



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LAS MÁQUINAS DEL SECTOR AUTOMOTRIZ EN LA
CIUDAD DE QUITO**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de ingeniero industrial

Autor

Llerena Santana Kevin Alejandro

Tutor

MSc. Fabián Sarmiento

QUITO – ECUADOR
2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Kevin Alejandro Llerena Santana, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las maquinas del sector automotriz en la ciudad de Quito.”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 27 días del mes de enero de 2023, firmo conforme:

Autor: Kevin Alejandro Llerena Santana

Firma: 
Número de Cédula: 1316569225
Dirección: Pichincha, Quito, Granados, Hiedras
Correo Electrónico: kllerena5@indoamerica.edu.ec
Teléfono: 0992864597

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las maquinas del sector automotriz en la ciudad de Quito.” presentado por Kevin Alejandro Llerena Santana, para optar por el Título Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 27 de enero del 2023

.....
MSc. Fabián Sarmiento

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 27 de enero 2023



.....

Kevin Alejandro Llerena Santana

1316569225

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas del sector automotriz en la ciudad de Quito”, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 27 de enero del 2023

.....

Ing. Paul Remache

LECTOR

.....

Ing. Liliana Topón

LECTOR

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por la bendición de la vida, por la fortaleza que me ha brindado a lo largo de este camino, por el apoyo y ánimo en aquellos momentos de debilidad y dificultad.

Agradezco a mis padres: Luis Llerena y Landy Santana, por su cariño y amor incondicional, durante todo este transcurso de mi vida, por estar en los momentos difíciles y nunca abandonarme.

A mi hermano David Llerena por siempre estar para mí, aun cuando la distancia nos separa, por preocuparse de mí, por el cariño y amor incondicional, por no solo ser mi hermano también por ser mi mejor amigo.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos y amigas, por apoyarme cuando más los necesite, por no abandonarme en los momentos difíciles, por brindarme su cariño y amor cada día, de verdad gracias por todo, siempre tendrán un lugar en mi corazón.

AGRADECIMIENTO

Terminar y ver los resultados de mi esfuerzo en este ambicioso proyecto, solamente quiero decir una palabra: ¡Gracias!

A Landy, por darme la vida y el apoyo de seguir mis sueños.

A Luis, por enseñarme a nunca rendirme, aunque el camino sea muy difícil.

David, hermano del alma, gracias por apoyarme siempre.

Joel Segura, a ti te agradezco por siempre darme una mano desde mi primer día en la universidad, aun cuando estabas ocupado siempre sacabas tiempo para estar para mí ahí.

Y, por supuesto, a todos mis amigos y amigas que no dejaron que me rindiera nunca, aun en los días más grises, siempre estaban ahí para mí, solo me queda decirles ¡gracias!

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN DE LECTORES.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I	1
Introducción	1
Antecedentes.....	2
Justificación	5
OBJETIVOS	7
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos	7
CAPÍTULO II.....	8
Ingeniería del proyecto	8
Descripción del modelo actual del proceso de mantenimiento.....	9

Prioridad de número de fallos (NPR)	10
Estudio de disponibilidad.....	11
Área de estudio	14
Modelo operativo	15
CAPÍTULO III.....	18
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS.....	18
Estudio de criticidad cualitativo	25
Estudio de criticidad cuantitativo	27
Modelo de mantenimiento	30
Análisis de fallos funcionales y técnicos de los equipos	31
Clasificación de los fallos	32
Análisis de los fallos más comunes de las máquinas de mantenimiento automotriz de la empresa “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”.....	34
Resúmenes resultados NPR	39
Frecuencia por tipo de fallo	40
Tareas de mantenimiento	40
Frecuencia de las tareas de mantenimiento en el taller “El Inca”	41
Cálculo de disponibilidad esperada con RCM.....	52
Resultados esperados	53
Cronograma	57
Desarrollo del cronograma.....	57
CAPÍTULO IV	60

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
Conclusiones.....	60
Recomendaciones	61
Bibliografía	62
ANEXOS	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Gastos en el área de mantenimiento en 2020-2021	8
Tabla 2: Resumen de NPR de la situación actual	10
Tabla 3: Tiempo mensual disponible y por tipo de mantenimiento	12
Tabla 4: Tiempo disponible, tiempo de mantenimiento y disponibilidad trimestral actual por equipo	12
Tabla 5: Área de estudio	14
Tabla 6: Codificación de los equipos del taller "El Inca"	18
Tabla 7: Codificación de los componentes del Compresor	19
Tabla 8: Codificación de los componentes del elevador de dos postes 1	19
Tabla 9: Codificación de los componentes del elevador de dos postes 2	20
Tabla 10: Codificación de los componentes del elevador de dos postes 3	20
Tabla 11: Codificación de los componentes del elevador de cuatro postes	21
Tabla 12: Codificación de los componentes de la desmontadora.....	21
Tabla 13: Codificación de los componentes del generador de nitrógeno	22
Tabla 14: Codificación de los componentes de la balanceadora	22
Tabla 15: Ficha técnica del compresor	23
Tabla 16: Ficha técnica de los elevadores de dos postes	23
Tabla 17: Ficha técnica del elevador de cuatro postes	23
Tabla 18: Ficha técnica de la desmontadora.....	24
Tabla 19: Ficha técnica de la balanceadora	24
Tabla 20: Ficha técnica del generador de nitrógeno	24
Tabla 21: Análisis cualitativo de la criticidad de los equipos	26
Tabla 22: Modelo de mantenimiento de los equipos del taller “El Inca” de la empresa NATIONAL Tire EXPERTS S.A.....	31

Tabla 23: Análisis de los fallos del compresor de la empresa “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”	34
Tabla 24: Análisis de fallos del elevador de dos postes (1) de la empresa “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”	35
Tabla 25: Análisis de fallos del elevador de dos postes (2) de la empresa "NATIONAL TIRE EXPERTS S.A"	35
Tabla 26: Análisis de fallos del elevador de dos postes (3) de la empresa "NATIONAL TIRE EXPERTS S.A"	36
Tabla 27: Análisis de fallo de los elevadores de cuatro postes en la empresa "NATIONAL TIRE EXPERTS S.A"	37
Tabla 28: Análisis de fallos de los generadores de nitrógeno de la empresa "NATIONAL TIRE EXPERTS S.A"	37
Tabla 29: Análisis de fallos de las Balanceadoras de la empresa "NATIONAL TIRE EXPERTS S.A"	38
Tabla 30: Análisis de fallos de las desmontadoras de la empresa "NATIONAL TIRE EXPERTS S.A"	38
Tabla 31: Resumen de NPR de la situación actual	39
Tabla 32 Frecuencia por tipo de fallo detectado	40
Tabla 33: Tarea de mantenimiento del compresor	42
Tabla 34: Tarea de mantenimiento del elevador de dos postes (1).....	43
Tabla 35: Tarea de mantenimiento del elevador de dos postes (2).....	44
Tabla 36: Tarea de mantenimiento del elevador de dos postes 3	45
Tabla 37: Tarea de mantenimiento del elevador de cuatro postes.....	45
Tabla 38: Tarea de mantenimiento del generador de nitrógeno	46
Tabla 39: Tareas de mantenimiento de la balanceadora	47

Tabla 40: Tareas de mantenimiento del generador de nitrógeno.....	48
Tabla 41: Tiempo disponible, tiempo de mantenimiento y disponibilidad trimestral esperada por equipo	52
Tabla 42: Mejora esperada en el valor de NPR	54
Tabla 43: Mejora esperada en la disponibilidad general y por equipo	55
Tabla 44: Comparación de tiempo y tipo de mantenimiento actual y esperado	56
Tabla 45: Comparación del valor monetario del modelo actual de mantenimiento y el propuesto.....	56
Tabla 46: Análisis de costos de la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en el taller "El Inca"	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de los talleres de NATIONAL TIRE EXPERTS S.A en Ecuador. 3	3
Figura 2: Ubicación de los talleres en la ciudad de Quito.....	4
Figura 3: Tipos de mantenimiento aplicados actualmente	13
Figura 4: Modelo operativo	15
Figura 5: Análisis de criticidad.....	25
Figura 6: Gráfico de la criticidad distribuida	27
Figura 7: Calificaciones para criticidad de los equipos.....	28
Figura 8: Análisis cuantitativo de la criticidad de los equipos	29
Figura 9: Modelo de mantenimiento	30
Figura 10: Formas de actuación ante un fallo	33
Figura 11: <i>Tipos de tareas de mantenimiento</i>	41
Figura 12: Cronograma de las tareas de mantenimiento	51
Figura 13: Cronograma del plan de mantenimiento preventivo programado.....	57

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Tiempo disponible de manera mensual	11
Ecuación 2: Ecuación de la disponibilidad por RCM.....	11
Ecuación 3: Cálculo de criticidad cuantitativa	27
Ecuación 4: Cálculo de consecuencia para criticidad.....	28

ANEXOS

Anexo 1: Tipos de mantenimiento en el taller "El Inca" de la empresa "NATIONAL TIRE EXPERTS S.A"	64
Anexo 2: AMEF de la situación actual de la empresa	71
Anexo 3: Cronograma de GANTT	76
Anexo 4: Manual del compresor	77
Anexo 5: Tareas de mantenimiento del compresor	78
Anexo 6: Frecuencia de las tareas de mantenimiento del compresor.....	79
Anexo 7: Manual de mantenimiento del elevador de dos postes	80
Anexo 8: Tareas de mantenimiento del elevador de dos postes.....	81
Anexo 9: frecuencia de las tareas de mantenimiento del elevador de dos postes	82
Anexo 10: Manual de instalación y mantenimiento de un elevador de cuatro postes....	83
Anexo 11: Frecuencia de tareas de mantenimiento de un elevador de cuatro postes	84
Anexo 12: Manual de mantenimiento de un generador de nitrógeno	85
Anexo 13: Tareas de mantenimiento del generador de nitrógeno.....	86
Anexo 14: Tareas de mantenimiento del generador de nitrógeno (Continuación).....	87
Anexo 15: Manual de mantenimiento de una desmontadora	88
Anexo 16: Tareas de mantenimiento de la desmontadora.....	89
Anexo 17: Tareas de mantenimiento de la desmontadora.....	90
Anexo 18: Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM	91

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS DEL SECTOR AUTOMOTRIZ EN LA CIUDAD DE QUITO.

AUTOR(A): Kevin Alejandro Llerena Santana

TUTOR (A): MSc. Fabián Sarmiento

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto tiene como objetivo general elaborar un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas automotrices de la empresa "NATIONAL TIRE EXPERTS S.A" mediante la metodología RCM para contribuir a una mayor confiabilidad en el funcionamiento de los equipos. Los objetivos específicos incluyen determinar la criticidad de los equipos del taller "El Inca" mediante matrices de severidad-frecuencia, realizar un análisis de fallos mediante tablas AMFE, y organizar tareas de mantenimiento en base a los resultados obtenidos. En el presente informe se evaluaron los equipos críticos de las instalaciones, los cuales fueron determinados como el compresor, tres elevadores de dos postes, un elevador de cuatro postes, una desmontadora, un generador de nitrógeno y una balanceadora. Se detecta un total de 149 fallas en todos los equipos, de las cuales el 47,64% corresponde a fallas técnicas y el 52,36% restante a fallas funcionales. Para cada uno de los fallos detectados, se determinaron las tareas de mantenimiento y los repuestos necesarios para llevar a cabo con éxito. En base a los resultados obtenidos, se elaboró un plan de mantenimiento preventivo basado en RCM, que incluye tareas en rutas diarias, mensuales, trimestrales y semestrales, así como las gamas anuales a desarrollarse y las órdenes de trabajo que se deben llenar en función de los mantenimientos realizados. Se espera que la implementación de este plan permita mejorar la disponibilidad de la planta a un valor del 91,84% y lograr una alta disponibilidad de cada uno de los equipos al estar cada uno de ellos sobre un valor del 90% de disponibilidad.

DESCRIPTORES: Análisis de fallos, confiabilidad, criticidad, disponibilidad, mantenimiento preventivo, RCM (Reliability-centered maintenance), tareas de mantenimiento, taller automotriz.

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: DESIGN OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR AUTOMOTIVE MACHINERY IN THE CITY OF QUITO.

AUTHOR (A): Kevin Alejandro Llerena Santana

TUTOR (A): MSc. Fabián Sarmiento Ortiz

ABSTRACT

The general aim of this project is to prepare a preventive maintenance plan for the automotive machines of the "NATIONAL TIRE EXPERTS S.A." company using the RCM methodology to contribute to greater reliability of equipment operation. The specific objectives include determining the criticality of the "El Inca" workshop equipment using frequency-severity matrices, performing a failure analysis by means of FMEA tables, and organizing maintenance tasks based on the results obtained. In this report, the critical equipment of the facilities was evaluated, which were determined as the compressor, three two-post lifts, a four-post lift, a dismantling machine, a nitrogen generator, and a balancing machine. A total of 149 faults were detected in all the equipment, of which 47.64% corresponds to technical failures and the remaining 52.36% to functional failures. For each of the identified deficiencies, the maintenance tasks and spare parts needed to be carried out successfully were determined. Based on the results obtained, a preventive maintenance plan based on RCM was drawn up, which includes daily, monthly, quarterly, and half-yearly route tasks, as well as the annual ranges to be developed and the work orders to be filled according to the maintenance carried out. The implementation of this plan is expected to improve plant availability to a value of 91.84 and achieve a high availability of each one of the equipments being each of them on a value of 90% of availability.

DESCRIPTORS: automotive workshop, availability, criticality, failure analysis,

CAPÍTULO I

Introducción

El mantenimiento juega un papel fundamental en diversas industrias, tales como; petróleo, gas, hospitalidad, manufactura, alimentos y bebidas. Los tipos más conocidos son: correctivo y preventivo. El correctivo se utiliza cuando alguna máquina sufre una avería inesperada, es el tipo de sostenimiento que las empresas no desean realizar, debido a su tiempo de inactividad generando daños colaterales (mayores costos). Por otro lado, el tipo preventivo, significa planeación dedicada a sistematizar los controles de rendimiento y seguridad, asegurando la eficiencia del periodo empleado. (Louie, 2022)

Con la revolución industrial el mantenimiento se hizo más presente, debido a que el principal problema que presentaban en esa época, era que las calderas de las máquinas de vapor explotaban en cualquier momento mutilando o matando a las personas que se encuentran en el área de la explosión. Esto llevó a realizar controles previos que mejoraron la seguridad de los trabajadores, de esta manera se desarrolló el mantenimiento preventivo o planificado. (Roser, 2021)

En el mercado global se estima que la inversión en mantenimiento, reparación y operaciones fue de \$616,01 mil millones en el 2020. Se proyecta que para 2026 se registre un estimado de \$701.3 mil millones, aumentando la tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR) aproximadamente del 2.19%. Además, se estima un aumento en el mercado mundial de software de sistemas de gestión del sostenimiento computarizado (CMMS) que superará los \$1260 millones a finales de 2026, teniendo un incremento del CAGR del 9.8%. (Louie, 2022)

A nivel nacional, las industrias han crecido exponencialmente en los últimos años. Sin embargo, no están completamente equipadas con sistemas o planes de mantenimiento lo suficientemente eficientes para sus líneas de producción. Por consiguiente, las máquinas antes

de ser instaladas y en el transcurso de sus jornadas de trabajo, sufren varias fallas, al tener carencia de orden, planificación y descuido en inspecciones.

En la ciudad de Quito se encuentran varias industrias manufactureras, distribuidas en dos parques industriales: Turubamba, localizado en el sur y Carcelén, ubicado en el norte. En general, los planes de mantenimiento y sistemas de gestión de las empresas, son elaborados a partir de las especificaciones del fabricante, lo que incluye tipos de tareas de inspección, lubricación y ajustes. Como resultado, se obtiene un grado de efectividad bajo, por otro lado, existe un margen de error en la aplicación de estos esquemas, es decir; ignorar factores de las máquinas.

Este es el caso del taller mecánico “El Inca”, perteneciente a la empresa NATIONALTIRE EXPERTS que cuenta con un plan de mantenimiento poco eficiente, el mismo que no cuenta con las características adecuadas para aprovechar al máximo los recursos de la empresa con la finalidad de mejorar la disponibilidad de los equipos y su aprovechamiento en la producción llevada a cabo por la misma. Por esta razón se mejorará la gestión del mantenimiento actualmente ejecutado por medio de un plan basado en RCM.

Antecedentes

El GRUPO TIRE EXPERTS, fundada en 1975, a raíz de un proyecto de integración realizado en Santo Domingo, de la Compañía Ecuatoriana del Caucho (ERCO) y accionistas particulares. Anteriormente conocido como: “TECNICENTRO EGUIGUREN”, su primer local estuvo ubicado en la Av. Quito (principal avenida). Actualmente, tienen 47 años de experiencia prestando sus servicios al público y creciendo de manera positiva entre las empresas automotrices. La compañía cuenta con 19 distribuidos en: Santo Domingo, Esmeraldas, Quevedo, Babahoyo, Quito, Ambato y Lago Agrio (**Figura 1**), lo cual es un claro ejemplo del continuo desarrollo de la empresa gracias a sus principales activos, más de 170

colaboradores conforman "Expert Group" es una empresa innovadora que se ocupa del servicio al cliente que se encarga en comercializar llantas, servicios y productos complementarios, que brinden seguridad, confianza y satisfacción, con un personal capacitado e infraestructura adecuada.

Figura 1:

Ubicación de los talleres de NATIONAL TIRE EXPERTS S.A en Ecuador.



Nota. Talleres de la empresa “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A” que están distribuidos por Ecuador, fuente (Maps, s.f.)

En numerosas oportunidades, los talleres han experimentado una interrupción en sus operaciones o han tenido dificultades para iniciarlas debido a fallas imprevistas en sus maquinarias, lo que dificulta el cumplimiento de las tareas diarias en la planta y puede generar una paralización que dura horas o incluso días. Esto se debe a la falta de un plan de mantenimiento preventivo y a la dependencia exclusiva del mantenimiento correctivo. Además, para el técnico, la movilización inmediata para solucionar el problema y garantizar la continuidad de las labores de los operarios, como se muestra en la **Figura 2**, se presenta como un desafío adicional.

Figura 2:

Ubicación de los talleres en la ciudad de Quito.



Nota. Talleres de la empresa “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A” en la ciudad de Quito, fuente (Maps, s.f.)

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar de un plan de mantenimiento preventivo, que permita el controlar los parámetros de desgaste de los equipos automotrices en las sedes de la empresa objeto de estudio ubicadas en la ciudad de Quito. De esta manera se podrá prevenir posibles daños que dejen inactivos los talleres por lapsos de tiempo indeterminados. Para ello se consideraron unos trabajos relevantes en este campo, los cuales se citan a continuación:

“Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo en el área de pulido en la empresa FIBER AND GLASS PLASTICOS REFORZADOS, de la ciudad de Ambato, en el año 2019-2020” elaborado por (Cepeda, 2021), analizó las consecuencias negativas de un mantenimiento mal planificado, que afecta la producción y provoca paradas innecesarias. En

este sentido, se estudió la criticidad de los equipos para evitar averías frecuentes que afecten la integridad de los equipos y la producción.

En el “Desarrollo de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar los niveles de disponibilidad de los equipos del taller mecánico del GAD Municipal de Gonzalo Pizarro” elaborado por (Berrezueta Valladolid, 2021) su proyectos demostró deficiencias técnicas y de gestión que, a su vez, llevaron a la incapacidad de los trabajadores, lo que género en un periodo de inactividad excesivo de los vehículos, lo que resultó en una pérdida de tiempo del proyecto.

En consecuencia, se introdujo el enfoque RCM, que ayuda a mejorar el sistema de mantenimiento para evitar pérdidas de tiempo innecesarias y tener una mejor disponibilidad, lo que ayudará al proyecto actual como una guía para la planificación del sostenimiento.

Justificación

El presente estudio se considera de una gran **importancia** para la entidad debido a que la misma podrá tener un plan de mantenimiento adecuado para las máquinas automotrices ubicadas en el taller “El Inca”, el cual reducirá los posibles fallos que ocurran, evitándose paros innecesarios del proceso.

El desarrollo del presente trabajo se considera de gran **impacto** para la empresa “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”, pues constituye la primera experiencia en la misma para contar con un plan de mantenimiento basado en RCM, el cual le permitirá aumentar la disponibilidad de los equipos presentes a porcentajes mayores al 90% y reducir los costos asociados a las labores de mantenimiento.

El presente trabajo investigativo se considera de una gran **utilidad** para las máquinas de mantenimiento automotriz ubicadas en el taller de objeto de estudio por su contribución al

incremento de la continuidad de las operaciones del proceso; así como la reducción del número de fallas producidas.

En el presente estudio se consideran como los principales **beneficiarios** a la entidad y el personal encargado del área de mantenimiento, debido a que los mismos podrán contar con una guía clara de las tareas a realizarse con la finalidad de mejorar la confiabilidad y disponibilidad del equipo empleado en los procesos productivos.

El presente estudio se considera **factible** para su desarrollo, debido a la colaboración de la directiva del taller, también se cuenta con datos históricos sobre el funcionamiento de los equipos y estudios previos que permiten el desarrollo de un manual de manteamiento, además de ser económicamente viable ya que al basarse en RCM se busca una disminución del costo total empleado en las tareas de mantenimiento.

OBJETIVOS

Objetivo General

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo respecto a las máquinas automotrices de la empresa “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”, mediante la metodología RCM mejorando la disponibilidad de los equipos de la empresa.

Objetivos Específicos

- Determinar la criticidad de los equipos ubicados en el taller “El Inca” de la empresa NATIONAL TIRE EXPERTS S.A, mediante un análisis cualitativo y cuantitativo, conociendo su incidencia en el proceso productivo y en las labores de mantenimiento.
- Analizar los fallos de cada equipo crítico, mediante la utilización de tablas AMFE identificando y priorizando las tareas de mantenimiento que se deben aplicar en función de los modos de fallos detectados.
- Elaborar el plan de mantenimiento basado en RCM, mediante la organización de las tareas de mantenimiento en gamas y rutas, así como la elaboración de órdenes de trabajo que permitan reducir las fallas de los equipos incrementando la disponibilidad de los mismos.

CAPÍTULO II

Ingeniería del proyecto

Situación actual de los equipos en la empresa “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”

La empresa cuenta con un gran número de máquinas automotrices, distribuidas en diferentes áreas claves de los talleres. A causa del análisis de la gestión del mantenimiento, se concluyó que el departamento no cuenta con una planificación adecuada por parte del personal involucrado. A su vez, representa un bajo índice de disponibilidad de los equipos, y un gran índice de paros innecesarios de la maquinaria, porque no cuenta con fichas técnicas que son correspondientes a su manejo, tampoco planificación de mantenimiento, secuencia de registros de actividades realizadas en las reparaciones, tanto internas como externas y los equipos no tienen una codificación establecida.

