos, reducir los costos asociados con los mantenimientos no planificados, y aumentar su competitividad en el mercado.

10. Recomendaciones

En primer lugar, se sugiere implementar un programa de mantenimiento preventivo más riguroso y sistemático. Esto implica establecer un calendario de inspecciones periódicas, realizar labores de lubricación adecuada y llevar a cabo revisiones exhaustivas de los componentes críticos de los equipos. Esta medida ayudará a prevenir fallos antes de que ocurran, reduciendo así la necesidad de mantenimientos correctivos.

En segundo lugar, se recomienda actualizar la tecnología de monitoreo de equipos para facilitar el mantenimiento predictivo. La adopción de sistemas avanzados de telemetría y sensores permitirá anticipar posibles problemas en los equipos, identificando anomalías en su funcionamiento antes de que se conviertan en fallos graves. Esto contribuirá a minimizar los tiempos de inactividad y los costos asociados con las reparaciones.

Además, se aconseja mejorar los procesos de gestión de repuestos. Es fundamental asegurar la disponibilidad oportuna de piezas y componentes de repuesto para evitar retrasos en las reparaciones. Esto se puede lograr mediante una gestión eficiente del inventario y la implementación de sistemas de seguimiento de repuestos más efectivos.

Por último, se enfatiza la importancia de invertir en capacitación y desarrollo del personal técnico. Proporcionar formación continua en nuevas tecnologías y metodologías de mantenimiento garantizará que el personal esté debidamente preparado para enfrentar los desafíos del entorno actual. Además, un personal capacitado y motivado contribuirá a la eficacia y eficiencia de las operaciones de mantenimiento en general.

En conjunto, la implementación de estas recomendaciones permitirá a las compañías Nissan, Chevrolet y Volkswagen mejorar la confiabilidad y disponibilidad de sus equipos, reducir los costos asociados con los mantenimientos correctivos y fortalecer su posición en el mercado automotriz.

11. Referencias

- Abarca Santos, Luis Jesús, Castillo Soto, Margarita Luisa. (2019). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en los activos fijos para incrementar la productividad en una empresa de fabricación de calzado del Cercado de Lima, 2019 (Trabajo de investigación). Universidad Tecnológica del Perú, Perú, Lima.
- AENOR. (2016). Mantenimiento de Vehículos Automotores. Asociación Española de Normalización y Certificación.
- Africano, Sergio Alejandro y Cañón López, Angie Nathalie. (2022). Propuesta de Optimización de Tiempos y Procesos en el Taller Automotriz KIA 224 (Proyecto de especialización). Universidad ECCI, Colombia, Bogotá D.C.
- Anderson, E. P. (2010). Gestión del Taller Mecánico. Editorial Cengage Learning.
- Arango Ramírez, Jhonatan y et al. (2016). Diseño de una guía de mitigación de riesgos para el área de colisión y taller en la empresa Sincromotors Renault S.A sede Bogotá enfocado para la salud y seguridad en el trabajo (Proyecto de especialización). Universidad ECCI, Colombia, Bogotá D.C.
- Arbulú, F. (2014). Gestión de Mantenimiento de Automóviles. Universidad de Lima.
- Auquilla, J. (2020). Caracterización y propuesta de gestión de los factores asociados a la productividad en los procesos de mantenimiento de los talleres automotrices para vehículos livianos de la ciudad de Cuenca (Tesis de Maestría). Universidad del Azuay, Ecuador, Cuenca.
- Briceño Nieto, Jeisson Camilo. (2013). Elaboración de un procedimiento de calidad por medio de auditorías internas que conlleve al mejoramiento en el proceso de colisión automotriz (Proyecto de especialización). Universidad ECCI, Colombia, Bogotá D.C.
- Castro Rivera, Juan David. (2022). Diseño de un plan de mantenimiento para los activos de una empresa del sector textil (Trabajo de grado). Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia, Medellín.
- Cerquera Valderrama, Cristian Javier y Barrantes Malagón, Julio Andrés. (2016). Gestión de Activos Enfocado hacia la Confiabilidad o Determinación del TPEF (Tiempo promedio entre fallas en equipos y/o sistemas) (Proyecto de especialización). Universidad ECCI, Colombia, Bogotá D.C.
- Chávez, E. (2022). Top 20 - Así les fue a las marcas del sector automotor en Colombia en 2021. Editorial Autocosmos, Sección de Industria. Recuperado de <https://noticias.autocosmos.com.co/2022/01/11/top-20---asi-les-fue-a-las-marcas-del-sector-automotor-en-colombia-en-2021>
- Cock, J. Torres, A. (2018). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para los activos en la línea de producción de soldadura en la empresa Roosevelt Electric (Proyecto de especialización). Universidad ECCI, Colombia, Bogotá D.C.