La empresa en la actualidad no dispone de un plan de mantenimiento preventivo, lo que ha provocado un alto índice de fallos en máquinas y paros en las líneas de trabajo, disminuyendo la disponibilidad. En particular, ha tenido un gran impacto en la parte económica como se representa en la **Tabla 1**.

Tabla 1:

Gastos en el área de mantenimiento en 2020-2021

Costos por mantenimiento	2020-2021
Mantenimiento a Maquinaria y Equipo	31.782,03
Insumos de Taller	6.740,37
Viáticos y Movilizaciones	217,40
Total	38.739,80

Nota: Gastos generados por el área de mantenimiento en el periodo 2021-2022, por NATIONAL TIRE EXPERTS S.A.

Actualmente la empresa NATIONAL TIRE EXPERTS S.A, cuenta con un formato de registro obsoleto para gestionar el mantenimiento, debido a que no se especifican de manera adecuada los problemas de los equipos. Además, la información presente en los mismos carece de continuidad, perjudicando a las actividades de mantenimiento, cada una de las máquinas se cataloga como críticas para el proceso productivo, en todos los talleres y en el caso del taller ubicado en El Inca, no es la excepción. Por otro lado, la frecuencia con la que se presentan averías en cada uno de los equipos es variable.

Descripción del modelo actual del proceso de mantenimiento

Las tareas descritas en el registro de mantenimientos y detección de fallas se describen principalmente como preventivas y correctivas, sin embargo la mayoría de ellas se realizan al detenerse la producción por fallos en las máquinas del taller, convirtiendo la mayoría en labores de mantenimiento del tipo correctivo, siendo este el más utilizado en la empresa, ya que como se menciona la administración no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo, por lo que solo se realizan sostenimientos habituales y rutinarios como lo es el cambio de aceite, debido a esto las máquinas tienden a fallar constantemente y optando por aplicar reparaciones de manera correctiva.

De esta manera se realizó una matriz de los tiempos de parada del taller y de los tipos de mantenimiento más empleados, debido a que no existía ningún control o documentación que pudiera demostrar cómo se ha manejado en el transcurso de un lapso muy corto que en este caso es de 3 meses, por el alto índice de fallos que se han presentado en este periodo de tiempo se procedió a realizar una matriz de las averías.

En dicha matriz se especifica la falla o avería, el tipo de mantenimiento realizado, la fecha y el horario del mismo. Considerando los meses de septiembre, octubre y noviembre como se puede ver en el **Anexo 1**.

Prioridad de número de fallos (NPR)

Actualmente la empresa cuenta con un registro de alguno de los fallos que originan mantenimientos preventivos en cada una de las máquinas, se ha determinado los fallos mas comunes y se analizó la situación actual de la empresa en base a los fallos funcionales que provocan el detenimiento de las máquinas, de esta manera se calculó el NPR, mediante la utilización de tablas AMEF para la situación actual, el análisis completo del mismos y puede observar en el **Anexo 2**.

En la **Tabla 2** se resumen los resultados de dicha evaluación, tanto por equipos como un promedio general que sería el equivalente a la situación actual de la empresa.

Tabla 2:

Resumen de NPR de la situación actual

Equipo	Número de fallas funcionales	NPR Medio de las fallas
Compresor	12	238
Elevador de dos postes 1	9	302
Elevador de dos postes 2	9	298
Elevador de dos postes 3	9	326
Elevador de cuatro postes	9	291
Desmontadora	9	265
Generador de nitrógeno	8	231
Balanceadora	8	220
NPR Promedio		276

Nota: Resumen de resultados AMEF, adaptado del **Anexo 2**, elaboración propia.

Como se puede observar en la **Tabla 2** el valor para cada uno de los equipos es superior a 200, siendo el de mayor criticidad actualmente el Elevador de postes 3, el cual presenta un NPR de 326, debido a la frecuencia con la que suceden las fallas identificadas y detalladas en el **Anexo 2**.

De manera general se tiene un índice de prioridad de riesgo (NPR) equivalente a 276, lo cual representa un valor elevado y se debe mejorar.

Estudio de disponibilidad

Con base a la información recabada en el trimestre comprendido entre septiembre y noviembre del 2021, se ha realizado la **Tabla 3**, en la cual se describe de manera detallada las horas mensuales disponibles, sabiendo que el taller trabaja 8 horas diarias, durante 6 días laborales de manera semanal sumando una media de 24 días laborables al mes, por lo tanto las horas totales disponibles de manera mensual serían el resultado de la multiplicación entre los días laborables y las horas de trabajo diarias:

Ecuación 1:

Tiempo disponible de manera mensual

Tiempo total disponible de manera mensual = Días laborables al mes X Horas diarias

Tiempo total disponible de manera mensual = 24 días/mes X 8 h/día

Tiempo total disponible de manera mensual = 192 h/mes

También se detalla el tiempo en horas que se realizaron mantenimientos preventivos y correctivos para cada uno de los equipos en cada uno de los meses descritos. Mientras tanto con los resultados globales presentados en la **Tabla 4**, se observa el cálculo de la disponibilidad actual con la siguiente formula:

Ecuación 2:

Ecuación de la disponibilidad por RCM

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}} * 100$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{576 - 125}{576} * 100$$

$$\text{Disponibilidad} = 78,30\%$$

Además, se ha determinado el tiempo total disponible y el tiempo total asignado por tipo de mantenimiento realizado de manera actual. Cabe recalcar que tanto la disponibilidad para cada equipo como el tiempo del tipo de mantenimiento corresponde a un período de análisis trimestral (septiembre, octubre y noviembre).

Tabla 3:*Tiempo mensual disponible y por tipo de mantenimiento*

Equipo	Meses	Tiempo disponible	Mantenimiento (horas)		
			Preventivo	Correctivo	Total
Compresor	Septiembre	192	25	35	60
	Octubre	192	10	35	45
	Noviembre	192	5	15	20
Elevador de dos postes 1	Septiembre	192	9	36	45
	Octubre	192	9	27	36
	Noviembre	192	9	62	71
Elevador de dos postes 2	Septiembre	192	0	0	0
	Octubre	192	0	0	0
	Noviembre	192	9	126	135
Elevador de dos postes 3	Septiembre	192	9	45	54
	Octubre	192	9	45	54
	Noviembre	192	0	27	27
Elevador de cuatro postes	Septiembre	192	27	99	126
	Octubre	192	0	0	0
	Noviembre	192	0	0	0
Desmontadora	Septiembre	192	0	0	0
	Octubre	192	18	73	91
	Noviembre	192	0	45	45
Generador de nitrógeno	Septiembre	192	0	27	27
	Octubre	192	12	60	72
	Noviembre	192	0	54	54
Balanceadora	Septiembre	192	0	0	0
	Octubre	192	0	27	27
	Noviembre	192	18	45	63

Nota: Detalle por máquina adaptado de **Anexo I**, elaboración propia.

Tabla 4:*Tiempo disponible, tiempo de mantenimiento y disponibilidad trimestral actual por equipo*

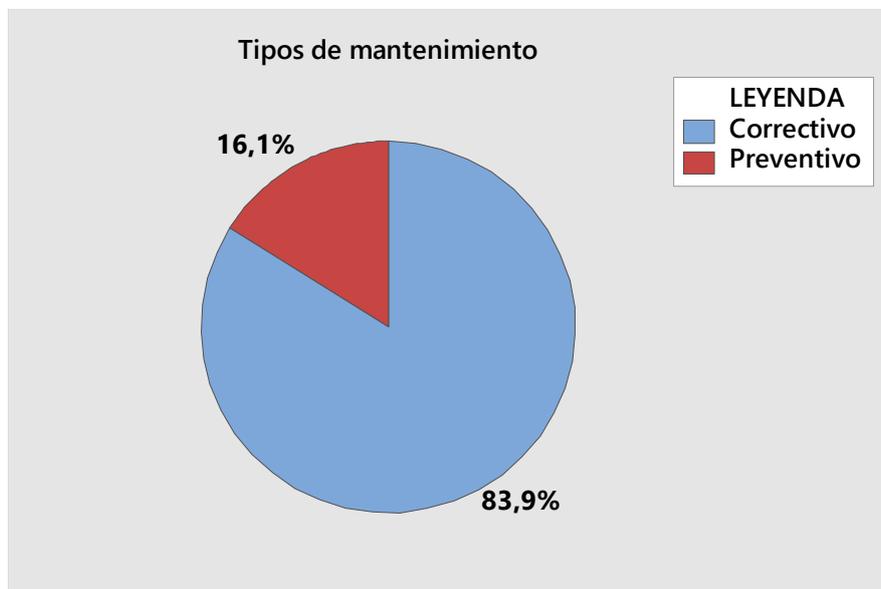
Equipo	Tiempo disponible	Mantenimiento (horas)			Disponibilidad
		Preventivo	Correctivo	Total	
Compresor	576	40	85	125	78,30%
Elevador de dos postes 1	576	27	125	152	73,61%
Elevador de dos postes 2	576	9	126	135	76,56%
Elevador de dos postes 3	576	18	117	135	76,56%
Elevador de cuatro postes	576	27	99	126	78,13%
Desmontadora	576	18	118	136	76,39%
Generador de nitrógeno	576	12	141	153	73,44%
Balanceadora	576	18	72	90	84,38%
Total	4608	169	883	1052	77,17%

Nota: Valores trimestrales resumidos de **Tabla 3**, elaboración propia.

Como se puede observar en la **Tabla 4**, existe un total de 576 horas disponibles cada mes de las cuales les corresponde un valor referente al mantenimiento de cada máquina, además actualmente se realizan unas actividades de mantenimiento con un tiempo de 1052 horas de manera trimestral, de los cuales como se observa en la **Figura 3** el 83,9 % corresponde a mantenimiento correctivo y el restante de 16,1 % es mantenimiento preventivo.

Figura 3:

Tipos de mantenimiento aplicados actualmente



Nota: Adaptado a partir de la **Tabla 4**, elaboración propia.

La **Figura 3**, proporciona información crucial sobre la eficiencia de los equipos utilizados en el taller "El Inca". Los resultados muestran que la disponibilidad de los ocho equipos en el taller solo alcanza un 77,17% en los meses de septiembre, octubre y noviembre, lo que está lejos de la meta esperada de un 90% o más. Este bajo porcentaje de disponibilidad indica la necesidad de mejorar el mantenimiento de los equipos para aumentar su eficiencia y cumplir con los objetivos establecidos.

Para lograr mejorar la situación actual se requiere la implementación de un plan de mantenimiento preventivo que incluya una evaluación exhaustiva de los equipos y la identificación de las causas de inactividad. Además, este plan deberá implementar medidas preventivas para prevenir futuros problemas y asegurar la disponibilidad óptima de los equipos. En resumen, la **Tabla 4**, proporciona información valiosa que debe ser utilizada para mejorar el mantenimiento de los equipos y asegurar su máxima disponibilidad en el futuro.

Por otro lado, se puede determinar, que tanto el generador de nitrógeno con 153 horas de mantenimiento y el primer elevador de dos postes con 152 horas corresponden a los equipos con mayores tiempos de mantenimiento y por ende con una menor disponibilidad de 73,44 % y 73,61 % respectivamente.

Área de estudio

En la rama de la ingeniería se encuentra el mantenimiento industrial que es pieza clave en la industria moderna, debido a que la tecnología sigue avanzando y es necesario que la maquinaria este en óptimas condiciones para evitar fallos en las líneas de trabajo.

Tabla 5:

Área de estudio

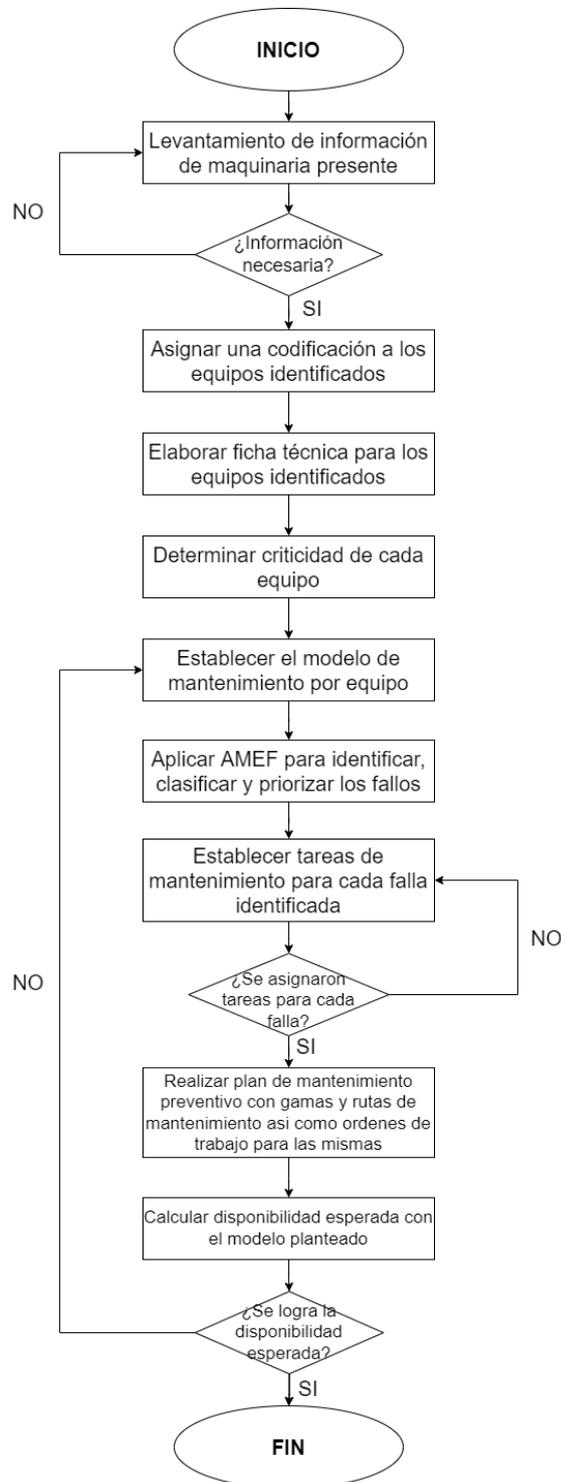
Área de estudio	Delimitación del objeto de estudio
Dominio	Tecnología y sociedad
Línea de negocio	Estudio de la relación entre el ser humano y la tecnología de su entorno
Campo	Ingeniería industrial
Área	Mantenimiento
Aspecto	Plan de mantenimiento preventivo
Objeto de estudio	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A, ubicada en la ciudad de Quito
Periodo de análisis	Octubre 2022-febrero 2023

Nota: En la tabla se describe el área de estudio para el presente trabajo de investigación.

Modelo operativo

Figura 4:

Modelo operativo



Nota. Adaptado de (Segovia Freire, 2019).

En la **Figura 4**, se puede observar el modelo para lograr la consecución de los objetivos planteados, para lo cual se plantea seguir los siguientes pasos:

Es necesario levantar toda la información necesaria sobre la maquinaria empleada en el proceso productivo de la empresa, en caso de no haberse recabado la suficiente información será requerido continuar con dicho proceso, sin embargo, si ya se posee la información relevante de todos los equipos de la empresa, el siguiente paso sería asignar una codificación significativa para cada uno de los componentes de dicho equipo.

Con la información recabada se procede a elaborar las fichas técnicas de cada uno de los equipos identificados y se realiza un análisis de criticidad sobre los mismos. Según la criticidad y la disponibilidad deseada se procede a elegir el modelo de mantenimiento para cada uno de los equipos.

El siguiente paso consiste en realizar un análisis de fallas para cada equipo y establecer tareas de mantenimiento preventivas para cada una de las fallas detectadas, en caso de que no se asignan todas las tareas necesarias será prudente volver a asignarlas hasta que todos los fallos identificados sean cubiertos, por otro lado si ya se han asignado todas las tareas de mantenimiento se procede a elaborar el plan basado en RCM agrupando dichas tareas en gamas y rutas y, elaborando ordenes de trabajo para las mismas.

Por último, se debe verificar que con el plan propuesto se logre alcanzar la disponibilidad deseada, si es un caso favorable se termina con el desarrollo del mismo y se podrán cumplir los objetivos previstos, caso contrario se deberá volver a seleccionar el modelo de mantenimiento, analizar las fallas de cada equipo, asignar tareas de mantenimiento y ajustar el plan de mantenimiento las veces que sea necesario hasta que se logre la disponibilidad deseada.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

La empresa “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A” no contaba con un registro de los equipos de mantenimiento automotriz, por lo que se realizó un levantamiento de información del taller “El Inca” que se está realizando el presente trabajo como se demuestra con la autorización del técnico de las máquinas para su elaboración.

En la **Tabla 7**, se realizó un levantamiento de información, se procedió a generar un código para cada máquina, debido a que no se contaba con uno. Asimismo, con números de serie que pueda identificar cada aparato del taller y área donde están ubicados los aparatos de los sistemas que demuestran el tipo de categoría de cada una.

Tabla 6:

Codificación de los equipos del taller "El Inca"

Equipo	Codificación
Compresor	UIO-ASG-CO01
Elevador de dos postes 1	UIO-AMA-EDP01
Elevador de dos postes 2	UIO-AMA-EDP02
Elevador de dos postes 3	UIO-AMA-EDP03
Elevador de cuatro postes	UIO-AMA-ECP01
Desmontadora	UIO-AMA-B01
Generador de nitrógeno	UIO-AMA-GN01
Balanceadora	UIO-AMA-B01

Nota: En la tabla se presenta la codificación significativa para los equipos del taller automotriz “El Inca”, elaboración propia.

Cada uno de los equipos está dividido en sistemas y cada sistema tiene diferentes componentes y las fallas se producen en los mismos, debido a esta razón será necesario codificar cada uno de los componentes que conforman los sistemas principales de los equipos mencionados anteriormente, aclarando que solamente se considerarán aquellos componentes que presentan fallos durante su funcionamiento.

Tabla 7:*Codificación de los componentes del Compresor*

Sistema	Componente	Código componentes
Sistema de compresión	Cilindro	UIO-ASG-CO01-Cil
	Anillo de pistón	UIO-ASG-CO01-Ani
	Camisas de cilindro	UIO-ASG-CO01-Cam
	Válvula de succión y descarga	UIO-ASG-CO01-Vál
Sistema de lubricación	Filtro de aceite	UIO-ASG-CO01-Fil
	Válvula de alivio de presión	UIO-ASG-CO01-Vál
Sistema de enfriamiento	Radiador	UIO-ASG-CO01-Rad
	Mangueras	UIO-ASG-CO01-Man
	Termostato	UIO-ASG-CO01-Ter
Sistema eléctrico	Motor eléctrico	UIO-ASG-CO01-Mot
	Cableado	UIO-ASG-CO01-Cab
	Interruptor de seguridad	UIO-ASG-CO01-Int
Sistema de control	Controlador	UIO-ASG-CO01-Con

Tabla 8:*Codificación de los componentes del elevador de dos postes 1*

Sistema	Componente	Código componentes
Sistema hidráulico	Cilindro hidráulico	UIO-AMA-EL01-Cil
	Válvula de alivio de presión	UIO-AMA-EL01-Vál
	Bomba hidráulica	UIO-AMA-EL01-Bom
Sistema de soporte	Postes	UIO-AMA-EL01-Pos
	Brazos	UIO-AMA-EL01-Bra
Sistema de control	Controlador	UIO-AMA-EL01-Con
	Interruptor de seguridad	UIO-AMA-EL01-Int
Sistema eléctrico	Motor eléctrico	UIO-AMA-EL01-Mot
	Cableado	UIO-AMA-EL01-Cab
Sistema de frenado	Freno	UIO-AMA-EL01-Fre

Tabla 9:*Codificación de los componentes del elevador de dos postes 2*

Sistema	Componente	Código componentes
Sistema hidráulico	Cilindro hidráulico	UIO-AMA-EL02-Cil
	Válvula de alivio de presión	UIO-AMA-EL02-Vál
	Bomba hidráulica	UIO-AMA-EL02-Bom
Sistema de soporte	Postes	UIO-AMA-EL02-Pos
	Brazos	UIO-AMA-EL02-Bra
Sistema de control	Controlador	UIO-AMA-EL02-Con
	Interruptor de seguridad	UIO-AMA-EL02-Int
Sistema eléctrico	Motor eléctrico	UIO-AMA-EL02-Mot
	Cableado	UIO-AMA-EL02-Cab
Sistema de frenado	Freno	UIO-AMA-EL02-Fre

Tabla 10:*Codificación de los componentes del elevador de dos postes 3*

Sistema	Componente	Código componentes
Sistema hidráulico	Cilindro hidráulico	UIO-AMA-EL03-Cil
	Válvula de alivio de presión	UIO-AMA-EL03-Vál
	Bomba hidráulica	UIO-AMA-EL03-Bom
Sistema de soporte	Postes	UIO-AMA-EL03-Pos
	Brazos	UIO-AMA-EL03-Bra
Sistema de control	Controlador	UIO-AMA-EL03-Con
	Interruptor de seguridad	UIO-AMA-EL03-Int
Sistema eléctrico	Motor eléctrico	UIO-AMA-EL03-Mot
	Cableado	UIO-AMA-EL03-Cab
Sistema de frenado	Freno	UIO-AMA-EL03-Fre

Tabla 11:*Codificación de los componentes del elevador de cuatro postes*

Sistema	Componente	Código componentes
Sistema hidráulico	Cilindro hidráulico	UIO-AMA-ELC01-Cil
	Válvula de alivio de presión	UIO-AMA-ELC01-Vál
	Bomba hidráulica	UIO-AMA-ELC01-Bom
Sistema de soporte	Postes	UIO-AMA-ELC01-Pos
	Brazos	UIO-AMA-ELC01-Bra
Sistema de control	Controlador	UIO-AMA-ELC01-Con
	Interruptor de seguridad	UIO-AMA-ELC01-Int
Sistema eléctrico	Motor eléctrico	UIO-AMA-ELC01-Mot
	Cableado	UIO-AMA-ELC01-Cab
Sistema de frenado	Freno	UIO-AMA- ELC01-Fre

Tabla 12:*Codificación de los componentes de la desmontadora*

Sistema	Componente	Código componentes
Sistema neumático	Brazo de montaje	UIO-AMA-DES01-Bra
	Placa de sujeción	UIO-AMA-DES01-Pla
	Cilindro hidráulico	UIO-AMA-DES01-Cil
Sistema eléctrico	Motor	UIO-AMA-DES01-Mot
	Interruptor de límite	UIO-AMA-DES01-Int
	Cableado	UIO-AMA-DES01-Cab
Sistema hidráulico	Bomba hidráulica	UIO-AMA-DES01-Bom
	Válvula de alivio	UIO-AMA-DES01-Vál
	Mangueras hidráulicas	UIO-AMA-DES01-Man
	Depósito de aceite	UIO-AMA-DES01-Dep
	Filtro de aceite	UIO-AMA-DES01-Fil

Tabla 13:*Codificación de los componentes del generador de nitrógeno*

Sistema	Componente	Código componentes
Sistema de compresión	Filtro de aire	UIO-AMA-GN01-Fil
	Correas	UIO-AMA-GN01-Cor
	Válvulas	UIO-AMA-GN01-Vál
	Cilindro	UIO-AMA-GN01-Cil
Sistema de adsorción	Válvulas	UIO-AMA-GN01-Vál
	Filtros de adsorción	UIO-AMA-GN01-Fil
	Tamices moleculares	UIO-AMA-GN01-Tam
Sistema de secado	Filtros de secado	UIO-AMA-GN01-Fil
	Válvulas	UIO-AMA-GN01-Vál
	Indicadores de humedad	UIO-AMA-GN01-Ind
	Tubos de aluminio	UIO-AMA-GN01-Tub
Sistema de almacenamiento	Tanque de almacenamiento	UIO-AMA-GN01-Tan
	Válvulas	UIO-AMA-GN01-Vál
	Medidores de presión	UIO-AMA-GN01-Med
	Tubos de interconexión	UIO-AMA-GN01-Tub
Sistema de control	Controlador de temperatura	UIO-AMA-GN01-Con
	Controlador de presión	UIO-AMA-GN01-Con
	Panel de control	UIO-AMA-GN01-Pan
Sistema eléctrico	Motor eléctrico	UIO-AMA-GN01-Mot
	Cableado	UIO-AMA-GN01-Cab

Tabla 14:*Codificación de los componentes de la balanceadora*

Sistema	Componente	Código componentes
Sistema neumático	Válvulas	UIO-AMA-BA01-Vál
	Cilindros	UIO-AMA-BA01-Cil
Sistema mecánico	Brazos de sujeción	UIO-AMA-BA01-Bra
	Rodamientos	UIO-AMA-BA01-Rod
	Guías de rodillo	UIO-AMA-BA01-Guí
	Cable de elevación	UIO-AMA-BA01-Cab
Sistema eléctrico	Cables eléctricos	UIO-AMA-BA01-Cab
	Enchufes y conectores	UIO-AMA-BA01-Enc
	Interruptor de límite	UIO-AMA-BA01-Int
	Controles eléctricos	UIO-AMA-BA01-Con

Fichas técnicas de equipos

A continuación, se describen las fichas técnicas para cada uno de los equipos identificados:

Tabla 15:

Ficha técnica del compresor

Características	Descripción
Tipo	Compresor de aire de tornillo
Capacidad	10 HP
Presión máxima	125 psi
Flujo de aire	38.4 CFM
Eléctricas	220V/60Hz/3F

Tabla 16:

Ficha técnica de los elevadores de dos postes

Características	Descripción
Capacidad de carga	4 toneladas
Altura de elevación	1.95 metros
Tiempo de elevación	45 segundos
Distancia entre postes	2.95 metros
Eléctricas	220V/60Hz/1F

Tabla 17:

Ficha técnica del elevador de cuatro postes

Características	Descripción
Capacidad de carga	5 toneladas
Altura de elevación	1.8 metros
Distancia entre postes	4.5 metros
Ancho total	3.58 metros
Eléctricas	220V/60Hz/1F

Tabla 18:*Ficha técnica de la desmontadora*

Características	Descripción
Diámetro de la llanta	10" - 28"
Ancho de la llanta	3" - 12"
Potencia del motor	1.5 HP
Eléctricas	220V/60Hz/1F
Presión de trabajo	8-10 bar

Tabla 19:*Ficha técnica de la balanceadora*

Características	Descripción
Diámetro de la llanta	10" - 28"
Ancho de la llanta	1.5" - 20"
Peso máximo de la llanta	70 kg
Precisión de balanceo	±1 g
Eléctricas	220V/60Hz/1F

Tabla 20:*Ficha técnica del generador de nitrógeno*

Características	Descripción
Producción de nitrógeno	10 L/min
Pureza del nitrógeno	95%
Presión de salida	0.5 - 0.8 MPa
Tiempo de arranque	30 minutos
Eléctricas	220V/60Hz/1F

Al observar las fichas técnicas de cada uno de los equipos presentes en la instalación se puede observar que cada uno de ellos tienen características y funciones diferenciadas con el objetivo de brindar una visión clara de los aspectos más relevantes para realizar un correcto diagnóstico de fallos y averías, así como tomar las medidas de seguridad correspondientes en función de los riesgos presentados en los mismos.

Estudio de criticidad cualitativo

No todos los equipos son igualmente importantes en una fábrica. Algunos equipos son más fundamentales que otros. Como recurso la empresa mantiene un orden en la planta, la mayoría de los recursos se asignan a los equipos más importantes, dejando una pequeña porción a los equipos que tenga el menor impacto en las operaciones de la empresa.

Figura 5:

Análisis de criticidad

Tipo de equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A CRÍTICO	Puede originar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales).		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.			Consume una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales).
B IMPORTANTE	Necesita revisiones periódicas (anuales).	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o al Plan de Producción).	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste Medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas.			
C PRESCINDIBLE	Poca influencia en seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad.	Bajo coste de Mantenimiento.

Nota. Análisis del tipo de equipo para determinar su criticidad, Elaborado por (Garrido, 2004)

- **Equipos críticos:** Son aquellos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente a los resultados de la empresa
- **Equipos importantes:** Son aquellos equipos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero las consecuencias son asumibles.
- **Equipos prescindibles:** Son Aquellos con una incidencia escasa en los resultados. Como mucho, supondrían una pequeña incomodidad, algún pequeño cambio de escasa trascendencia y con un pequeño coste adicional

En función de las características de la **Figura 5**, se ha procedido a realizar la evaluación de manera cualitativa, sabiendo que solo se requerirá que un aspecto sea crítico para que el equipo sea considerado crítico, esta evaluación se realiza de la siguiente manera;

El compresor se considera un equipo de carácter crítico en el aspecto de producción ya que el taller cuenta solo con uno en las instalaciones y su parada afecta en gran medida el proceso productivo de la empresa, mientras que se considera de carácter importante para la seguridad ya que puede ocasionar accidentes graves aunque la probabilidad actual es baja, también se considera importante en la calidad ya que su avería afecta de manera parcial la calidad del servicio prestado y se considera prescindible para el caso del mantenimiento ya que los costos de mantenimiento son bajos.

Tabla 21:

Análisis cualitativo de la criticidad de los equipos

Máquina	Criticidad	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
Compresor	A	B	A	B	C
Elevador de dos postes 1	A	A	B	B	C
Elevador de dos postes 2	A	A	B	B	C
Elevador de dos postes 3	A	A	B	B	C
Elevador de cuatro postes	A	B	A	B	C
Desmontadora	A	B	A	A	C
Generador de nitrógeno	A	B	A	C	C
Balanceadora	A	B	A	A	C

Nota. Clasificación del tipo de equipo según su importancia en el taller “El Inca” de NATIONAL TIRE EXPERTS S.A, elaborado por el autor.

Se puede observar en la **Tabla 21**, que después de haber realizado el análisis cualitativo para los factores indicados se ha determinado que todos los equipos identificados son de carácter crítico para la empresa.

Estudio de criticidad cuantitativo

El análisis de criticidad de equipos es una herramienta que no está permitida identificar eventos adversos en los equipos de la planta de producción. El punto crítico se puede definir matemáticamente.

Ecuación 3:

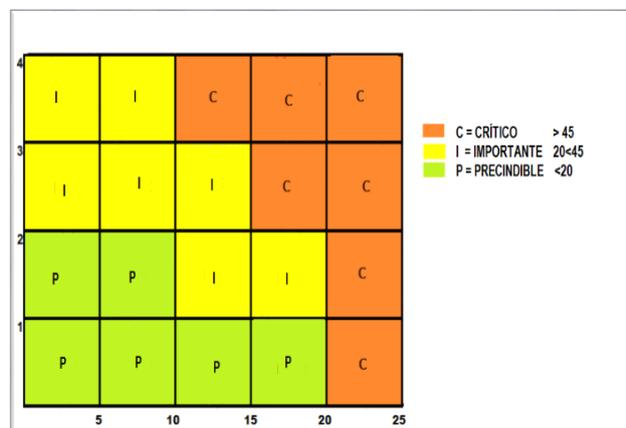
Cálculo de criticidad cuantitativa

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

La frecuencia se determina por el número de fallas que tiene una máquina, la consecuencia está dada por el impacto operacional que multiplica por el grado de flexibilidad sumado los costos de mantenimiento y la seguridad de los operarios.

Figura 6:

Gráfico de la criticidad distribuida



Nota. Estudio de criticidad distribuida entre la más alta (críticos) y baja (prescindibles),
Elaborado por el autor

La matriz está codificada por colores lo que permite identificar una menor o mayor intensidad de los riesgos asociados con el valor crítico de la instalación, sistema o equipo como se representa en la **Figura 6**, tomando en cuenta los indicadores de frecuencia de fallas, impacto

operacional, flexibilidad operacional, costos de mantenimiento, impacto de seguridad y medio ambiente se estableció una calificación de los parámetros que están empleados de cada máquina para valorar los índices de criticidad que tienen cada una.

- **Critico:** Su rango es superior a 45
- **Importante:** Su rango esta entre 20-45
- **Imprescindible:** Su rango es menor a 20

La frecuencia de fallas corresponde al número de fallas detectadas en un tiempo dado, mientras que el valor de consecuencia se determina mediante la siguiente formula:

Ecuación 4:

Cálculo de consecuencia para criticidad

Consecuencia = (Impacto producción X Flexibilidad) + Costo mantenimiento + Costo seguridad y medio ambiente

Las calificaciones para cada uno de los factores que influyen en la ecuación mencionada se obtienen a partir de los datos mostrados en la **Figura 7**, mostrada a continuación:

Figura 7:

Calificaciones para criticidad de los equipos

FRECUENCIA DE FALLAS	CALIFICACION	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	CALIFICACION	IMPACTO SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	CALIFICACION
BAJA Más de 2 fallas /año	4	NO EXISTE OPCION DE PRODUCCION O FUNCIÓN DE REPUESTO	4	AFECTA A LA SEGURIDAD HUMANA EXTERNA E INTERNA	8
MEDIA 1 a 2 fallas /año	3	HAY OPCION DE REPUESTO COMPARTIDO / BODEGA	3	AFECTA AL MEDIO AMBIENTE E INSTALACIONES	7
BUENA 0,5 a 1 fallas /año	2	FUNCIÓN DE REPUESTO DISPONIBLE	2	AFECTA A INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS SEVEROS	5
EXCELENTE Menos de 2 fallas /año	1			PROBOCA DAÑOS MENORES AL AMBIENTE	3
				NO HAY DANOS A PERSONAS NI A INTALACIONES, NI AL AMBIENTE	1
IMPACTO OPERACIONAL	CALIFICACION	COSTOS DE MANTENIMIENTO	CALIFICACION		
PERDIDA GRABE	10	MAYOR A \$ 2.000,00	2		
PARADA SEL SISTEMA Y AFECTA A OTROS SISTEMAS	7	MENOR A \$ 2.000,00	1		
IMPACTO AL INVENTARIO O CALIDAD	4				
NINGUNA AFECTACIÓN	1				

Nota. Valores para el cálculo de la criticidad, adaptado de (Reliabilityweb, 2010).

A continuación, se calculó la criticidad para cada uno de los equipos:

Figura 8:

Análisis cuantitativo de la criticidad de los equipos

EQUIPO	FRECUENCIA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS DE MTO	IMPACTO SEG Y MA	CONSECUECIAS	TOTAL	CRITICIDAD
Compresor "El Inca"	4	10	3	1	5	36	144	crítico
Elevador de dos postes 1	4	7	3	1	8	30	120	crítico
Elevador de dos postes 2	4	7	3	1	8	30	120	crítico
Elevador de dos postes 3	4	7	3	1	8	30	120	crítico
Elevador de cuatro postes	4	10	3	1	5	36	144	crítico
Desmontadora	4	10	3	1	5	36	144	crítico
Generador de nitrógeno	4	10	3	1	5	36	144	crítico
Balanceadora	4	10	3	1	5	36	144	crítico

Nota. Cálculo de la criticidad de los equipos de la empresa de NATIONAL TIRE EXPERTS S.A, elaborado por el autor.

Después de realizar el estudio de criticidad y observar los resultados de **Figura 8**, se determinó que los equipos del taller estudiado tienen un alto índice de fallas con una frecuencia elevada, demostrando que todos los aparatos de la planta resultaron críticos, sea por la discontinuidad o falta de un plan de mantenimiento preventivo que pueda evitar el número excesivo de fallos en el área.

La evaluación de los equipos considera diferentes aspectos para determinar su nivel de desempeño. En cuanto a la frecuencia de fallas, los equipos tienen una calificación que va desde la más alta de 4 hasta la más baja de 1. Además, el impacto operacional se ha evaluado con una calificación que oscila entre 10 como máximo y 1 como mínimo. La flexibilidad operacional se ha clasificado entre una calificación máxima de 4 y una mínima de 2. Por otro lado, los costos de mantenimiento se han evaluado con una escala que va desde 2 como la calificación más alta hasta 1 como la más baja. Finalmente, se ha considerado el impacto en seguridad y

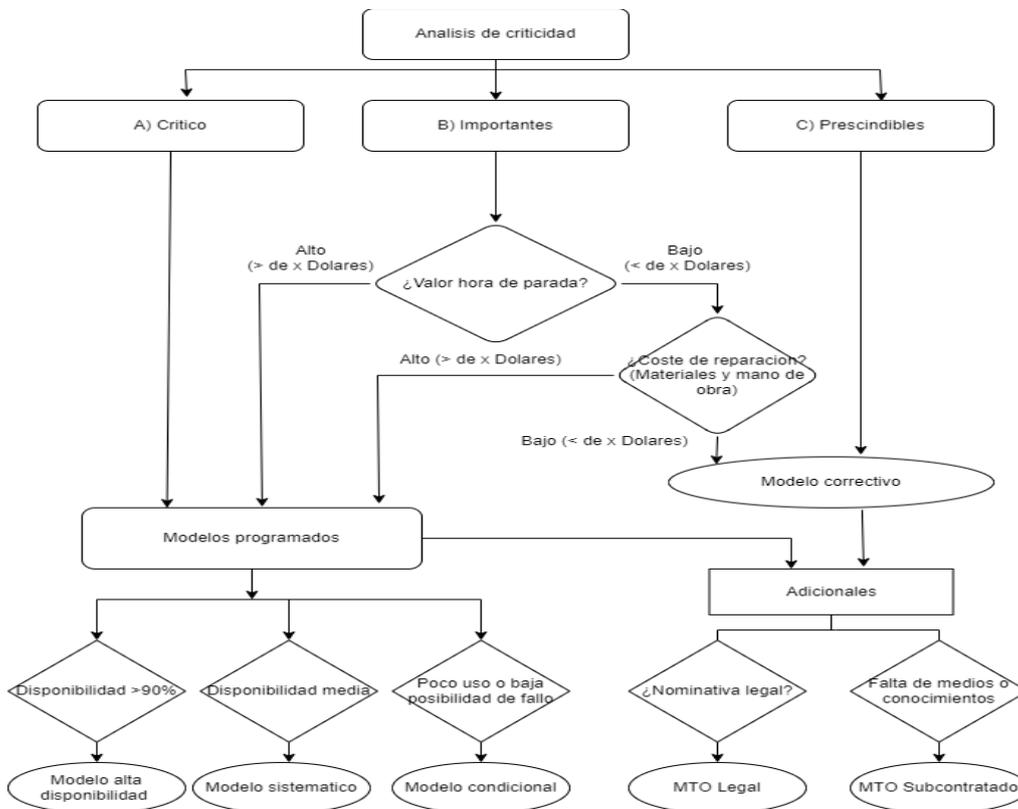
medio ambiente con una calificación máxima de 8 y mínima de 1. Todos estos aspectos son relevantes a la hora de determinar la necesidad de un plan de mantenimiento preventivo.

Modelo de mantenimiento

No todos los equipos son igualmente importantes en una empresa. De hecho, algunas máquinas son más importantes que otros. Los recursos de la industria deben estar más centrados en las más influyentes en una organización. Asignar la mayor cantidad de recursos a los equipos más importantes y un pequeño porcentaje a los equipos menos influyentes en su funcionamiento de las operaciones. Con el objetivo de asegurar un alto porcentaje de disponibilidad, se busca tener una disponibilidad mayor al 90%.

Figura 9:

Modelo de mantenimiento



Nota. Diagrama para identificar el modelo de mantenimiento de cada máquina, fuente (Garrido, 2004)

Tras realizar el análisis de las máquinas se llegó al resultado de que los aparatos que más influyen en la empresa y que por su avería no afecte completamente a los procesos de mantenimiento automotriz con el “modelo de alta disponibilidad”, esto resulta en el caso del compresor, elevador de dos postes, elevador de cuatro postes, desmontadora, generador de nitrógeno y balanceadora, ya que su avería afectaría de manera muy negativa al desarrollo de sus labores diarias, y a su vez realizar con las tareas de mantenimiento correctivo como se representa en la **Tabla 22**.

Tabla 22:

Modelo de mantenimiento de los equipos del taller “El Inca” de la empresa NATIONAL Tire EXPERTS S.A

Equipo	Modelo de mantenimiento
Compresor	Modelo de alta disponibilidad
Elevador de dos postes 1	Modelo de alta disponibilidad
Elevador de dos postes 2	Modelo de alta disponibilidad
Elevador de dos postes 3	Modelo de alta disponibilidad
Elevador de cuatro postes	Modelo de alta disponibilidad
Desmontadora	Modelo de alta disponibilidad
Generador de nitrógeno	Modelo de alta disponibilidad
Balanceadora	Modelo de alta disponibilidad

Nota. Clasificación del tipo de modelo de mantenimiento de las máquinas en el taller “El Inca” de NATIONAL TIRE EXPERTS S.A, elaborado por el autor

Análisis de fallos funcionales y técnicos de los equipos

Después del análisis de la criticidad de las máquinas y el modelo de mantenimiento que mejor se adapten a las características mismas, por lo que se deben determinar los fallos técnicos y funcionales de los sistemas, componentes o elementos que conformen cada unidad. Según (Garrido, 2004, pág. 38) un fallo funcional ocurre cuando un sistema o subsistema no proporciona la funcionalidad requerida, es decir, opera fuera de los parámetros prescritos o criterios y condiciones de operación mientras que un fallo técnico es aquel que, no impidiendo

al equipo que cumpla su función, supone un funcionamiento anormal de éste. Los fallos técnicos no tienen la misma importancia que los fallos funcionales, debido a que los funcionamientos anormales de los sistemas surgen a base de los técnicos por lo que pueden acelerar la degradación de la maquina por lo tanto probablemente se puede convertir en un fallo funcional (Garrido, 2004, pág. 38).

Clasificación de los fallos

Será muy importante estudiar las consecuencias de cada avería que sea detectado. Con base a sus implicaciones, decidiremos sobre si se debe evitar el fallo (si sus consecuencias son inaceptables) o solo se deben hacer esfuerzos para minimizar sus consecuencias, por lo tanto, estos, si los hay, son mínimos. Por lo tanto, existen dos categorías posibles:

- Fallos a evitar
- Fallos a amortiguar

Evitar errores suelen ser más costoso que mitigar o reducir sus consecuencias, por lo que la primera calificación debe reservarse solo para errores con consecuencias muy costosas. En general, se puede decir que se deben evitar averías en equipos con modelo de alta disponibilidad o mantenimiento sistemático según (Garrido, 2004, pág. 41) Por lo tanto, es necesario evitar fallos en los equipos con un modelo de alta disponibilidad o sistemático; por otro lado, las fallas técnicas en el mismo equipo no deben evitarse, sino tratarse para minimizar su impacto.

Para el análisis de fallos se utilizó la **Figura 10**, que establece Santiago Garrido para la acción ante un fallo dependiendo del modelo de mantenimiento de cada equipo y sus respectivas averías. Si los dispositivos en evaluación tienen características adaptadas a un modelo de mantenimiento de alta disponibilidad o un modelo de sistema, todas sus fallas

funcionales deben evitarse, mientras que sus fallas técnicas deben encontrar formas de mitigar su impacto. Por otro lado, tanto sus fallos funcionales como técnicos en los áridos en estado de mantenimiento condicional deben ser considerados como daños evitables.