- Cuadra, R. (2003). Manual de Mantenimiento de Automóviles. Editorial Trillas.
- David, P. (2018). Fundamentos de Mecánica Automotriz. Editorial Digital Abya-Yala.
- Ferreira, A. Mora, C. (2011). Desarrollo de un modelo de gestión integral de mantenimiento de activos, a partir de la norma técnica colombiana NTSC-ISO 19011 con énfasis en indicadores (Proyecto de Especialización). Universidad Tecnológica de Bolívar, Colombia, Cartagena de Indias.
- Fuentes, E. Rojas, A. (2018). Estandarización de Operaciones en el Servicio Postventa de una Empresa Automotriz para la Marca Principal. Universidad Libre – Información Tecnológica, 29(4), 189 – 196.
- García, A. (2018). Normativa aduanera en Colombia. Editorial Temis.
- González, E. (2017). Estrategia de gestión de activos propuesta en operación y mantenimiento para equipo rotativo. Revista de I+D investigaciones, 1(2), 01 – 22.
- Guzmán Laverde, Jorge Vicente et al. (2016). Desarrollo de consultoría para medir la gestión de mantenimiento en Innovapor s.a.s (Proyecto de especialización). Universidad ECCI, Colombia, Bogotá D.C.
- Halderman, J. D. (2018). Mecánica Automotriz. Pearson.
- Hernández Moreno, Cristian Herledy et al. (2021). Propuesta de mejora de la gestión para el mantenimiento de los activos en el área de taller de la empresa Solo-Toyota (Proyecto de especialización). Universidad ECCI, Colombia, Bogotá D.C.
- International Organization for Standardization. (2014). I. O. for Standardization, ISO 55000: Asset Management-Overview, Principles and Terminology.
- Instituto de Gestión de Activos (IAM). (2015). "Pasado, presente y futuro de la gestión de activos".
- Larios, R. (2009). Administración de Talleres Automotrices. Editorial Limusa.
- López, K. (2015). Viabilidad de costos financieros en la implementación de la tecnología de identificación por radiofrecuencia para el manejo inventario logística empresarial del concesionario Chevrolet de Pereira (Trabajo de Grado). Universidad Libre, Colombia, Pereira.
- López, J. (2019). Código Nacional de Tránsito: Comentarios y jurisprudencia. Editorial Legis.
- Marrero-Hernández, Rogej et al. (2022). La planificación del mantenimiento, su importancia en la gestión de los activos. Universidad Tecnológica de la Habana – Ingeniería Industrial, 43(4).
- Martínez, A. (2016). Seguridad y Salud en el Trabajo. Editorial Paraninfo
- Martínez, F. (2020). Ley de la Industria Automotriz en Colombia: Análisis y perspectivas. Revista de Derecho Económico, 25(2), 78-91.

- Mogollón, A. Piedad, M. (2021). Modelo de Auditoría para la Gestión de Mantenimiento de Activos Físicos. Caso de Estudio: Laboratorios del Área Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca (Trabajo de Grado). Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, Cuenca.
- Mora Ariza, David Felipe, Mendoza Galindo, Hernán David. (2015). Propuesta de un Modelo de Gestión de Mantenimiento para los Activos del Centro de Tecnologías del Transporte CTT (Sena) (Proyecto de especialización). Universidad ECCI, Colombia, Bogotá D.C.
- Muñoz, J.C. (2017). Mantenimiento Industrial Práctico. Ediciones Díaz de Santos.
- Nava, J. (2015). Gestión de Repuestos Automotrices. Editorial Limusa.
- Perdomo Amador, Alejandro Josue, Fernández Bejarano. (2015). Propuesta de Mantenimiento y Servicio al Cliente Enfocada en una Empresa del Sector Automotriz (Proyecto de especialización). Universidad ECCI, Colombia, Bogotá D.C.
- Plazas Quitian, Javier Ricardo & et al. (2023). Propuesta de plan de mantenimiento preventivo para una compañía metalmecánica en la Sabana de Bogotá (Proyecto de especialización). Universidad ECCI, Colombia, Bogotá D.C.
- Ramírez Ramirez, Yohana Alexandra, Herrera Ladino, Mayerly. (2021). Propuesta de un Programa de Mantenimiento para los Activos de una Compañía del Sector de Obra Civil en la división de Alquiler de Equipos. "Caso de Estudio Retrocargador de oruga Hitachi 200" (Proyecto de especialización). Universidad ECCI, Colombia, Bogotá D.C.
- Rojas Rodríguez, Gustavo & Posada Vargas, Andrés Guillermo. (2023). Diseño de un plan de mejora para el mantenimiento de la empresa Transportes Vigía, línea de vehículos Volkswagen (Proyecto de especialización). Universidad ECCI, Colombia, Bogotá D.C.
- Rosado, Diego. (2016). Gestión de activos: la nueva disciplina industrial. Ediciones Paraninfo.
- Rosales, R. (2010). Mantenimiento Industrial. Teoría y Práctica. Ediciones Paraninfo.
- Smith, A., Samaranayake, P. (2003). "Una revisión de la literatura sobre la gestión de activos en la industria de la energía". *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 9(3), 205- 221.
- Toribio, J. (2011). Taller de Automoción. Editorial Paraninfo.
- Universidad ECCI. (2020). Guía Metodológica para el desarrollo de trabajos de grado. Bogotá D.C.: Dirección de Posgrados.