Figura 10:

Formas de actuación ante un fallo

FORMAS DE ACTUACIÓN ANTE UN FALLO	
— <i>Equipos con modelo de mantenimiento de Alta Disponibilidad</i>	<ul style="list-style-type: none">• Fallos funcionales: A EVITAR• Fallos técnicos: A AMORTIGUAR
— <i>Equipos con modelo de mantenimiento Sistemático</i>	<ul style="list-style-type: none">• Fallos funcionales: A EVITAR• Fallos técnicos: A AMORTIGUAR
— <i>Equipos con modelo de mantenimiento Condicional</i>	<ul style="list-style-type: none">• Fallos funcionales: A AMORTIGUAR• Fallos técnicos: A AMORTIGUAR
— <i>Equipos con modelo de mantenimiento Correctivo</i>	No se estudian

Nota. Modelos de mantenimiento para la actuación ante un fallo, elaborado por (Garrido, 2004)

Análisis de los fallos más comunes de las máquinas de mantenimiento automotriz de la empresa “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”

Tabla 23:

Análisis de los fallos del compresor de la empresa “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”

AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Compresor	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-ASG-C01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/ proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Suministrar aire comprimido que se utiliza para alimentar herramientas neumáticas, lo que facilita y agiliza el trabajo del mecánico.	Desgaste del anillo de pistón	Disminución de la eficiencia del compresor	Disminución de su eficiencia, potencia y durabilidad, como el desgaste de piezas y obstrucciones. Es importante detectar y reparar los fallos a tiempo mediante la reparación o reemplazo de piezas.	No	Si	No	Si	Si	5	4	5	100
	Desgaste de las camisas de cilindro			No	Si	No	Si	Si	5	6	6	180
	Desgaste de la válvula de succión y descarga	Reducción del flujo de aire del compresor		No	Si	No	Si	Si	5	5	6	150
	Obstrucción en el filtro	Sobrecarga del motor del compresor		No	Si	No	Si	Si	6	6	5	180
	Obstrucción en la válvula de alivio de presión	Sobrecalentamiento del compresor		No	Si	No	Si	No	6	6	5	180
	Obstrucción en las comisuras del radiador	Disminución de la eficiencia del compresor		No	Si	No	Si	Si	7	4	7	196
	Desgaste del radiador	Pérdida de aire del compresor		No	Si	No	Si	Si	5	6	4	120
	Desgaste de las mangueras	Detención completa del compresor		No	Si	No	Si	Si	8	4	6	192
	Falla eléctrica en el motor			No	Si	No	Si	Si	8	5	2	80
	Cortocircuitos	Disminución de la eficiencia del compresor		No	Si	No	Si	Si	6	6	2	72
Flujo bajo de energía o inexistente		No	Si	No	Si	Si	5	4	2	40		
Desgaste del cableado												
NPR PROMEDIO											139	

Nota. Análisis de los fallos más comunes de los compresores de “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”, Elaborado por el autor

Tabla 24:

Análisis de fallos del elevador de dos postes (1) de la empresa “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”

AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Elevador de dos postes	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-AMA-EDP01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/ proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Elevar un automóvil para realizar tareas de mantenimiento y reparación debajo del mismo, mejorando la accesibilidad a los diferentes componentes y ahorrando tiempo y esfuerzo.	Desgaste del cilindro hidráulico	Aumento de la presión del aceite	Los efectos de falla de un elevador de vehículos pueden ser graves y pueden incluir daños al vehículo, lesiones personales o incluso la muerte.	No	Si	Si	Si	Si	8	4	5	160
	Desgaste en los postes	Grietas o fracturas		No	Si	Si	Si	Si	7	5	5	175
	Deformación de los postes	perdida de alineación		No	Si	Si	Si	Si	8	4	6	192
	Desgaste de los brazos	Perdida de la capacidad de soporte		No	Si	Si	Si	Si	7	4	7	196
	Deformación en los brazos			No	Si	Si	Si	No	8	4	5	160
	Falla de hardware	Perdida de la capacidad de funcionar		No	Si	No	Si	No	5	6	6	180
	Falla eléctrica del motor			No	Si	No	Si	Si	7	5	5	175
	Cortocircuito	Daño al cableado eléctrico		No	Si	Si	Si	Si	6	6	4	144
	Desgaste del cableado	Daño al aislamiento del cableado		No	Si	Si	Si	Si	5	6	2	60
	NPR PROMEDIO											

Nota. Análisis de los fallos más comunes del elevador de dos postes (1) de “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”, Elaborado por el autor

Tabla 25:

Análisis de fallos del elevador de dos postes (2) de la empresa "NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”

AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Elevador de dos postes	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-AMA-EDP01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/ proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Elevar un automóvil para realizar tareas de mantenimiento y reparación debajo del mismo, mejorando la accesibilidad a los diferentes componentes y ahorrando tiempo y esfuerzo.	Desgaste del cilindro hidráulico	Aumento de la presión del aceite	Los efectos de falla de un elevador de vehículos pueden ser graves y pueden incluir daños al vehículo, lesiones personales o incluso la muerte.	No	Si	Si	Si	Si	8	4	5	160
	Desgaste en los postes	Grietas o fracturas		No	Si	Si	Si	Si	7	5	5	175
	Deformación de los postes	perdida de alineación		No	Si	Si	Si	Si	8	4	6	192
	Desgaste de los brazos	Perdida de la capacidad de soporte		No	Si	Si	Si	Si	7	4	7	196
	Deformación en los brazos			No	Si	Si	Si	No	8	4	5	160
	Falla de hardware	Perdida de la capacidad de funcionar		No	Si	No	Si	No	5	6	6	180
	Falla eléctrica del motor			No	Si	No	Si	Si	7	5	5	175
	Cortocircuito	Daño al cableado eléctrico		No	Si	Si	Si	Si	6	6	4	144
	Desgaste del cableado	Daño al aislamiento del cableado		No	Si	Si	Si	Si	5	6	2	60
	NPR PROMEDIO											

Nota. Análisis de los fallos más comunes del elevador de dos postes (2) de “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”, Elaborado por el autor

Tabla 26:

Análisis de fallos del elevador de dos postes (3) de la empresa "NATIONAL TIRE EXPERTS S.A"

AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Elevador de dos postes	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-AMA-EDP01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Elevar un automóvil para realizar tareas de mantenimiento y reparación debajo del mismo, mejorando la accesibilidad a los diferentes componentes y ahorrando tiempo y esfuerzo.	Desgaste del cilindro hidráulico	Aumento de la presión del aceite	Los efectos de falla de un elevador de vehículos pueden ser graves y pueden incluir daños al vehículo, lesiones personales o incluso la muerte.	No	Si	Si	Si	Si	8	4	5	160
	Desgaste en los postes	Grietas o fracturas		No	Si	Si	Si	Si	7	5	5	175
	Deformación de los postes	perdida de alineación		No	Si	Si	Si	Si	8	4	6	192
	Desgaste de los brazos	Pérdida de la capacidad de soporte		No	Si	Si	Si	Si	7	4	7	196
	Deformación en los brazos			No	Si	Si	Si	No	8	4	5	160
	Falla de hardware	Pérdida de la capacidad de funcionar		No	Si	No	Si	No	5	6	6	180
	Falla eléctrica del motor			No	Si	No	Si	Si	7	5	5	175
	Cortocircuito	Daño al cableado eléctrico		No	Si	Si	Si	Si	6	6	4	144
	Desgaste del cableado	Daño al aislamiento del cableado		No	Si	Si	Si	Si	5	6	2	60
NPR PROMEDIO												160

Nota. Análisis de los fallos más comunes del elevador de dos postes (3) de “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”, Elaborado por el autor

Tabla 27:

Análisis de fallo de los elevadores de cuatro postes en la empresa "NATIONAL TIRE

EXPERTS S.A"

AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Elevador de cuatro postes	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-AMA-ECP01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/ proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Elevar un automóvil para realizar tareas de mantenimiento y reparación debajo del mismo, mejorando la accesibilidad a los diferentes componentes y ahorrando tiempo y esfuerzo.	Desgaste del cilindro hidráulico	Aumento de la presión del aceite	Los efectos de falla de un elevador de vehículos pueden ser graves y pueden incluir daños al vehículo, lesiones personales o incluso la muerte.	No	Si	Si	Si	Si	8	4	5	160
	Desgaste en los postes	Grietas o fracturas		No	Si	Si	Si	Si	7	6	5	210
	Deformación de los postes	perdida de alineación		No	Si	Si	Si	Si	8	4	6	192
	Desgaste de los brazos	Perdida de la capacidad de soporte		No	Si	Si	Si	Si	7	5	7	245
	Deformación en los brazos			No	Si	Si	Si	No	8	4	5	160
	Falla de hardware	Perdida de la capacidad de funcionar		No	Si	No	Si	No	5	6	6	180
	Falla eléctrica del motor			No	Si	No	Si	Si	7	5	5	175
	Cortocircuito	Daño al cableado eléctrico		No	Si	Si	Si	Si	6	5	4	120
	Desgaste del cableado	Daño al aislamiento del cableado		No	Si	Si	Si	Si	5	4	2	40
NPR PROMEDIO												
165												

Nota. Análisis de los fallos más comunes de los elevadores de cuatro postes de “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”, Elaborado por el autor

Tabla 28:

Análisis de fallos de los generadores de nitrógeno de la empresa "NATIONAL TIRE

EXPERTS S.A"

AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Generador de nitrógeno	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-AMA-GN01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/ proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Un generador de nitrógeno es una máquina que se utiliza para producir nitrógeno gaseoso de alta pureza a partir del aire ambiente.	Desgaste de las correas	Disminución de la producción de	El efecto de falla de un generador de nitrógeno puede ser la producción de gas de baja pureza o la falta de producción de gas en absoluto.	No	Si	No	Si	Si	6	6	5	180
	Desgaste de los tamices moleculares	Disminución de la pureza del nitrógeno		No	Si	No	Si	Si	5	5	5	125
	Obstrucción en los tubos de aluminio	Disminución de la producción de		No	Si	No	Si	Si	7	5	4	140
	Mal funcionamiento del controlador de temperatura	Afecta la calidad y pureza del nitrógeno		No	Si	No	Si	Si	5	6	5	150
	Mal funcionamiento del controlador de presión	Puede afectar la cantidad y pureza del		No	Si	No	Si	Si	8	4	6	192
	Mal funcionamiento del panel de control	Puede afectar la capacidad de la		No	Si	No	Si	Si	5	5	6	150
	Falla eléctrica del motor	Detiene la producción de nitrógeno		No	Si	No	Si	Si	5	6	4	120
	Cortocircuito	Puede causar daños en el sistema		No	Si	No	Si	Si	6	5	4	120
NPR PROMEDIO												
147												

Nota. Análisis de los fallos más comunes de los generadores de nitrógeno de “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”, Elaborado por el autor

Tabla 29:

Análisis de fallos de las Balanceadoras de la empresa "NATIONAL TIRE EXPERTS S.A"

AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Balanceadora	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-AMA-B01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/ proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Una maquina balanceadora se utiliza para equilibrar las ruedas de los vehículos. La función principal es medir las desviaciones en el peso y la posición de la rueda, y agregar o quitar peso en lugares específicos para equilibrarla.	Desgaste de los cilindros	Perdida de precisión en la medición de la desviación de la rueda	El fallo de una maquina balanceadora puede resultar en desequilibrio en las ruedas del vehículo, lo que puede causar vibraciones y desgaste irregular de los neumáticos. Además, puede aumentar la fatiga y el estrés en la suspensión del vehículo y en otros	No	Si	No	Si	Si	6	4	5	120
	Desgaste de los brazos de sujeción	Desbalanceo de la rueda durante el proceso de balanceo		No	Si	No	Si	Si	5	6	5	150
	Rotura de rodamientos	ruido excesivo durante el proceso de balanceo		No	Si	No	Si	Si	6	6	4	144
	Desgaste de las guías de rodillo	Perdida de precisión en la medición de la desviación de la rueda		No	Si	No	Si	Si	6	5	5	150
	Desgaste del cable de elevación	Perdida de capacidad de elevación de la maquina		No	Si	No	Si	Si	6	5	6	180
	Rotura de cables eléctricos	Perdida de la capacidad de operar los controles eléctricos		No	Si	No	Si	Si	5	6	6	180
	Mal funcionamiento del interruptor de límite	Incapacidad para detener el movimiento de la rueda en el limite deseado		No	Si	No	Si	Si	5	5	4	100
	Mal funcionamiento de los controles eléctricos	Incapacidad para controlar la maquina para realizar el balanceo adecuado de la		No	Si	No	Si	Si	6	6	4	144
NPR PROMEDIO											146	

Nota. Análisis de los fallos más comunes de las Balanceadoras de “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”, Elaborado por el autor

Tabla 30:

Análisis de fallos de las desmontadoras de la empresa "NATIONAL TIRE EXPERTS S.A"

AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Desmontadora	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-AMA-ECP01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/ proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Una máquina desmontadora es una herramienta utilizada para quitar y colocar neumáticos en llantas de vehículos, facilitando el trabajo de los mecánicos y reduciendo el tiempo necesario para realizar la tarea.	Rotura del brazo	Fisura en la soldadura, deformación, rotura del material	Los efectos de falla de una desmontadora pueden incluir la incapacidad de desmontar correctamente los neumáticos de un vehículo, lo que puede provocar un riesgo de seguridad para el conductor.	No	Si	No	Si	Si	6	5	5	150
	Desgaste del pivote del brazo	Desgaste por fricción, deformación, fisuras		No	Si	No	Si	Si	5	5	5	125
	Pérdida de presión del cilindro hidráulico	Fugas, desgaste del sello, rotura del cilindro		No	Si	No	Si	Si	6	4	6	144
	Desgaste o rotura de la placa de sujeción	Desgaste, fisuras en el material, deformación.		No	Si	No	Si	Si	6	4	7	168
	Pérdida de presión del cilindro hidráulico	Fugas, desgaste del sello, rotura del cilindro		No	Si	No	Si	Si	6	6	5	180
	Desgaste o rotura del cilindro	Desgaste del material, fisuras, rotura		No	Si	No	Si	Si	6	4	6	144
	Malfuncionamiento del interruptor de límite	Cortocircuito, falla en el sensor o el circuito, mal funcionamiento mecánico		No	Si	No	Si	Si	7	5	5	175
	Cortocircuito	Daño eléctrico al equipo, falla en el circuito		No	Si	No	Si	Si	6	6	4	144
	Bloqueo o malfuncionamiento de la válvula	Bloqueo por obstrucción, falla en el mecanismo, falla eléctrica		No	Si	No	Si	Si	5	6	4	120
NPR PROMEDIO											150	

Nota. Análisis de los fallos más comunes de las Desmontadoras de “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A”, Elaborado por el autor

Resúmenes resultados NPR

En la **Tabla 31** se resumen los resultados de la evaluación realizada con las tablas AMEF, tanto por equipos como un promedio general que sería el equivalente a la situación de mejora planteada para la empresa.

Tabla 31:

Resumen de NPR de la situación actual

Equipo	Número de fallas funcionales	NPR Medio de las fallas
Compresor	12	139
Elevador de dos postes 1	9	160
Elevador de dos postes 2	9	160
Elevador de dos postes 3	9	160
Elevador de cuatro postes	9	165
Desmontadora	9	150
Generador de nitrógeno	8	147
Balanceadora	8	146
NPR Promedio		153

Nota: Resumen de resultados AMEF de la propuesta, elaboración propia.

Como se puede observar en la **Tabla 31** el valor para cada uno de los equipos es inferior a 200, siendo el de mayor criticidad calculado el Elevador de cuatro postes, el cual presenta un NPR de 165, debido a la frecuencia con la que suceden las fallas identificadas y detalladas en la **Tabla 28**.

De manera general se tiene un índice de prioridad de riesgo (NPR) equivalente a 153, lo cual representa una mejora en el valor original.

Frecuencia por tipo de fallo

Tabla 32
Frecuencia por tipo de fallo detectado

Equipo	Fallas totales	Técnico	Funcional
Compresor	21	38,10%	61,90%
Elevadores 2 postes	57	52,63%	47,37%
Elevador 4 postes	19	52,63%	47,37%
Desmontadora	18	50,00%	50,00%
Generador de nitrógeno	23	65,22%	34,78%
Balanceadora	11	27,27%	72,73%
Total	149	47,64%	52,36%

Nota. Adaptado a partir del análisis AMEF realizado en la sección anterior, elaboración propia

En la tabla se puede observar que existen un total de 149 fallos detectados en el periodo de análisis, de los cuales se han identificado que existen fallos técnicos y funcionales, en diferentes porcentajes para cada equipo, de manera global el resultado de estos valores es muy similar ya que un 47,64% de las veces corresponde a un fallo técnico y el restante de 52,36% es un fallo funcional. Los mismos que fueron analizados mediante la matriz AMEF.

Tareas de mantenimiento

El siguiente paso para desarrollar un plan de mantenimiento basado en RCM es definir las tareas de mantenimiento para las máquinas, que son prácticamente trabajos o actividades que se deben realizar para prevenir una falla o minimizar su impacto. Estas tareas de sostenimiento se clasifican en 10 tipos, que se seleccionan según el modelo de mantenimiento de la unidad evaluada. Como se sugiere en la **Figura 11**, si el modelo es correctivo, solo se deben realizar tareas de tipo 1, 2 y 3. Se puede realizar de forma sistemática, tareas de tipo 7, 8, 9 y cualquier tarea en el modelo de alta disponibilidad. En este caso, como

se mencionó anteriormente, todas las unidades siguen el modelo de mantenimiento de alta disponibilidad, por lo que se puede realizar cualquier tipo de tarea de mantenimiento.

Figura 11:

Tipos de tareas de mantenimiento

Tipos de tareas de mantenimiento	Modelos de mantenimiento a los que se puede aplicar ese tipo de tarea			
	Correctivo	Condicional	Sistemático	Alta Dispon.
1. Inspecciones visuales	Correctivo	Condicional	Sistemático	Alta Dispon.
2. Tareas de lubricación	Correctivo	Condicional	Sistemático	Alta Dispon.
3. Verificaciones <i>on-line</i>	Correctivo	Condicional	Sistemático	Alta Dispon.
4. Verificaciones <i>off-line</i> : <ul style="list-style-type: none"> — Verificaciones sencillas <ul style="list-style-type: none"> • Mediciones de temperatura • Mediciones de vibración (con vibrómetro) • Mediciones de consumo de corriente • Etc. — Verificaciones con instrumentos complejos <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de vibraciones (con analizador) • Termografías • Detección de fugas por ultrasonidos • Análisis de la curva de arranque de motores • Comprobaciones de alineación por láser • Etc. 		Condicional	Sistemático	Alta Dispon.
5. Limpiezas según condición		Condicional	Sistemático	Alta Dispon.
6. Ajustes condicionales		Condicional	Sistemático	Alta Dispon.
7. Limpiezas sistemáticas			Sistemático	Alta Dispon.
8. Ajustes sistemáticos			Sistemático	Alta Dispon.
9. Sustitución sistemática de piezas			Sistemático	Alta Dispon.
10. Grandes revisiones (sustitución de todos los elementos sometidos a desgaste)				Alta Dispon.

Nota. Modelos de mantenimiento en los que se puede aplicar su tipo de tarea, elaborado por el autor (Garrido, 2004)

Frecuencia de las tareas de mantenimiento en el taller “El Inca”

Para la determinación de la frecuencia de las tareas de mantenimiento propuestas, se tomó como base la opinión del técnico de mantenimiento y los operarios de la empresa “NATIONAL TIRE EXPERTS S.A” en conjunto con la información proporcionada por el taller. Las siguientes tareas de mantenimiento se determinaron con su respectiva frecuencia, con el objetivo de disminuir o evitar los efectos de los modos de fallos encontrados.

Tabla 33:

Tarea de mantenimiento del compresor

Fallos	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Tiempo trimestral (Horas)	Repuestos
Fugas de aire comprimido	Verificación y reemplazo de las juntas	Semestral	2,25	Juego de juntas
	Verificación del torque de los pernos	Diaria	5	Llave dinamométrica
Desgaste del anillo de pistón	Reemplazo del anillo de pistón	Anual	1,5	Juego de anillos de pistón
Desgaste de las camisas de cilindro	Reemplazo de las camisas de cilindro	Anual	1,25	Juego de camisas de cilindro
Desgaste de la válvula de succión y descarga	Reemplazo de la válvula o reparación de la fuga	Anual	1,75	Kit de reparación de válvula
Obstrucción en el filtro	Reemplazo del filtro de aceite	Trimestral	3,15	filtros de aceite
Obstrucción en la válvula de alivio de presión	Verificación y limpieza de la válvula de alivio	Trimestral	3,15	Kit de limpieza de válvula de alivio
Obstrucción en las comisuras del radiador	Verificación y limpieza del radiador	Mensual	4,2	Kit de limpieza de radiador
Desgaste del radiador	Reemplazo del radiador	Anual	1,9	Radiador
Desgaste de las mangueras	Reemplazo de las mangueras	Anual	1,25	Juego de mangueras
Fugas en las mangueras	Verificación de las abrazaderas	Diaria	5,35	Juego de abrazaderas
Obstrucción en la entrada del termostato	Verificación y limpieza del termostato	Trimestral	3,1	Kit de limpieza
Errores de medición	Reemplazo del termostato	Anual	0,75	Termostato
Sobrecalentamiento del motor eléctrico	Monitoreo de temperatura	Diaria	5,45	Termómetro o sensor de temperatura
	Verificación y limpieza de los contactos eléctricos	Semestral	2,3	Kit de limpieza de contactos eléctricos
Falla eléctrica en el motor	Verificación de la corriente eléctrica	Semestral	2,35	N/A
Cortocircuitos	Reemplazo del cableado	Anual	0,75	Cableado
Fugas de electricidad	Verificación del estado del cableado	Semestral	2,25	N/A
Flujo bajo de energía o inexistente	Reemplazo del cableado	Anual	1,25	Cableado
Desgaste del cableado	Reemplazo del cableado	Anual	1,25	Cableado
Flujo bajo de energía o inexistente	Verificación y reemplazo del interruptor de seguridad	Anual	1,3	Interruptor de seguridad
Hardware en malas condiciones	Reemplazo del controlador	Anual	1,75	Controlador o tarjeta electrónica
Software desactualizado	Actualización del software	Anual	1,75	Servicio de actualización
TOTAL				

Nota. Tarea de mantenimiento aplicadas según su frecuencia, elaborado por el autor.

Tabla 34:*Tarea de mantenimiento del elevador de dos postes (1)*

Fallos	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Tiempo trimestral (Horas)	Repuestos
Fugas en el cilindro hidráulico	Verificación y reemplazo de las juntas	Semestral	2,25	kit de juntas
Desgaste del cilindro hidráulico	Verificación del torque de los pernos	Diario	7,25	Llave dinamométrica
Obstrucción en la válvula	Verificación y limpieza de la válvula de alivio	Trimestral	5,75	kit de limpieza
Fugas en la bomba hidráulica	Reemplazo del sello de la bomba	Anual	1,35	sello de la bomba
Ruidos anormales	Verificación del estado de la bomba	Diario	6,85	manómetro
Desgaste en los postes	Verificación del estado de los postes	Diario	4,1	N/A
Deformación de los postes	Ajuste o reemplazo	Anual	1,25	Herramientas de ajuste o postes de reemplazo
Desgaste de los brazos	Verificación del estado de los brazos	Diario	8,2	N/A
Deformación en los brazos	Ajuste o reemplazo	Anual	0,8	Herramientas de ajuste o brazos de reemplazo
Falla de hardware	Reemplazo del controlador	Anual	0,65	controlador de repuesto
Falla de software	Actualización del software	Anual	1,25	Software de actualización
Falla eléctrica del interruptor	Verificación y reemplazo del interruptor de seguridad	Anual	1,95	Interruptor de seguridad de repuesto
Falla eléctrica del motor	Verificación de la corriente eléctrica	Mensual	2,05	N/A
Sobrecalentamiento	Verificación y limpieza de los contactos	Semestral	2,75	Kit de limpieza de contactos
Cortocircuito	Reemplazo del cableado	Anual	1,95	Cableado de repuesto
Fugas de electricidad	Verificación del estado del cableado	Semestral	3,35	N/A
Desgaste del cableado	Reemplazo del cableado	Anual	1,75	Cableado de repuesto
Fuga de aire	Verificación del sistema de frenado,	Semestral	2,25	Kit de inspección de frenos
Desgaste de las pastillas	Reemplazo de las pastillas	Anual	1,25	Pastillas de freno de repuesto

Nota. Tarea de mantenimiento aplicadas según su frecuencia, elaborado por el autor

Tabla 35:*Tarea de mantenimiento del elevador de dos postes (2)*

Fallos	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Tiempo trimestral (Horas)	Repuestos
Fugas en el cilindro hidráulico	Verificación y reemplazo de las juntas	Semestral	2,25	kit de juntas
Desgaste del cilindro hidráulico	Verificación del torque de los pernos	Diario	7,25	Llave dinamométrica
Obstrucción en la válvula	Verificación y limpieza de la válvula de alivio	Trimestral	5,75	kit de limpieza
Fugas en la bomba hidráulica	Reemplazo del sello de la bomba	Anual	1,35	sello de la bomba
Ruidos anormales	Verificación del estado de la bomba	Diario	6,85	manómetro
Desgaste en los postes	Verificación del estado de los postes	Diario	4,1	N/A
Deformación de los postes	Ajuste o reemplazo	Anual	1,25	Herramientas de ajuste o postes de reemplazo
Desgaste de los brazos	Verificación del estado de los brazos	Diario	8,2	N/A
Deformación en los brazos	Ajuste o reemplazo	Anual	0,8	Herramientas de ajuste o brazos de reemplazo
Falla de hardware	Reemplazo del controlador	Anual	0,65	controlador de repuesto
Falla de software	Actualización del software	Anual	1,25	Software de actualización
Falla eléctrica del interruptor	Verificación y reemplazo del interruptor de seguridad	Anual	1,95	Interruptor de seguridad de repuesto
Falla eléctrica del motor	Verificación de la corriente eléctrica	Mensual	2,05	N/A
Sobrecalentamiento	Verificación y limpieza de los contactos	Semestral	2,75	Kit de limpieza de contactos
Cortocircuito	Reemplazo del cableado	Anual	1,95	Cableado de repuesto
Fugas de electricidad	Verificación del estado del cableado	Semestral	3,35	N/A
Desgaste del cableado	Reemplazo del cableado	Anual	1,75	Cableado de repuesto
Fuga de aire	Verificación del sistema de frenado,	Semestral	2,25	Kit de inspección de frenos
Desgaste de las pastillas	Reemplazo de las pastillas	Anual	1,25	Pastillas de freno de repuesto

Nota. Tarea de mantenimiento aplicadas según su frecuencia, elaborado por el autor

Tabla 36:*Tarea de mantenimiento del elevador de dos postes 3*

Fallos	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Tiempo trimestral (Horas)	Repuestos
Fugas en el cilindro hidráulico	Verificación y reemplazo de las juntas	Semestral	2,25	kit de juntas
Desgaste del cilindro hidráulico	Verificación del torque de los pernos	Diario	7,25	Llave dinamométrica
Obstrucción en la válvula	Verificación y limpieza de la válvula de alivio	Trimestral	5,75	kit de limpieza
Fugas en la bomba hidráulica	Reemplazo del sello de la bomba	Anual	1,35	sello de la bomba
Ruidos anormales	Verificación del estado de la bomba	Diario	6,85	manómetro
Desgaste en los postes	Verificación del estado de los postes	Diario	4,1	N/A
Deformación de los postes	Ajuste o reemplazo	Anual	1,25	Herramientas de ajuste o postes de reemplazo
Desgaste de los brazos	Verificación del estado de los brazos	Diario	8,2	N/A
Deformación en los brazos	Ajuste o reemplazo	Anual	0,8	Herramientas de ajuste o brazos de reemplazo
Falla de hardware	Reemplazo del controlador	Anual	0,65	controlador de repuesto
Falla de software	Actualización del software	Anual	1,25	Software de actualización
Falla eléctrica del interruptor	Verificación y reemplazo del interruptor de seguridad	Anual	1,95	Interruptor de seguridad de repuesto
Falla eléctrica del motor	Verificación de la corriente eléctrica	Mensual	2,05	N/A
Sobrecalentamiento	Verificación y limpieza de los contactos	Semestral	2,75	Kit de limpieza de contactos
Cortocircuito	Reemplazo del cableado	Anual	1,95	Cableado de repuesto
Fugas de electricidad	Verificación del estado del cableado	Semestral	3,35	N/A
Desgaste del cableado	Reemplazo del cableado	Anual	1,75	Cableado de repuesto
Fuga de aire	Verificación del sistema de frenado,	Semestral	2,25	Kit de inspección de frenos
Desgaste de las pastillas	Reemplazo de las pastillas	Anual	1,25	Pastillas de freno de repuesto

Nota. Tarea de mantenimiento aplicadas según su frecuencia, elaborado por el autor

Tabla 37:*Tarea de mantenimiento del elevador de cuatro postes*

Fallos	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Tiempo trimestral (Horas)	Repuestos
Fugas en el cilindro hidráulico	Verificación y reemplazo de las juntas	Semestral	2,25	kit de juntas

Fallos	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Tiempo trimestral (Horas)	Repuestos
Desgaste del cilindro hidráulico	Verificación del torque de los pernos	Diario	7,25	Llave dinamométrica
Obstrucción en la válvula	Verificación y limpieza de la válvula de alivio	Trimestral	5,75	kit de limpieza
Fugas en la bomba hidráulica	Reemplazo del sello de la bomba	Anual	1,35	sello de la bomba
Ruidos anormales	Verificación del estado de la bomba	Diario	6,85	manómetro
Desgaste en los postes	Verificación del estado de los postes	Diario	4,1	N/A
Deformación de los postes	Ajuste o reemplazo	Anual	1,25	Herramientas de ajuste o postes de reemplazo
Desgaste de los brazos	Verificación del estado de los brazos	Diario	8,2	N/A
Deformación en los brazos	Ajuste o reemplazo	Anual	0,8	Herramientas de ajuste o brazos de reemplazo
Falla de hardware	Reemplazo del controlador	Anual	0,65	controlador de repuesto
Falla de software	Actualización del software	Anual	1,25	Software de actualización
Falla eléctrica del interruptor	Verificación y reemplazo del interruptor de seguridad	Anual	1,95	Interruptor de seguridad de repuesto
Falla eléctrica del motor	Verificación de la corriente eléctrica	Mensual	2,05	N/A
Sobrecalentamiento	Verificación y limpieza de los contactos	Semestral	2,75	Kit de limpieza de contactos
Cortocircuito	Reemplazo del cableado	Anual	1,95	Cableado de repuesto
Fugas de electricidad	Verificación del estado del cableado	Semestral	3,35	N/A
Desgaste del cableado	Reemplazo del cableado	Anual	1,75	Cableado de repuesto
Fuga de aire	Verificación del sistema de frenado,	Semestral	2,25	Kit de inspección de frenos
Desgaste de las pastillas	Reemplazo de las pastillas	Anual	1,25	Pastillas de freno de repuesto

Nota. Tarea de mantenimiento aplicadas según su frecuencia, elaborado por el autor

Tabla 38:

Tarea de mantenimiento del generador de nitrógeno

Fallos	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	T. trimestral (Horas)	Repuesto
Obstrucción del filtro de aire	Limpieza o reemplazo del filtro de aire	Mensual	2,85	Filtros de aire
Desgaste de las correas	Reemplazo de las correas	Trimestral	2,25	Correas nuevas
Fugas de aire en las válvulas	Reemplazo de las válvulas de compresión	Mensual	2,75	válvulas nuevas
Fugas de aire comprimido	Verificación y reemplazo de las juntas	Semestral	1,5	Juntas nuevas
	Verificación del torque de los pernos	Diaria	3,5	Llave de torsión
Fugas en las válvulas	Reparación o reemplazo de las válvulas de adsorción	Mensual	2,4	válvulas nuevas

Fallos	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	T. trimestral (Horas)	Repuesto
Obstrucción en los filtros de adsorción	Limpieza o reemplazo del filtro de adsorción	Trimestral	2,05	Filtro de adsorción
Desgaste de los tamices moleculares	Reemplazo de los tamices moleculares	Anual	0,35	Tamices moleculares nuevos
Obstrucción en los filtros de secado	Limpieza o reemplazo del filtro de secado	Trimestral	1,9	Filtro de secado
Fugas en las válvulas de secado	Reparación o reemplazo de las válvulas de secado	Mensual	1,25	Válvulas de secado nuevas
Mal funcionamiento de los indicadores de humedad	Calibración o reemplazo de los indicadores de humedad	Anual	0,75	Indicadores de humedad nuevos
Obstrucción en los tubos de aluminio	Limpieza de los tubos de aluminio	Mensual	1,2	Limpiador de tubos de aluminio
Fugas en el tanque de almacenamiento	Inspección visual y reparación del tanque	Semestral	0,75	Material de reparación del tanque
Fugas de las válvulas de almacenamiento	Reparación o reemplazo de las válvulas del almacenamiento	Mensual	2,15	válvulas nuevas
Malfuncionamiento del medidor de presión	Calibración o reemplazo del medidor de presión	Anual	1,05	Medidor nuevo
Fugas en tubos de interconexión	Reparación o reemplazo de los tubos de interconexión	Trimestral	2,1	Tubos de interconexión nuevos
Mal funcionamiento del controlador de temperatura	Calibración o reemplazo del controlador de temperatura	Anual	0,75	Controlador de temperatura nuevo
Mal funcionamiento del controlador de presión	Calibración del controlador de presión	Anual	2,25	Controlador de presión nuevo
Mal funcionamiento del panel de control	Reparación o reemplazo del panel de control	Semestral	1,25	Panel de control nuevo
Falla eléctrica del motor	Verificación de la corriente eléctrica	Mensual	1,75	N/A
Sobrecalentamiento	Verificación y limpieza de los contactos	Semestral	1,3	Limpiador de contactos
Cortocircuito	Reemplazo del cableado	Anual	0,85	Cableado nuevo
Fugas de electricidad	Verificación del estado del cableado	Semestral	1,45	N/A
Desgaste del cableado	Reemplazo del cableado	Anual	0,6	Cableado nuevo

Nota. Tarea de mantenimiento aplicadas según su frecuencia, elaborado por el autor

Tabla 39:

Tareas de mantenimiento de la balanceadora

Fallos	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Tiempo trimestral (Horas)	Repuestos
Fugas de aire en las válvulas	Reparación o reemplazo de las válvulas	Mensual	4,2	juego de válvulas
Desgaste de los cilindros	Reemplazo o reparación de los cilindros	Anual	2,2	cilindros hidráulicos
Desgaste de los brazos de sujeción	Reemplazo de brazos de sujeción	Semestral	3,6	brazos de sujeción

Desgaste de los rodamientos	Lubricación de rodamientos	Diario	9,5	Grasa para rodamientos
Rotura de rodamientos	Reemplazo de rodamientos	Trimestral	3,85	Rodamientos
Desgaste de las guías de rodillo	Reemplazo de guías de rodillos	Semestral	3,35	guías de rodillos
Desgaste del cable de elevación	Reemplazo del cable de elevación	Anual	2,2	cable de acero
Rotura de cables eléctricos	Reemplazo de cables eléctricos	Anual	2,5	cable eléctrico
Desgaste de enchufes y conectores	Limpieza o reemplazo de enchufes y conectores	Mensual	4,1	Enchufes y conectores
Mal funcionamiento del interruptor de límite	Reemplazo del interruptor de límite	Trimestral	4,45	interruptor de límite
Mal funcionamiento de los controles eléctricos	Reemplazo de los controles eléctricos	Anual	2,05	controlador eléctrico

Nota. Tarea de mantenimiento aplicadas según su frecuencia, elaborado por el autor

Tabla 40:

Tareas de mantenimiento del generador de nitrógeno

Fallos	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Tiempo trimestral (Horas)	Repuestos
Rotura del brazo	Inspección visual del brazo	Semanal	4,55	N/A
Desgaste del pivote del brazo	Lubricación del pivote del brazo	Semanal	3,75	Grasa
Pérdida de presión del cilindro hidráulico	Revisión del sistema hidráulico	Mensual	2,9	Aceite hidráulico, filtros
Desgaste o rotura de la placa de sujeción	Inspección visual de la placa de sujeción	Semanal	4,1	N/A
Pérdida de presión del cilindro hidráulico	Revisión del sistema hidráulico	Mensual	2,2	aire comprimido
Fuga de aceite en el cilindro	Reparar o reemplazar cilindro	Mensual	2,1	Cilindro hidráulico
Desgaste o rotura del cilindro	Reemplazo del cilindro	Mensual	2,6	Cilindro hidráulico
Sobrecalentamiento del motor	Limpieza de los conductos de ventilación del motor	Mensual	1,95	Kit de Limpieza
Desgaste de los cepillos del motor	Sustitución de los cepillos del motor	Semestral	1,5	cepillos de repuesto
Malfuncionamiento del interruptor de límite	Limpieza y ajuste del interruptor de límite	Trimestral	1,85	Limpiador de contactos
Cortocircuito	Reemplazo del cableado	Anual	0,75	Cableado de repuesto
Fugas de energía	Verificación del estado del cableado	Semestral	1,85	N/A
Desgaste del cableado	Reemplazo del cableado	Anual	0,8	Cableado de repuesto
Fuga de aceite en la bomba	Revisión y mantenimiento del sistema hidráulico	Mensual	2	Aceite hidráulico, filtros
Bloqueo o malfuncionamiento de la válvula	Limpieza y ajuste de la válvula de alivio	Semestral	1,2	Limpiador de contactos
Fugas o roturas de las mangueras	Inspección visual de las mangueras	Semanal	3,45	N/A

Fallos	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Tiempo trimestral (Horas)	Repuestos
Bajo nivel de aceite	Verificación del nivel de aceite y rellenado si es necesario	Diario	8,1	Aceite hidráulico
Acumulación de suciedad en el filtro de aceite	Sustitución del filtro de aceite	Mensual	2,35	Filtros de repuesto

Nota. Tarea de mantenimiento aplicadas según su frecuencia, elaborado por el autor

Las tablas:

Tabla 33, Tabla 34, Tabla 35, Tabla 36, Tabla 37, Tabla 38, Tabla 39 y Tabla 40, presentan una serie de tareas de mantenimiento preventivo que deben ser registradas y controladas de manera eficiente. Para ello, es necesario utilizar las gamas y rutas descritas en el **Anexo 18**, en el mismo se describe el manual de mantenimiento y se describen las actividades para un periodo de tiempo determinado, permitiendo programar y planificar el mantenimiento de manera efectiva y eficiente.

La implementación de un sistema de mantenimiento preventivo basado en gamas y rutas permite mejorar la organización y la eficiencia en el control de las tareas de mantenimiento. Además, permite tener un registro claro y preciso de las actividades realizadas y pendientes, lo cual es fundamental para llevar un control adecuado y realizar un seguimiento efectivo de la evolución de los equipos y maquinarias.

El mantenimiento preventivo basado en gamas y rutas es una estrategia efectiva para prolongar la vida útil de los equipos y maquinarias en una organización. Esta técnica se basa en la planificación y ejecución de actividades de mantenimiento programadas, con el fin de evitar fallos y minimizar el tiempo de inactividad no programado. A través de este tipo de mantenimiento, se puede lograr un control más efectivo y un mejor seguimiento de las actividades necesarias para garantizar la disponibilidad y el buen funcionamiento de los equipos, contribuyendo así a mejorar la eficiencia y la productividad de la organización.

Es importante destacar que la implementación de un plan de mantenimiento preventivo basado en gamas y rutas requiere de una adecuada planificación y programación de las tareas de mantenimiento, utilizando los anexos descritos en el texto original. Estableciendo las principales fallas, se deben definir las actividades específicas que se llevarán a cabo en cada mantenimiento, así como los recursos necesarios para llevarlas a cabo.

Otro aspecto a tener en cuenta son las responsabilidades y la coordinación de las actividades entre los diferentes departamentos involucrados. En este sentido, se puede optar por un enfoque colaborativo y multidisciplinario, en el que se involucre a los responsables de producción, mantenimiento y seguridad para asegurar que todas las actividades de mantenimiento se lleven a cabo de manera efectiva y sin interrupciones en la producción.

Finalmente, es importante destacar que el mantenimiento preventivo contribuye a mejorar la eficiencia y la productividad de la organización, además de tener un impacto positivo en la seguridad y el bienestar de los trabajadores. Al prevenir fallas y garantizar la disponibilidad de los equipos, se reduce los riesgos de accidentes y se asegura un ambiente de trabajo más seguro y saludable para todos los miembros de la organización.

Figura 12:

Cronograma de las tareas de mantenimiento

MÁQUINAS	CRONOGRAMA																																																							
	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48								
Compresor	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■			
Elevador de dos postes 1	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■			
Elevador de dos postes 2	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■			
Elevador de dos postes 3	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■			
Elevador de 4 postes	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■			
Generador de nitrógeno	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■			
Balanceadora	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■			
Desmontadora	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				

■	Diario
■	Semanal
■	Mensual
■	Trimestral
■	Semestral
■	Anual

Nota. Cronograma de las actividades distribuidas en el año.

En la **Figura 12**, se representa el cronograma de las tareas de mantenimiento preventivo que se distribuyen en mensual que se caracteriza con el color verde, trimestral con el azul, semestral con el amarillo y anual con el rojo.

Las tareas mensuales se iniciarán la primera semana del mes o la segunda en el caso de que ya se tenga programado otro trabajo y se llevarán a cabo los lunes, las tareas trimestrales serán realizadas los meses de junio y diciembre de la primera, segunda y tercera semana, las tareas anuales se realizara el mes de diciembre en la primera, segunda y tercera semana.

Cálculo de disponibilidad esperada con RCM

Se realiza el cálculo de la disponibilidad esperada mediante la aplicación de la **Ecuación 2**:

$$Disponibilidad = \frac{Horas\ totales - Horas\ parada\ por\ mantenimiento}{Horas\ totales}$$

$$Disponibilidad\ del\ compresor = \frac{576h - 13h}{576h}$$

$$Disponibilidad\ del\ compresor = 97,74\%$$

Tabla 41:

Tiempo disponible, tiempo de mantenimiento y disponibilidad trimestral esperada por equipo

Equipo	Tiempo disponible	Mantenimiento (horas)			Disponibilidad
		Preventivo	Correctivo	Total	
Compresor	576	55	0	55	90,45%
Elevador de dos postes 1	576	45	0	45	92,19%
Elevador de dos postes 2	576	45	0	45	92,19%
Elevador de dos postes 3	576	45	0	45	92,19%
Elevador de cuatro postes	576	57	0	57	90,10%
Desmontadora	576	48	0	48	91,67%
Generador de nitrógeno	576	39	0	39	93,23%
Balanceadora	576	42	0	42	92,71%
Total	4608	376	0	376	91,84%

Nota: Se logra una mejora en la disponibilidad de los equipos con respecto a la situación actual **Tabla 4**, elaborado por el autor.

Resultados esperados

Plan de mantenimiento basado en RCM

Tras la identificación de las fallas que se presentan en los distintos componentes de cada uno de los sistemas para todos los equipos y la determinación de tareas de mantenimiento asociadas a las mismas. Se especificaron las características de dichas tareas, como lo son; la frecuencia en la que se deben realizar, el tiempo de duración de cada una de ellas, los distintos repuestos que se necesitan en caso de remplazo o avería, así como su costo. Estas tareas fueron organizadas en Rutas y gamas de Mantenimiento (ver **Anexo 19**);

- Ruta diaria de mantenimiento para el taller “El Inca”
- Ruta semanal de mantenimiento para el taller “El Inca”
- Ruta mensual de mantenimiento para el taller “El Inca”
- Ruta trimestral de mantenimiento para el taller “El Inca”
- Ruta semestral de mantenimiento para el taller “El Inca”
- Gama anual de mantenimiento programado para los equipos del taller “El Inca”

Para cada uno de estos documentos se especificaron, cuáles serían las distintas herramientas necesarias para realizar cada una de las tareas, valores nominales en los que se deben encontrar ciertos parámetros y los insumos y/o materiales necesarios para llevarlos a cabo. Por otro lado también se analizó cuales serías las precauciones a tomarse en función de las tareas a realizar, y el equipamiento necesario por parte de los operarios de mantenimiento para precautelar su salud y seguridad durante la realización de las mismas. También se elaboró un formato para las ordenes de trabajo.

- Formato para las ordenes de trabajo.

Mejora en el número de prioridad de riesgos (NPR)

En la actualidad, la disminución de los riesgos de falla en las maquinarias es un tema de suma importancia para las empresas que desean mantener un rendimiento y productividad óptimos. Es por ello que, al reducir la frecuencia de fallas presentes en los equipos, se logra disminuir el valor de NPR, tanto de cada equipo como de manera general de la planta. De esta forma, se puede obtener una mayor eficiencia en los procesos productivos y, por ende, reducir los costos de producción.

Cabe destacar que, para lograr la disminución de los riesgos de falla en las maquinarias, es necesario llevar a cabo un adecuado mantenimiento preventivo, que permita la identificación temprana de posibles problemas y su pronta solución.

Tabla 42:

Mejora esperada en el valor de NPR

Equipo	NPR actual	NPR propuesta	Mejora (%)
Compresor	238	139	41,6%
Elevador de dos postes 1	302	160	47,0%
Elevador de dos postes 2	298	160	46,3%
Elevador de dos postes 3	326	160	50,9%
Elevador de cuatro postes	291	165	43,3%
Desmontadora	265	150	43,4%
Generador de nitrógeno	231	147	36,4%
Balanceadora	220	146	33,6%
Promedio	276	153	44,6%

Nota: Adaptado de tablas AMEF para la situación actual y la propuesta, elaboración propia.

Se logra reducir de manera general un porcentaje equivalente al 44,6% del riesgo de fallas, por lo cual representa una mejora significativa con respecto al proceso actual.

Mejora en la disponibilidad de los equipos

Se espera que mediante la implementación de la propuesta se logre mejorar la disponibilidad del equipamiento actual, logrando un porcentaje superior al 90 % para cada uno de los equipos identificados, tal como se puede observar en la **Tabla 43**, logrando una mejora de la disponibilidad entre el 8,33 % y 19,79 % para los equipos de la planta, mientras que de manera general se espera mejorar la disponibilidad de 77,17 % a 91,84 % significando una mejora de 14,67 %.

Tabla 43:

Mejora esperada en la disponibilidad general y por equipo

Equipo	Disponibilidad actual	Disponibilidad esperada	Mejora
Compresor	78,30%	90,45%	12,15%
Elevador de dos postes 1	73,61%	92,19%	18,58%
Elevador de dos postes 2	76,56%	92,19%	15,63%
Elevador de dos postes 3	76,56%	92,19%	15,63%
Elevador de cuatro postes	78,13%	90,10%	11,97%
Desmontadora	76,39%	91,67%	15,28%
Generador de nitrógeno	73,44%	93,23%	19,79%
Balanceadora	84,38%	92,71%	8,33%
Total	77,17%	91,84%	14,67%

Nota: Se logra una mejora en la disponibilidad resultante de una diferencia entre la disponibilidad esperada y la disponibilidad actual, elaboración propia.

Disminución del tiempo de mantenimiento

Se logra cambiar las tareas de mantenimiento correctivo realizadas por tareas de mantenimiento preventivo enfocadas a la reducción de fallas no programadas, de la misma manera se logra disminuir los tiempos de mantenimiento para cada uno de los equipos y de manera general tal como se puede observar en la **Tabla 44**.

Tabla 44:*Comparación de tiempo y tipo de mantenimiento actual y esperado*

Equipo	Tiempo actual de mantenimiento			Tiempo esperado de mantenimiento			Disminución tiempo total
	P	C	T	P	C	T	T
Compresor	40	85	125	55	0	55	70
Elevador de dos postes 1	27	125	152	45	0	45	107
Elevador de dos postes 2	9	126	135	45	0	45	90
Elevador de dos postes 3	18	117	135	45	0	45	90
Elevador de cuatro postes	27	99	126	57	0	57	69
Desmontadora	18	118	136	48	0	48	88
Generador de nitrógeno	12	141	153	39	0	39	114
Balanceadora	18	72	90	42	0	42	48
Total	169	883	1052	376	0	376	676

Nota: En la tabla se muestra el tiempo de mantenimiento en horas para cada tipo de mantenimiento realizado preventivo (P) o correctivo (C), mientras que el total de los dos se representa con T, elaboración propia.

Reducción de los costos de mantenimiento

Se espera que con la implementación de la propuesta se logre una reducción de los costos por mantenimiento realizado actualmente, tal como se puede observar en la **Tabla 45**, se lograría reducir hasta en un 18,39 % del valor actual logrando un ahorro anual de 7124,16 dólares a la vez que mejorando la disponibilidad de los equipos.

Tabla 45:*Comparación del valor monetario del modelo actual de mantenimiento y el propuesto*

	Actual	Propuesta	Ahorro	Reducción (%)
Costo total	\$ 38.739,80	\$ 31.615,64	\$ 7.124,16	18,39 %

Nota: El valor actual se extrajo de la **Tabla 1**, mientras que el valor propuesto se obtiene de la **Tabla 46**, elaboración propia.

Cronograma

Figura 13:

Cronograma del plan de mantenimiento preventivo programado

	Nombre	Duracion	Inicio	Terminado	Predecesores
1	☐ Implementación de la propuesta	11 days	03/04/23 8:00	17/04/23 17:00	
2	☐ Presentación de la propuesta	11 days	03/04/23 8:00	17/04/23 17:00	
3	Presentacion de la propuesta del plan de mantenimiento	0,25 days	03/04/23 8:00	03/04/23 10:00	
4	Aprobacion del plan de mantenimiento preventivo	0,375 days	03/04/23 10:00	03/04/23 14:00	3
5	☐ Capacitación sobre el plan de mantenimiento	10 days	04/04/23 8:00	17/04/23 17:00	
6	Socializar la propuesta con el personal de mantenimiento	0,375 days	04/04/23 8:00	04/04/23 11:00	4
7	Capacitar al personal de mantenimiento sobre las tareas diarias	0,25 days	05/04/23 8:00	05/04/23 10:00	6
8	Capacitar al personal de mantenimiento sobre las tareas mensuales	0,25 days	06/04/23 8:00	06/04/23 10:00	7
9	Capacitar al personal de mantenimiento sobre las tareas trimestrales	0,25 days	07/04/23 8:00	07/04/23 10:00	8
10	Capacitar al personal de mantenimiento sobre las tareas semestrales	0,25 days	07/04/23 10:00	07/04/23 13:00	9
11	Capacitar al personal de mantenimiento sobre las tareas anuales	0,25 days	07/04/23 13:00	07/04/23 15:00	10
12	Capacitar al personal sobre el diagnóstico de averías	0,25 days	07/04/23 15:00	07/04/23 17:00	11

Desarrollo del cronograma

El cronograma descrito en la **Figura 13** muestra una serie de actividades que se llevarán a cabo en un período determinado de tiempo, con el objetivo de implementar un plan de mantenimiento preventivo.

La primera actividad es la presentación de la propuesta del plan de mantenimiento. Esta presentación tendrá como objetivo dar a conocer el plan y los detalles relacionados a la implementación del mismo.

La segunda actividad consiste en evaluar y aprobar el plan de mantenimiento preventivo. Una vez aprobado, la tercera actividad implica la socialización del plan con el personal de mantenimiento, para que estén informados sobre los objetivos y detalles del mismo. Posteriormente, se llevará a cabo la capacitación del personal (actividades 7 a 12) para asegurar que estén preparados para realizar las tareas de mantenimiento preventivo de manera efectiva.

Finalmente, se adquirirán los materiales e insumos necesarios para llevar a cabo el plan, incluyendo consumibles y repuestos. Análisis de costos

La **Tabla 46**, presenta una lista de actividades relacionadas con un plan de mantenimiento preventivo en una empresa. Cada actividad incluye una descripción detallada de la misma, el tiempo estimado para su realización, los recursos necesarios (en horas y las personas involucradas) y el costo asociado.

Tabla 46:

Análisis de costos de la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en el taller "El

Inca"

Actividades	Descripción	Tiempo (h)	Recursos	Costo
Presentación de la propuesta				178,57
Presentación de la propuesta del plan de mantenimiento	Presentar el plan de mantenimiento a la alta dirección	2	2h; Gerente general, jefe de mantenimiento; Moderador	102,11
Aprobación del plan de mantenimiento preventivo	Tramites varios para aprobar la propuesta	3	2h; Gerente general, jefe de mantenimiento	76,46
Capacitación sobre el plan de mantenimiento				552,07
Socializar la propuesta con el personal de mantenimiento	Dar a conocer la importancia del mantenimiento al personal	3	3h; jefe de mantenimiento; Moderador; 2 operarios	103,51
Capacitar al personal de mantenimiento sobre las tareas diarias	Dar a conocer las rutas diarias de mantenimiento	2	2h; jefe de mantenimiento; Moderador; 2 operarios	103,51
Capacitar al personal de mantenimiento sobre las tareas mensuales	Dar a conocer las rutas mensuales de mantenimiento	2	2h; jefe de mantenimiento; Moderador; 2 operarios	69,01
Capacitar al personal de mantenimiento sobre las tareas trimestrales	Dar a conocer las rutas trimestrales de mantenimiento	2	2h; jefe de mantenimiento; Moderador; 2 operarios	69,01
Capacitar al personal de mantenimiento sobre las tareas semestrales	Dar a conocer las rutas semestrales de mantenimiento	2	2h; jefe de mantenimiento; Moderador; 2 operarios	69,01
Capacitar al personal de mantenimiento sobre las tareas anuales	Dar a conocer las gamas anuales de mantenimiento	2	2h; jefe de mantenimiento; Moderador; 2 operarios	69,01
Capacitar al personal sobre el diagnóstico de averías	Capacitar en función del uso de órdenes de trabajo	2	2h; jefe de mantenimiento; Moderador; 2 operarios	69,01
TOTAL:				730,64

Nota. Los datos presentados muestran la información relacionada con los salarios y costos laborales.

La **Tabla 46**, muestra los costos asociados con la implementación del proyecto de mantenimiento preventivo. Para llevar a cabo estas actividades, se requiere de la presentación

de la propuesta y la capacitación para el personal involucrado, los cuales tendrán que asistir en horas de trabajo. Este costo por actividad es necesario para asegurar el éxito del proyecto y asegurar que todas las máquinas estén en buen estado de funcionamiento.

Además de la presentación de la propuesta y la capacitación, también se llevaron a cabo trámites para aprobar la propuesta y socializarla con el personal de mantenimiento. Estas acciones fueron planificadas considerando la participación de altos gerentes y jefes de mantenimiento, así como con la ayuda de un moderador. La capacitación se centró en el compresor del taller, los elevadores de 2 y 4 postes, la desmontadora, la balanceadora y el generador de nitrógeno, y fue realizada por el jefe de mantenimiento y un moderador, junto con 2 operarios.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se determinó que existen un total de 8 equipos en las instalaciones, siendo estos; un (1) compresor, tres (3) elevadores de dos postes, un (1) elevador de cuatro postes, una (1) desmontadora, un (1) generador de nitrógeno y una (1) balanceadora, que forman parte del proceso productivo, los mismos que resultan ser de carácter crítico (A), ya que al ser evaluados bajo un enfoque cualitativo cada uno de ellos obtuvo al menos una calificación crítica en alguno de los aspectos mencionados en la **Tabla 21**, mientras que un análisis cuantitativo revela que los valores obtenidos corresponden a una categoría crítica al encontrarse sobre los 45 puntos como se detalla en la **Figura 8**.
- Se analizaron los fallos de todos los equipos críticos; detectando un total de 21 fallas para los componentes del compresor, 19 fallas en cada uno de los elevadores de dos postes, 19 elevador de cuatro postes, 18 fallas en la desmontadora, 23 fallas en el generador de nitrógeno y 11 fallas en la balanceadora, acumulando un total de 149 fallas en todos los equipos de los cuales el 47,64 % corresponde a fallos técnicos y el 52,36 % restante a fallos funcionales (ver **Tabla 32**), para cada uno de los fallos detectados se determinaron las tareas de mantenimiento a realizarse, logrando disminuir la frecuencia de fallos y el valor de NPR promedio a 153 puntos.
- Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo basado en RCM, en el que se organizaron tareas en rutas diarias, mensuales, trimestrales y semestrales, así como las gamas anuales a desarrollarse y las ordenes de trabajo que se deben llenar en función de los mantenimientos realizados, bajo la implementación de dicho plan se pretende mejorar la disponibilidad de la planta a un valor del 91,84 % (ver **Tabla 41**), logrando una alta disponibilidad de cada uno de los equipos al encontrarse cada uno de ellos sobre un valor del 90 % de disponibilidad.

Recomendaciones

- Se recomienda implementar un plan de mantenimiento preventivo para reducir las fallas y mejorar la eficiencia de los equipos en el taller "El Inca" de la empresa NATIONAL TIRE EXPERTS S.A. debido a que se ha determinado que todos los equipos tienen un alto índice de criticidad.
- Se recomienda llevar a cabo un seguimiento constante de las tareas de mantenimiento preventivo en los equipos críticos, incluyendo la revisión y actualización del plan de mantenimiento en función de las fallas detectadas y las tareas realizadas. Además, es importante establecer un sistema de registro y seguimiento de las tareas de mantenimiento realizadas, para evaluar la efectividad de las medidas tomadas y realizar mejoras continuas.
- Se recomienda continuar con la implementando el plan de mantenimiento basado en RCM y seguir monitoreando la disponibilidad del taller. Es importante también considerar la opinión del técnico de mantenimiento y los operarios en la determinación de la frecuencia de las tareas de mantenimiento. Además, sería recomendable realizar una evaluación periódica para comparar la disponibilidad actual con la obtenida en meses anteriores y determinar si hay necesidad de hacer ajustes en el plan de mantenimiento.

Bibliografía

- Berrezueta Valladolid, J. E. (2021). *Desarrollo de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad para mejorar los niveles de disponibilidad de los equipos del taller mecánico del GAD Municipal de Gonzalo Pizarro*. Obtenido de Universidad Tecnologica Indoamerica: file:///C:/Users/user/Downloads/BERREZUETA%20VALLADOLID%20JAZMIN%20ELIZABETH.pdf
- Cepeda, L. L. (2021). *Elaboracion de un plan de mantenimiento preventivo en el area de pulido en la empresa FIBER AND GLASS PLASTICOS REFORZADOS, de la ciudad de Ambato, en el año 2019-2020*. Ambato: Universidad Tecnologica Indoamerica.
- Cobo. (2019). <https://pandectasdigital.blogspot.com>. Obtenido de <https://pandectasdigital.blogspot.com/2019/06/norma-covenin-2500-93-manual-para.html>
- Cobo, C. G. (2019). *Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo, cumpliendo normativas de buenas practicas de manufactura bajo los requerimientos del software MP9 en los equipos de la empresa ILA S.A.* Ambato: Universidad Tecnologica Indoamerica.
- Garrido, S. G. (2004). *Organizacion y gestion integral del mantenimiento*. Madrid: Diaz de Santos.
- Louie, A. (14 de 01 de 2022). <https://financesonline.com/maintenance-statistics/>.
- Maps, G. M. (s.f.). <https://www.google.com>. Obtenido de <https://www.google.com/maps/d/viewer?msa=0&ie=UTF8&t=m&ll=-1.1864388352404796%2C->

78.0908200625&spn=5.655397%2C7.185059&z=7&source=embed&mid=19OfnBNI
WsLUHp1oY09RxsIKDJJg

Roser, C. (23 de 02 de 2021). <https://www.allaboutlean.com/maintenance-history/>.

Segovia Freire, J. F. (2019). *Desarrollo de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para la empresa Calzado Pardo de la ciudad de Ambato en el año 2019*. Ambato: Universidad Tecnologica Indoamerica.

Reliabilityweb.com. (2010, abril 29). *El Análisis de Criticidad, una Metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional*. Reliabilityweb.
<https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope>

ANEXOS

Anexo 1:

Tipos de mantenimiento en el taller "El Inca" de la empresa "NATIONAL TIRE EXPERTS S.A"

Elaborado por: Kevin Llerena		Autorizado por: Fernando Velastegui			Fecha:28/11/2022			Talleres: El Inca
#	FECHA	SEM ANA	M ES	TIPO DE MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	TOTAL, TIEMPO	DESCRIPCIÓN
1	jueves, 1 de septiembre de 2022	36	9	correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de polea de un elevador de 4 postes-Detenimiento del elevador de dos postes (1) por cambio de la manguera hidráulica
2	viernes, 2 de septiembre de 2022	36	9	correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de pernos de ajuste del elevador de 4 postes-Compra de las nuevas mangueras hidráulicas para el elevador de dos postes (1) e instalación
3	sábado, 3 de septiembre de 2022	36	9	preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Ajuste de los pernos y verificación de su estabilidad del elevador de 4 postes-Prueba del elevador de dos postes (1)
4								
5	lunes, 5 de septiembre de 2022	37	9	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de aceite al cabezote del "compresor"-Detenimiento del elevador de dos postes (3) por fallo de la bomba hidráulica
6	martes, 6 de septiembre de 2022	37	9	preventivo-correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Revisión del regular de presión y ajustes de tornillos del elevador de 4 postes-Detenimiento del elevador de dos postes (3) por fallo de la bomba hidráulica
7	miércoles, 7 de septiembre de 2022	37	9	preventivo-correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Revisión del depósito del aire de la maquina "compresor"-Detenimiento del elevador de dos postes (3) por fallo de la bomba hidráulica
8	jueves, 8 de septiembre de 2022	37	9	correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio del purgador de la maquina "compresor"-Detenimiento del elevador de dos postes (3) por fallo de la bomba hidráulica
9	viernes, 9 de septiembre de 2022	37	9	preventivo-correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Revisión del motor de la maquina "Compresor"-Cambio de la bomba hidráulica del elevador de dos postes (3)

Elaborado por: Kevin Llerena		Autorizado por: Fernando Velastegui			Fecha:28/11/2022			Talleres: El Inca	
#	FECHA	SEM ANA	M ES	TIPO DE MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	TOTAL, TIEMPO	DESCRIPCIÓN	
10	sábado, 10 de septiembre de 2022	37	9	preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Revisión del motor de la maquina "Compresor"-Revisión de la bomba hidráulica de dos postes (3)	
11									
12	lunes, 12 de septiembre de 2022	37	9	correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Detenimiento del elevador de cuatro postes por que se quemaron los condensadores del motor	
13	martes, 13 de septiembre de 2022	38	9	preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Limpieza de filtros tapados del compresor-Detenimiento del elevador de cuatro postes por que se quemaron los condensadores del motor	
14	miércoles, 14 de septiembre de 2022	38	9	preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio del presostato del compresor-Detenimiento del elevador de cuatro postes por que se quemaron los condensadores del motor	
15	jueves, 15 de septiembre de 2022	38	9	correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio del presostato del compresor-Detenimiento del elevador de cuatro postes por que se quemaron los condensadores del motor	
16	viernes, 16 de septiembre de 2022	38	9	correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Revisión del motor de la maquina "Compresor" del taller-Detenimiento del elevador de cuatro postes por que se quemaron los condensadores del motor	
17	sábado, 17 de septiembre de 2022	38	9	correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Soldar las soldaduras abiertas del "Compresor" del taller-Compra de los condensadores del elevador de cuatro	
19	lunes, 19 de septiembre de 2022	39	9	correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Desgaste en los bocines de la polea, se procedió a desarmar y engrasar las poleas del elevador de dos postes-Cambio de los condensadores del elevador de cuatro postes	
20	martes, 20 de septiembre de 2022	39	9	correctivo-preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Desgaste en los bocines de la polea, se procedió a desarmar y engrasar las poleas del elevador de dos postes-prueba del elevador de cuatro postes-Cambio de válvula unidireccional del generador de nitrógeno	
21	miércoles, 21 de septiembre de 2022	39	9	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de válvula unidireccional del generador de nitrógeno	
22	jueves, 22 de septiembre de 2022	39	9	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de válvula unidireccional del generador de nitrógeno	
23	viernes, 23 de septiembre de 2022	39	9	Correctivo	9:00:00	17:00:00	8:00:00	Cambio por rotura de un cabezal del compresor	

Elaborado por: Kevin Llerena		Autorizado por: Fernando Velastegui			Fecha:28/11/2022			Talleres: El Inca	
#	FECHA	SEM ANA	M ES	TIPO DE MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	TOTAL, TIEMPO	DESCRIPCIÓN	
24	sábado, 24 de septiembre de 2022	39	9	preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Solución por el sentido de giro en el compresor	
26	lunes, 26 de septiembre de 2022	40	10	correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	El "compresor" estuvo inhabilitado porque hubo un daño en los condensadores por variación del voltaje	
27	martes, 27 de septiembre de 2022	40	10	correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	El "compresor" estuvo inhabilitado porque hubo un daño en los condensadores por variación del voltaje	
28	miércoles, 28 de septiembre de 2022	40	10	correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	El "compresor" estuvo inhabilitado porque hubo un daño en los condensadores por variación del voltaje	
29	jueves, 29 de septiembre de 2022	40	10	correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de los condensadores del "compresor"	
30	viernes, 30 de septiembre de 2022	40	10	correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Puentes de poder quemados	
31	sábado, 1 de octubre de 2022	40	10	correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	cambio de los puentes de poner quemados	
33	lunes, 3 de octubre de 2022	41	10	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio del tanque de aire de la balanceadora-detenimiento del elevador de dos postes (3) por retenedores-detenimiento de la desmontadora por el soporte de la rueda	
34	martes, 4 de octubre de 2022	41	10	preventivo-correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio del tanque de aire de la balanceadora-detenimiento del elevador de dos postes (3) por retenedores-detenimiento de la desmontadora por el soporte de la rueda	
35	miércoles, 5 de octubre de 2022	41	10	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de la polea de 2 postes (1)-detenimiento del elevador de dos postes (3) por retenedores-detenimiento de la desmontadora por el soporte de la rueda	
36	jueves, 6 de octubre de 2022	41	10	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de la polea de 2 postes (1)-detenimiento del elevador de dos postes (3) por retenedores-detenimiento de la desmontadora por el soporte de la rueda	
37	viernes, 7 de octubre de 2022	41	10	Correctivo-preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de la polea de 2 postes (1)-Cambio de los retenedores de los elevadores de dos postes (3)-detenimiento de la desmontadora por el soporte de la rueda	
38	sábado, 8 de octubre de 2022	41	10	preventivo-correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Revisión de las poleas y pruebas de mantenimiento del elevador de 2 postes-prueba de los elevadores de dos postes (3)-detenimiento de la desmontadora por el soporte de la rueda	
40	lunes, 10 de octubre de 2022	42	10	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio del soporte de la rueda de la desmontadora	

Elaborado por: Kevin Llerena		Autorizado por: Fernando Velastegui			Fecha:28/11/2022			Talleres: El Inca
#	FECHA	SEM ANA	M ES	TIPO DE MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	TOTAL, TIEMPO	DESCRIPCIÓN
41	martes, 11 de octubre de 2022	42	10	Correctivo	8:00:00	18:00:00	10:00:00	Cambio del soporte de la rueda de la desmontadora
42	miércoles, 12 de octubre de 2022	42	10	Preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Prueba del soporte de la rueda de la desmontadora
43	jueves, 13 de octubre de 2022	42	10	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Detenimiento del elevador de cuatro postes por cables acerados
44	viernes, 14 de octubre de 2022	42	10	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Detenimiento del elevador de cuatro postes por cables acerados
45	sábado, 15 de octubre de 2022	42	10	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Sustituimiento de los cables acerados del elevador de cuatro postes
47	lunes, 17 de octubre de 2022	43	10	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio del panel de control de una balanceadora-Detenimiento del generador de nitrógeno por problemas con las electroválvulas
48	martes, 18 de octubre de 2022	43	10	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio del panel de control de una balanceadora-Detenimiento del generador de nitrógeno por problemas con las electroválvulas
49	miércoles, 19 de octubre de 2022	43	10	Preventivo	9:00:00	18:00:00	9:00:00	Prueba del control de la balanceadora-Detenimiento del generador de nitrógeno por problemas con las electroválvulas
50	jueves, 20 de octubre de 2022	43	10	Preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Prueba y calibración del elevador de cuatro postes-Detenimiento del generador de nitrógeno por problemas con las electroválvulas
51	viernes, 21 de octubre de 2022	43	10	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Detenimiento del generador de nitrógeno por problemas con las electroválvulas
52	sábado, 22 de octubre de 2022	43	10	Preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Compra de la electroválvula del generador de nitrógeno
54	lunes, 24 de octubre de 2022	44	10	Correctivo	12:00:00	18:00:00	6:00:00	Cambio de la electroválvula del generador de nitrógeno
55	martes, 25 de octubre de 2022	44	10	Preventivo	11:00:00	14:00:00	3:00:00	Revisión del generador de nitrógeno
56	miércoles, 26 de octubre de 2022	44	10	Preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Pruebas de el generador de nitrógeno
57	jueves, 27 de octubre de 2022	44	10	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de ubicación de la balanceadora
58	viernes, 28 de octubre de 2022	44	10	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de ubicación de la balanceadora
59	sábado, 29 de octubre de 2022	44	10	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	ajustes y calibración de la balanceadora

Elaborado por: Kevin Llerena		Autorizado por: Fernando Velastegui			Fecha:28/11/2022			Talleres: El Inca	
#	FECHA	SEM ANA	M ES	TIPO DE MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	TOTAL, TIEMPO	DESCRIPCIÓN	
61	lunes, 31 de octubre de 2022	45	10	Preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Prueba de la desmontadora	
62	martes, 1 de noviembre de 2022	45	11	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	cambio de los condensadores de la desmontadora	
63	miércoles, 2 de noviembre de 2022	45	11	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	cambio de los condensadores de la desmontadora	
64	jueves, 3 de noviembre de 2022	45	11	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de pedal control inversor del plato de la desmontadora	
65	viernes, 4 de noviembre de 2022	45	11	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de pedal control inversor del plato de la desmontadora	
66	sábado, 5 de noviembre de 2022	45	11	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio del pedal de inflado de la desmontadora	
67									
68	lunes, 7 de noviembre de 2022	46	11	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de los retenedores de un elevador de dos postes (1)	
69	martes, 8 de noviembre de 2022	46	11	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de los retenedores de un elevador de dos postes (1)	
70	miércoles, 9 de noviembre de 2022	46	11	Correctivo	9:00:00	15:00:00	6:00:00	Cambio de los sellos hidráulicos (1)	
71	jueves, 10 de noviembre de 2022	46	11	Correctivo	8:00:00	13:00:00	5:00:00	Cambio de los sellos hidráulicos (1)	
72	viernes, 11 de noviembre de 2022	46	11	Correctivo	9:00:00	17:00:00	8:00:00	Cambio de los retenedores de un elevador de dos postes (1)	
73	sábado, 12 de noviembre de 2022	46	11	Correctivo	10:00:00	17:00:00	7:00:00	Cambio de los retenedores de un elevador de dos postes (1)	
74									

Elaborado por: Kevin Llerena		Autorizado por: Fernando Velastegui			Fecha:28/11/2022			Talleres: El Inca	
#	FECHA	SEM ANA	M ES	TIPO DE MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	TOTAL, TIEMPO	DESCRIPCIÓN	
75	lunes, 14 de noviembre de 2022	47	11	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Detenimiento del elevador de dos postes (2) por fallos en la polea-Detenimiento del generador de nitrógeno por defectos de los acoples	
76	martes, 15 de noviembre de 2022	47	11	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio del soporte de la rueda de la desmontadora-Detenimiento del elevador de dos postes (2) por fallos en la polea-Detenimiento del generador de nitrógeno por defectos de los acoples	
77	miércoles, 16 de noviembre de 2022	47	11	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio del soporte de la rueda de la desmontadora-Detenimiento del elevador de dos postes (2) por fallos en la polea-Detenimiento del generador de nitrógeno por defectos de los acoples	
78	jueves, 17 de noviembre de 2022	47	11	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio del soporte de la rueda de la desmontadora-Detenimiento del elevador de dos postes (2) por fallos en la polea-Detenimiento del generador de nitrógeno por defectos de los acoples	
79	viernes, 18 de noviembre de 2022	47	11	Preventivo-correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Prueba del soporte de la rueda de la desmontadora-Detenimiento del elevador de dos postes (2) por fallos en la polea-Detenimiento del generador de nitrógeno por defectos de los acoples	
80	sábado, 19 de noviembre de 2022	47	11	Preventivo-correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Pruebas del cambio del soporte de la rueda de la desmontadora-Detenimiento del elevador de dos postes (2) por fallos en la polea-Compra de los acoples y reemplazo	
81									
82	lunes, 21 de noviembre de 2022	48	11	correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Detenimiento del elevador de dos postes (2) por fallos en la polea	
83	martes, 22 de noviembre de 2022		11	Preventivo-correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Revisión del pedal de control inversor del plato de la desmontadora-Detenimiento del elevador de dos postes (2) por fallas en la polea	
84	miércoles, 23 de noviembre de 2022	48	11	Correctivo-correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio del pedal de control inversor del plato de la desmontadora-Detenimiento del elevador de dos postes (2) por fallas en la polea	
85	jueves, 24 de noviembre de 2022	48	11	Correctivo-preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Prueba del elevador de dos postes (3)-Detenimiento del elevador de dos postes (2) por fallas en la polea	
86	viernes, 25 de noviembre de 2022	48	11	Correctivo-preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Prueba del elevador de dos postes (3)-Compra de la nueva polea del elevador de dos postes (2)	
87	sábado, 26 de noviembre de 2022	48	11	Correctivo-preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Prueba del elevador de dos postes (3)-Cambio de la polea del elevador de dos postes	
88									

Elaborado por: Kevin Llerena		Autorizado por: Fernando Velastegui			Fecha:28/11/2022			Talleres: El Inca	
#	FECHA	SEM ANA	M ES	TIPO DE MANTENIMIENTO	HORA DE INICIO	HORA DE FIN	TOTAL, TIEMPO	DESCRIPCIÓN	
89	lunes, 28 de noviembre de 2022	49	11	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de polea del elevador de 2 postes	
90	martes, 29 de noviembre de 2022	49	11	Correctivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Cambio de polea del elevador de 2 postes	
91	miércoles, 30 de noviembre de 2022	49	11	Preventivo	8:00:00	17:00:00	9:00:00	Pruebas del elevador de 2 postes	

Anexo 2:

AMEF de la situación actual de la empresa

AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Compresor	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-ASG-C01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/ proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Suministrar aire comprimido que se utiliza para alimentar herramientas neumáticas, lo que facilita y agiliza el trabajo del mecánico.	Desgaste del anillo de pistón	Disminución de la eficiencia del compresor	Disminución de su eficiencia, potencia y durabilidad, como el desgaste de piezas y obstrucciones. Es importante detectar y reparar los fallos a tiempo mediante la reparación o reemplazo de piezas.	No	Si	No	Si	Si	5	8	5	200
	Desgaste de las camisas de cilindro			No	Si	No	Si	Si	5	9	6	270
	Desgaste de la válvula de succión y descarga			No	Si	No	Si	Si	5	9	6	270
	Obstrucción en el filtro	Reducción del flujo de aire del compresor		No	Si	No	Si	Si	6	9	5	270
	Obstrucción en la válvula de alivio de presión	Sobrecarga del motor del compresor		No	Si	No	Si	No	6	8	5	240
	Obstrucción en las comisuras del radiador	Sobrecalentamiento del compresor		No	Si	No	Si	No	5	9	6	270
	Desgaste del radiador	Disminución de la eficiencia del compresor		No	Si	No	Si	Si	7	9	7	441
	Desgaste de las mangueras	Pérdida de aire del compresor		No	Si	No	Si	Si	5	9	4	180
	Falla eléctrica en el motor	Detención completa del compresor		No	Si	No	Si	Si	8	8	6	384
	Cortocircuitos			No	Si	No	Si	Si	8	8	2	128
	Flujo bajo de energía o inexistente			No	Si	No	Si	Si	6	9	2	108
	Desgaste del cableado	Disminución de la eficiencia del compresor		No	Si	No	Si	Si	5	9	2	90
NPR PROMEDIO											238	

AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Elevador de dos postes	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-AMA-EDP01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/ proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Elevador un automóvil para realizar tareas de mantenimiento y reparación debajo del mismo, mejorando la accesibilidad a los diferentes componentes y ahorrando tiempo y esfuerzo.	Desgaste del cilindro hidráulico	Aumento de la presión del aceite	Los efectos de falla de un elevador de vehículos pueden ser graves y pueden incluir daños al vehículo, lesiones personales o incluso la muerte.	No	Si	Si	Si	Si	8	10	5	400
	Desgaste en los postes	Grietas o fracturas		No	Si	Si	Si	Si	7	8	5	280
	Deformación de los postes	perdida de alineación		No	Si	Si	Si	Si	8	8	6	384
	Desgaste de los brazos	Pérdida de la capacidad de soporte		No	Si	Si	Si	Si	7	10	7	490
	Deformación en los brazos			No	Si	Si	Si	No	8	8	5	320
	Falla de hardware	Pérdida de la capacidad de funcionar		No	Si	No	Si	No	5	9	6	270
	Falla eléctrica del motor			No	Si	No	Si	Si	7	8	5	280
	Cortocircuito	Daño al cableado eléctrico		No	Si	Si	Si	Si	6	9	4	216
	Desgaste del cableado	Daño al aislamiento del cableado		No	Si	Si	Si	Si	5	8	2	80
NPR PROMEDIO											302	

AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Elevador de dos postes	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-AMA-EDP01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/ proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Elevador un automóvil para realizar tareas de mantenimiento y reparación debajo del mismo, mejorando la accesibilidad a los	del cilindro h	Aumento de la presión del aceite	Los efectos de falla de un elevador de vehículos pueden ser graves y pueden incluir daños al vehículo, lesiones personales o incluso la muerte.	No	Si	Si	Si	Si	8	9	5	360
	aste en los p	Grietas o fracturas		No	Si	Si	Si	Si	7	8	5	280
	nación de los	perdida de alineación		No	Si	Si	Si	Si	8	9	6	432
	aste de los b	Pérdida de la capacidad de soporte		No	Si	Si	Si	Si	7	9	7	441
	nación en los			No	Si	Si	Si	No	8	8	5	320
	lla de hardware	Pérdida de la capacidad de funcionar		No	Si	No	Si	No	5	9	6	270
	létrica del r			No	Si	No	Si	Si	7	8	5	280
	Cortocircuito	Daño al cableado eléctrico		No	Si	Si	Si	Si	6	9	4	216
	aste del cable	Daño al aislamiento del cableado		No	Si	Si	Si	Si	5	8	2	80
NPR PROMEDIO											298	

AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A.	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Elevador de dos postes	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-AMA-EDP01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/ proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Elevador un automóvil para realizar tareas de mantenimiento y reparación debajo del mismo, mejorando la accesibilidad a los	del cilindro	Aumento de la presión del aceite	Los efectos de falla de un elevador de vehículos pueden ser graves y pueden incluir daños al vehículo, lesiones personales o incluso la muerte.	No	Si	Si	Si	Si	8	10	5	400
	gasto en los p	Grietas o fracturas		No	Si	Si	Si	Si	7	9	5	315
	nación de los	perdida de alineación		No	Si	Si	Si	Si	8	10	6	480
	gasto de los b	Perdida de la capacidad de soporte		No	Si	Si	Si	Si	7	10	7	490
	nación en los	Perdida de la capacidad de soporte		No	Si	Si	Si	No	8	9	5	360
	la de hardware	Perdida de la capacidad de funcionar		No	Si	No	Si	No	5	10	6	300
	elétrica del r	Daño al cableado eléctrico		No	Si	No	Si	Si	7	8	5	280
	Cortocircuito	Daño al cableado eléctrico		No	Si	Si	Si	Si	6	9	4	216
gasto del cable	Daño al aislamiento del cableado	No	Si	Si	Si	Si	5	9	2	90		
NPR PROMEDIO												326

AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A.	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Elevador de cuatro postes	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-AMA-ECP01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/ proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Elevador un automóvil para realizar tareas de mantenimiento y reparación debajo del mismo, mejorando la accesibilidad a los diferentes componentes y ahorrando tiempo y esfuerzo.	Desgaste del cilindro hidráulico	Aumento de la presión del aceite	Los efectos de falla de un elevador de vehículos pueden ser graves y pueden incluir daños al vehículo, lesiones personales o incluso la muerte.	No	Si	Si	Si	Si	8	10	5	400
	Desgaste en los postes	Grietas o fracturas		No	Si	Si	Si	Si	7	8	5	280
	Deformación de los postes	perdida de alineación		No	Si	Si	Si	Si	8	8	6	384
	Desgaste de los brazos	Perdida de la capacidad de soporte		No	Si	Si	Si	Si	7	9	7	441
	Deformación en los brazos			No	Si	Si	Si	No	8	9	5	360
	Falla de hardware	Perdida de la capacidad de funcionar		No	Si	No	Si	No	5	8	6	240
	Falla eléctrica del motor			No	Si	No	Si	Si	7	8	5	280
	Cortocircuito	Daño al cableado eléctrico		No	Si	Si	Si	Si	6	7	4	168
	Desgaste del cableado	Daño al aislamiento del cableado		No	Si	Si	Si	Si	5	7	2	70
NPR PROMEDIO												291

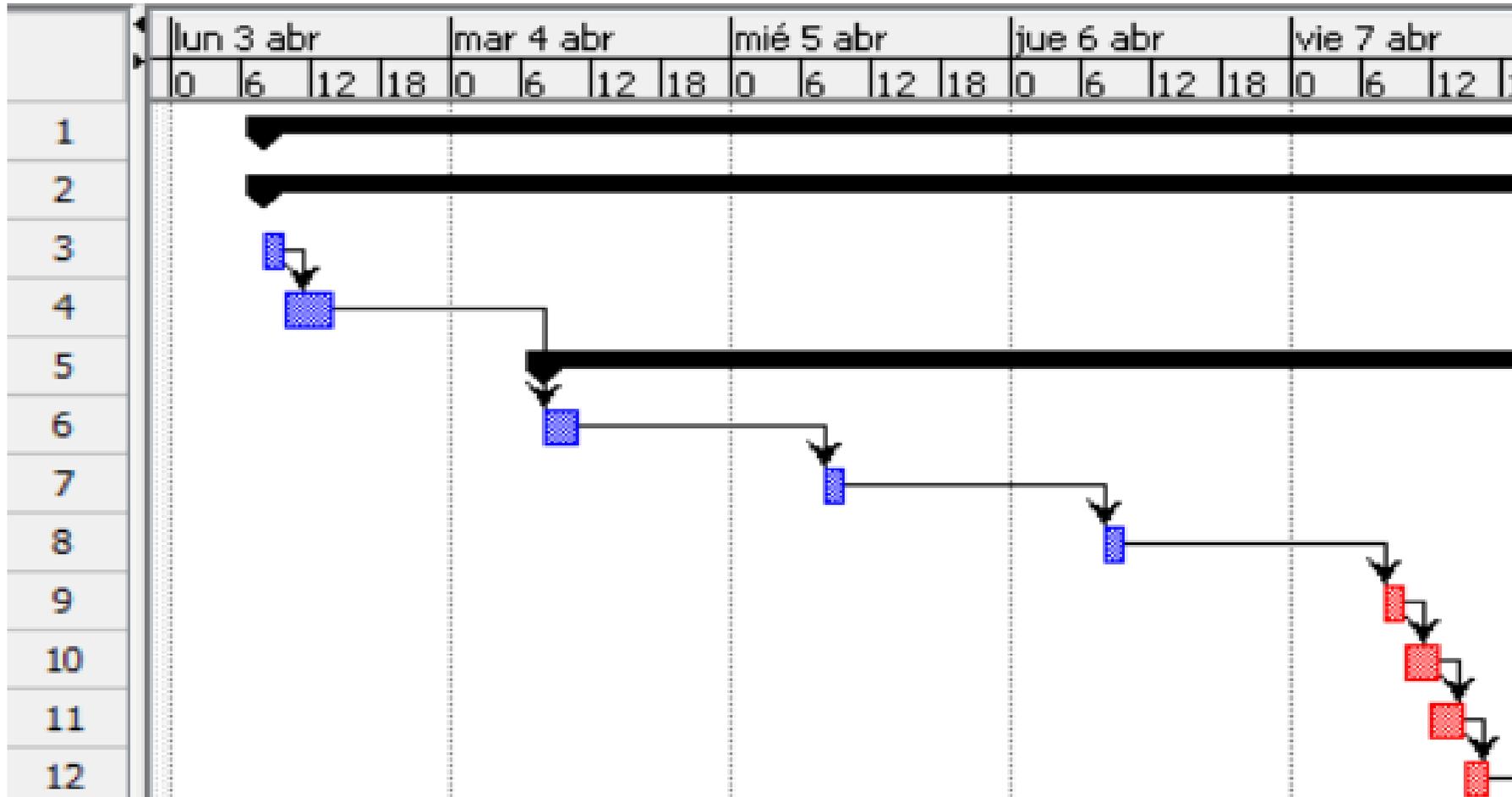
AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Desmontadora	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-AMA-ECP01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/ proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Una máquina desmontadora es una herramienta utilizada para quitar y colocar neumáticos en llantas de vehículos, facilitando el trabajo de los mecánicos y reduciendo el tiempo necesario para realizar la tarea.	Rotura del brazo	Fisura en la soldadura, deformación, rotura del material	Los efectos de falla de una desmontadora pueden incluir la incapacidad de desmontar correctamente los neumáticos de un vehículo, lo que puede provocar un riesgo de seguridad para el conductor.	No	Si	No	Si	Si	6	8	5	240
	Desgaste del pivote del brazo	Desgaste por fricción, deformación, fisuras		No	Si	No	Si	Si	5	9	5	225
	Pérdida de presión del cilindro hidráulico	Fugas, desgaste del sello, rotura del cilindro		No	Si	No	Si	Si	6	8	6	288
	Desgaste o rotura de la placa de sujeción	Desgaste, fisuras en el material, deformación.		No	Si	No	Si	Si	6	9	7	378
	Pérdida de presión del cilindro hidráulico	Fugas, desgaste del sello, rotura del cilindro		No	Si	No	Si	Si	6	9	5	270
	Desgaste o rotura del cilindro	Desgaste del material, fisuras, rotura		No	Si	No	Si	Si	6	9	6	324
	Malfuncionamiento del interruptor de límite	Cortocircuito, falla en el sensor o el circuito, mal funcionamiento mecánico		No	Si	No	Si	Si	7	8	5	280
	Cortocircuito	Daño eléctrico al equipo, falla en el circuito		No	Si	No	Si	Si	6	9	4	216
	Bloqueo o malfuncionamiento de la válvula	Bloqueo por obstrucción, falla en el mecanismo, falla eléctrica		No	Si	No	Si	Si	5	8	4	160
NPR PROMEDIO											265	

AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Balancedora	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-AMA-B01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/ proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Una maquina balancedora se utiliza para equilibrar las ruedas de los vehiculos. La función principal es medir las desviaciones en el peso y la posición de la rueda, y agregar o quitar peso en lugares específicos para equilibrarla.	Desgaste de los cilindros	Perdida de precision en la medicion de la desviación de la rueda	El fallo de una maquina balancedora puede resultar en desequilibrio en las ruedas del vehiculo, lo que puede causar vibraciones y desgaste irregular de los neumáticos. Además, puede aumentar la fatiga y el estrés en la suspensión del vehiculo y en otros	No	Si	No	Si	Si	6	8	5	240
	Desgaste de los brazos de sujeción	Desbalanceo de la rueda durante el proceso de balanceo		No	Si	No	Si	Si	5	9	5	225
	Rotura de rodamientos	ruido excesivo durante el proceso de balanceo		No	Si	No	Si	Si	6	9	4	216
	Desgaste de las guías de rodillo	Perdida de precision en la medicion de la desviación de la rueda		No	Si	No	Si	Si	6	8	5	240
	Desgaste del cable de elevación	Perdida de capacidad de elevacion de la maquina		No	Si	No	Si	Si	6	8	6	288
	Rotura de cables eléctricos	Perdida de la capacidad de operar los controles electricos		No	Si	No	Si	Si	5	8	6	240
	Mal funcionamiento del interruptor de límite	Incapacidad para detener el movimiento de la rueda en el limite deseado		No	Si	No	Si	Si	5	7	4	140
	Mal funcionamiento de los controles eléctricos	Incapacidad para controlar la maquina para realizar el balanceo adecuado de la		No	Si	No	Si	Si	6	7	4	168
NPR PROMEDIO											220	

AMEF		Centro industrial:	NATIONAL TIRE EXPERTS S.A	Elaborado por:	Autor	Fecha:	2023					
		Subsistema:	Generador de nitrogeno	Revisado por:	Tutor	Versión:	0.0					
		Código:	UIO-AMA-GN01	Autorizado por:		Página:	1 de 1					
Función/ proceso	Fallo funcional	Modo de fallo (Clasificación)	Efectos de fallo	Consecuencias de fallo					Valoración del riesgo			
				Fallo oculto	Producción	Seguridad y m. ambiente	Mantenimiento	Calidad	Gravedad	Frecuencia de fallo	Detectabilidad	NPR
Un generador de nitrógeno es una máquina que se utiliza para producir nitrógeno gaseoso de alta pureza a partir del aire ambiente.	Desgaste de las correas	Disminucion de la produccion de	El efecto de falla de un generador de nitrógeno puede ser la producción de gas de baja pureza o la falta de producción de gas en absoluto.	No	Si	No	Si	Si	6	8	5	240
	Desgaste de los tamices moleculares	Disminución de la pureza del nitrógeno		No	Si	No	Si	Si	5	8	5	200
	Obstrucción en los tubos de aluminio	Disminucion de la produccion de		No	Si	No	Si	Si	7	9	4	252
	Mal funcionamiento del controlador de temperatura	Afecta la calidad y pureza del nitrógeno		No	Si	No	Si	Si	5	8	5	200
	Mal funcionamiento del controlador de presión	Puede afectar la cantidad y pureza del		No	Si	No	Si	Si	8	7	6	336
	Mal funcionamiento del panel de control	Puede afectar la capacidad de la		No	Si	No	Si	Si	5	8	6	240
	Falla eléctrica del motor	Detiene la produccion de nitrogeno		No	Si	No	Si	Si	5	8	4	160
	Cortocircuito	Puede causar danos en el sistema		No	Si	No	Si	Si	6	9	4	216
NPR PROMEDIO											231	

Anexo 3:

Cronograma de GANTT



Anexo 4:

Manual del compresor



Compresores de Aire Dúplex de dos Etapas

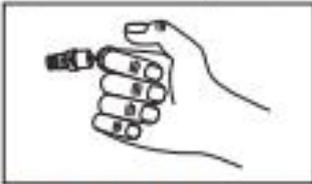
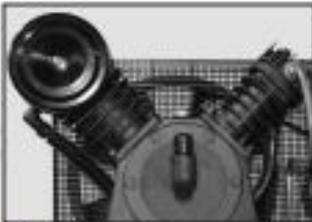
Manual de Instrucciones y Lista de Piezas



Modelos: CE3000 y CE3001

Anexo 5:

Tareas de mantenimiento del compresor

PARA COMENZAR	<h4>INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN</h4>  <p>ADVERTENCIA Desconecte el cable eléctrico, amárralo y sujete del tomacorrientes, después libere toda la presión del tanque antes de tratar de instalar el compresor, darle servicio, moverlo de sitio o darle cualquier tipo de mantenimiento.</p> <p>Para mantener el funcionamiento eficiente del sistema del compresor, chequee el filtro de aire y mida el nivel del aceite antes de cada uso. La válvula de seguridad ASME también se debe chequear a diario (Vea la Figura 10). Hágale el anillo de la válvula de seguridad y déjelo que regrese de nuevo en su posición original. Esta válvula automáticamente libere el aire del tanque, si la presión excede el nivel máximo fijado de fábrica. Si hay una fuga de aire después que ha soñado el anillo, o si la válvula está atascada y no la puede activar con el anillo, deberá reemplazar la válvula de seguridad ASME.</p>  <p>Figura 10 - Válvula de seguridad ASME</p>
SEGURIDAD Y ESPECIFICACIONES	<p>ADVERTENCIA No modifique la válvula de retención ASME.</p>
MONTAJE / INSTALACIÓN	<p>Tanque</p>  <p>ADVERTENCIA Nunca trate de reparar o modificar el tanque. Si lo suelda, taladra o modifica de cualquier otra manera, el tanque se debilitará y se podría dañar al romperse o explotar. Siempre reemplace los tanques desgastados, rotos o dañados.</p> <p>AVISO Drene el líquido del tanque diariamente.</p> <p>El tanque se debe inspeccionar cuidadosamente por lo menos una vez al año. Cerciórese de que no haya ranuras en las soldaduras. De haberlas, libere la presión del tanque inmediatamente y reemplácelo.</p>
OPERACIÓN	<p>Lubricación del Compresor</p> <p>Vea la sección de Funcionamiento. Añádsle aceite al cabezal cuando sea necesario. Debe cambiarse el aceite cada tres meses o después de cada 500 horas de operación, lo que ocurra primero.</p> <p>Si el compresor se utiliza bajo condiciones húmedas por períodos cortos, la humedad se condensará en la caja del cigüeñal y ocasionará que el aceite luca cremoso. El aceite contaminado por el agua no le proveerá la lubricación adecuada y lo debe cambiar inmediatamente. Si usa aceite contaminado, los cojinetes, pistones, cilindros y anillos se dañarán y estos daños no están cubiertos por la garantía. Para evitar la condensación de agua en el aceite, periódicamente utilice el compresor con una presión de más o menos 10,34 bar (150 psi). Para hacerlo, abra la llave de drenaje, la válvula de aire conectada al tanque, o la manguera. Deje que el cabezal funcione por una hora en estas condiciones por lo menos una vez a la semana, o con más frecuencia, en caso de que el problema ocurra.</p> <p>IMPORTANTE: Cámbiele el aceite después de 50 horas de operación.</p>
IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS	<p>Filtro de Aire</p> <p>Nunca utilice el cabezal del compresor sin instalarle el filtro de la entrada de aire o con un filtro obstruido. El elemento del filtro de aire debe verificarse mensualmente (ver Figura 11). Si utiliza el compresor con el filtro sucio, podría aumentar el consumo de aceite y la contaminación con aceite del aire expulsado. Si el filtro de aire está sucio, debe reemplazarse.</p> 
MANTENIMIENTO / REPARACIÓN	<p>Figura 11</p>

516

Anexo 6:

Frecuencia de las tareas de mantenimiento del compresor

INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN (CONTINUACIÓN)

Interrefrigerador

⚠ PRECAUCIÓN Las aletas del sistema de enfriamiento interno son afiladas, use siempre guantes y tenga mucho cuidado cuando vaya a limpiar o trabajar cerca de ellas.

Semanalmente, cheque el sistema de enfriamiento para cercionarse de que todas las conexiones estén bien apretadas. Limpie toda la suciedad, polvo y otras acumulaciones de las aletas del interrefrigerador.

Componentes

Desconecte la corriente y limpie el cabezal del cilindro, el motor, las paletas del ventilador, las líneas de aire, el interrefrigerador y el tanque mensualmente.

Correas

⚠ ADVERTENCIA Apague el compresor, cerciórese de que el interruptor no se pueda activar y después libere la presión del tanque, para evitar que la unidad se mueva sin previo aviso.

Cheque la tensión de las bandas cada 3 meses. Ajuste la tensión de las bandas para permitir una deflexión de 0,9 a 1,2 cm (3/8 inch - 1/2 inch) al ejercer una presión normal con el dedo. Igualmente, debe alinear las bandas usando como referencia un objeto recto que toque el volante y dos puntos del borde a ambos lados del volante. Las bandas deben estar paralelas a esta línea recta de referencia (vea la Figura 12). Las distancias A, B y C deben ser iguales para asegurar que las bandas estén alineadas adecuadamente. Las ranuras en la base le permiten mover el motor, en ambas direcciones, para ajustar la tensión de las bandas.

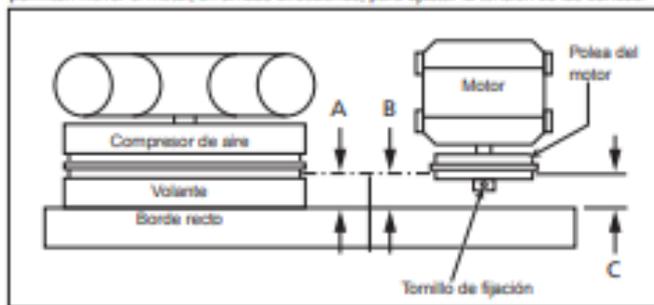


Figura 12 - Vista superior

Programa de Mantenimiento

Operación	Diariamente	Mensualmente	Trimestralmente
Chequeé la válvula de seguridad	●		
Drene el tanque	●		
Mida el nivel de aceite	●		
Limpie o cambie el filtro de aire		●	
Chequeé el sistema de enfriamiento interno		●	
Limpie los componentes		●	
Chequeé la tensión de las bandas			●
Cambie el aceite (Vea la Figura 8)			●

517

RIA COMENZAR

SEGURIDAD /
ESPECIFICACIONES

MONTAJE /
INSTALACION

OPERACION

IDENTIFICACION
DE PROBLEMAS

MANTENIMIENTO
/ REPARACION

Anexo 7:

Manual de mantenimiento del elevador de dos postes

TWIN BUSCH
GERMANY

TW 260 B4.5
Elevador de dos columnas

twinbusch.es

twinbusch.de

IVECO

TW 260 B4.5

Instalación, servicio
y mantenimiento

 Lea minuciosamente este manual de instrucciones antes de poner en funcionamiento la TW 260 B4.5. Siga exactamente las instrucciones

Twin Busch Ibérica S.L. | Pol. Ind. El Pla de Llerona | Calle Holanda 1

Anexo 8:

Tareas de mantenimiento del elevador de dos postes



Manual del elevador de 2 columnas TW 260 B4.5

11. Mantenimiento

Un mantenimiento regular garantiza un uso prolongado y seguro del elevador. A continuación le presentaremos sugerencias para los intervalos de mantenimiento y las operaciones a seguir. La frecuencia con la se realiza el mantenimiento de su elevador depende de las condiciones ambientales, el grado de suciedad y, por supuesto, el esfuerzo y carga del elevador. Los siguientes puntos deben ser engrasados:

S/N	Beschreibung
1	Polea superior
2	Cable de acero
3	Piñón
4	Cadena
5	Carrito / Soporte
6	Bulón
7	Bloque de seguridad
8	Brazo de elevación
9	Recepción
10	Polea inferior



Ilustración 21: Descripción de los puntos de engrase

11.1. Control diario de las partes del elevador antes de la operación

¡Es muy importante realizar una revisión diaria de los dispositivos de seguridad antes de usar el elevador! Descubrir un fallo en el equipo antes de su uso le ahorrará tiempo, daños importantes o incluso lesiones.

- Compruebe que todas las conexiones, tuercas y tornillos estén apretados correctamente.
- Compruebe que el sistema hidráulico no tenga fugas y esté funcional.
- Compruebe el funcionamiento correcto del bloqueo de los brazos de elevación
- Compruebe mediante un recorrido de prueba (sin vehículo) que los cierres de seguridad funcionen correctamente.
- Limpie las partes que estén muy sucias.
- Engrase todas las partes que no estén lubricadas correctamente.

11.2. Revisión semanal y mantenimiento de las partes del elevador

- Compruebe la movilidad de las partes flexibles y ajustables del elevador.
- Compruebe el estado de los dispositivos de seguridad relevantes del elevador.
- Compruebe el nivel de aceite. (Carrito de elevación bajado - Nivel de aceite alto, máx. / carrito de elevación elevado - nivel de aceite bajo).

11.3. Revisión mensual y mantenimiento de las partes del elevador

- Compruebe que todas las conexiones, tuercas y tornillos estén apretados correctamente.
- Compruebe el desgaste de los carritos, bulones de brazos, brazos de elevación y todas las otras partes móviles del elevador y engráselas.
- Revise el estado del cable de acero en busca de signos de desgaste y engrase el cable de acero con aceite lubricante de baja viscosidad.

11.4. Revisión anual y mantenimiento de las partes del elevador

- Vacíe y limpie el tanque de aceite, y cambie el aceite hidráulico.
- Cambie el filtro de aceite

Si sigue las sugerencias de mantenimiento proporcionadas anteriormente, su elevador se mantendrá en buenas condiciones, y los daños y accidentes podrán ser evitados.

Anexo 9:

frecuencia de las tareas de mantenimiento del elevador de dos postes



Manual del elevador de 2 columnas TW 260 B4.5

12. Comportamiento en caso de mal funcionamiento

En caso de problemas con el elevador, la causa pueden ser pequeños errores en algunos casos. Utilice la siguiente lista para solucionar problemas*.

Si la causa del error no aparece en la lista o no se puede encontrar, comuníquese con el equipo de Twin Busch.



Nunca intente sus propias reparaciones, especialmente en dispositivos de seguridad o partes del sistema eléctrico.

* Los puntos dependen del modelo y tipo de elevador.

¡Los trabajos en el sistema eléctrico sólo pueden ser realizados por electricistas!

Problema: El elevador no puede ser subido ni bajado

Posibles causas

- No hay fuente de alimentación
- Fuente de alimentación interrumpida
- Interruptor principal no se enciende o está dañado
- Apagado de emergencia presionado o defectuoso
- Fusible de la conexión eléctrica se ha disparado o está dañado
- Fusible en la caja de mando se ha disparado o está dañado

Solución

- Comprobar la fuente de alimentación
- Comprobar la línea de alimentación
- Comprobar el interruptor principal 
- Desbloquear el apagado de emergencia, verificar 
- Comprobar el fusible
- Comprobar el fusible

Problema: El elevador no puede ser subido

Posibles causas

- para corriente trifásica: falta una fase
- para corriente trifásica: dirección de giro del motor invertida
- Bomba de aceite defectuosa
- Válvula de bajada de emergencia abierta
- Motor defectuoso
- Sobrecarga

Solución

- Comprobar la fuente de alimentación 
- Comprobar la dirección de giro, eventualmente cambiar fase 
- Notificar al equipo de servicio de Twin Busch
- Cerrar la válvula de bajada de emergencia
- Notificar al equipo de servicio de Twin Busch
- La válvula de alivio de presión se ha abierto, reducir la carga

Problema: El elevador no puede ser bajado

Posibles causas

- Elevador asentado sobre los cierres de seguridad
- Elevador ha subido hasta el final de carrera
- Motor defectuoso
- Elevador bloqueado al bajar

Solución

- Subir el elevador un poco, tirar de los cierres, bajar
- Eventualmente aflojar el final de carrera, subir 1 cm y bajar
- Abrir los cierres de seguridad y bajar el elevador mediante bajada de emergencia
- Subir el elevador levemente y retirar la obstrucción

Anexo 10:

Manual de instalación y mantenimiento de un elevador de cuatro postes



Manual de Instalación y Mantenimiento



ELEVADOR 4 STRONGLINE MAQUIN PARTS
CAP. 14500 KGS

CÓD 3077

Anexo 11:

Frecuencia de tareas de mantenimiento de un elevador de cuatro postes

CALENDARIO DE MANTENIMIENTO

MENSUAL:

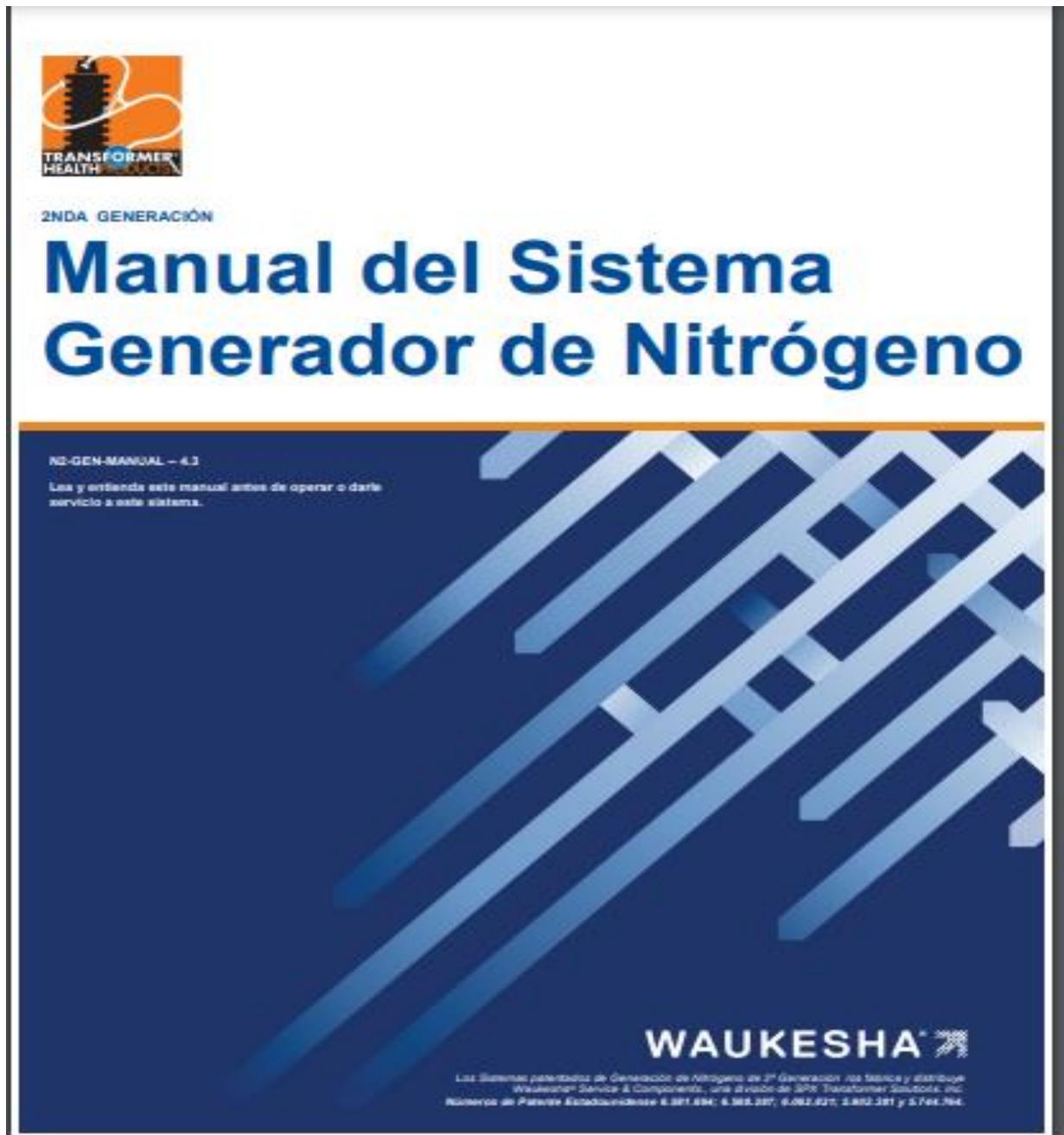
1. Vuelva a apretar los tornillos de anclaje a 150 Nm;
 2. Lubrique el cable con lubricante;
 3. Compruebe todas las conexiones de cables, pernos y pasadores para asegurar el montaje adecuado;
 4. Hacer una inspección visual de todas las mangueras / líneas hidráulicas para posibles desgaste o fugas;
 5. Lubrique todos los rodillos, dispositivos de seguridad con 90wt. Aceite de engranajes o equivalente.
- Nota: Todos los pernos de anclaje deben tener torque completo. Si alguno de los pernos no funciona por alguna razón, NO utilice el elevador hasta que el perno haya sido reemplazado.**

CADA SEIS MESES:

1. Realizar una inspección visual de todas las piezas móviles para detectar posibles daños, desgaste, interferencias o daños.
2. Compruebe y ajuste según sea necesario, la tensión del ecualizador para asegurar una elevación de nivel.
3. Compruebe las columnas con la plomada.

Anexo 12:

Manual de mantenimiento de un generador de nitrógeno



Anexo 13:

Tareas de mantenimiento del generador de nitrógeno

WAUKESHA 



MANUAL DEL SISTEMA GENERADOR DE NITRÓGENO DE 2^{DA} GENERACIÓN

MANTENIMIENTO

NOTA: Hay disponible un kit de reemplazo del filtro completo, n° de pieza 1030-1727K. El filtro de carbono **DEBE** cambiarse dos veces al año

EL FILTRO DE CARBONO DEBE CAMBIARSE DOS VECES AL AÑO

Instale un nuevo filtro de polvo/absorbedor de carbono, N° de Pieza 1030-1231:

- 1) Abra la puerta de la unidad del generador.
- 2) Deslice el filtro de carbono para retirarlo de los soportes de retención.
- 3) Instale un nuevo filtro teniendo en cuenta la dirección del flujo de aire.
- 4) Cierre la puerta de la unidad del generador.

FILTRO DE ENTRADA DEL COMPRESOR DE AIRE — REEMPLAZAR DOS VECES AL AÑO O CADA 400 HORAS

Instale un nuevo filtro, N° de Pieza 1030-1301:

- 1) Desconecte la alimentación a la unidad del generador.
- 2) Abra la puerta de la unidad del generador y desatorille el conjunto del filtro del compresor de aire.
- 3) Compruebe que no haya contaminación en el lado de entrada del compresor de aire del filtro. Si la hubiera, se han bombeado contaminantes a través del sistema y es necesario reemplazar los elementos del filtro coalescente/final.
- 4) Instale el nuevo conjunto de filtro del compresor de aire.
- 5) Elimine presión del depósito de almacenamiento de nitrógeno utilizando la válvula de sumidero (consulte la figura 11 en la página 19) hasta que queden 95 psi.
- 6) Cierre la puerta del generador y conecte de nuevo la alimentación.
- 7) Compruebe que el compresor cargue satisfactoriamente el depósito de almacenamiento – este proceso debería tardar aprox. 10 minutos.

SUMIDERO DE ACEITE — LIMPIAR DOS VECES AL AÑO O CADA 400 HORAS

La trampa de impurezas debe inspeccionarse y limpiarse periódicamente:

- 1) Desconecte la alimentación a la unidad del generador.
- 2) Cierre la válvula de salida para aislar el espacio de gas del sistema generador.
- 3) Asegúrese de que la unidad esté despresurizada abriendo la válvula de sumidero (consulte la figura 11 en la página 19).
- 4) Si fuera necesario, limpie el sumidero de aceite con agua caliente y jabón. El alojamiento puede desatorillarse de la base de montaje para la limpieza. Apriete los alojamientos, pero no excesivamente.
- 5) Conecte de nuevo al alimentación y compruebe que el compresor cargue satisfactoriamente el depósito de almacenamiento – este proceso debería tardar aprox. 10 minutos.

⚠ PRECAUCIÓN – Utilice solo jabón suave y agua para la limpieza. No utilice desengrasantes u otros productos químicos incompatibles.

CONJUNTOS DEL FILTRO COALESCENTE Y DE PARTÍCULAS – REEMPLAZAR DOS VECES AL AÑO O CADA 400 HORAS

Instale filtros nuevos como un conjunto, Números de Pieza 1030-1300 (coalescente) y 1030-1303 (partículas):

- 1) Desconecte la alimentación al sistema generador (consulte la figura 7 en la página 10).
- 2) Cierre la válvula de salida para aislar el espacio de gas del sistema generador.

Anexo 14:

Tareas de mantenimiento del generador de nitrógeno (Continuación)

WAUKESHA 



MANUAL DEL SISTEMA GENERADOR DE NITRÓGENO DE 2^{DA} GENERACIÓN

MANTENIMIENTO (continuación)

CONJUNTOS DEL FILTRO COALESCENTE Y DE PARTÍCULAS – REEMPLAZAR DOS VECES AL AÑO O CADA 400 HORAS (continuación)

- 3) Desatornille cuidadosamente los alojamientos de los filtros (conservar las juntas tóricas del alojamiento para reutilizarlas) de los cuerpos.
- 4) Si fuera necesario, limpie los alojamientos de los filtros con agua caliente y jabón.
- 5) Reemplace los filtros coalescente y de partículas y las juntas tóricas.
- 6) Apriete los alojamientos, pero no excesivamente.
- 7) Elimine presión del depósito de almacenamiento de nitrógeno utilizando la válvula de sumidero (consulte la figura 11 en la página 19) hasta que queden 95 psi.
- 8) Conecte de nuevo al alimentación y compruebe que el compresor cargue satisfactoriamente el depósito de almacenamiento – este proceso debería tardar aprox. 10 minutos.

FILTRO DE CLIMATIZACIÓN – REEMPLAZAR DOS VECES AL AÑO

Instale un nuevo filtro, N° de Pieza 1030-1302.

- 1) El reemplazo del filtro de climatización depende de las condiciones del exterior, como por ejemplo la presencia de polvo y otra suciedad.
- 2) Deslice el filtro de climatización para retirarlo de los soportes de retención. En algunas unidades podría ser necesario retirar los soportes.
- 3) Reemplace el filtro.

OTRO MANTENIMIENTO

INTERRUPTOR DE PRESIÓN DEL DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO

El ajuste del interruptor de presión se ha efectuado en fábrica y normalmente no debe modificarse. Si se produjeran problemas durante el transporte o las actividades de mantenimiento, siga el siguiente procedimiento que se indica como referencia.

- 1) Desconecte la alimentación a la unidad del generador.
- 2) Retire la tapa del interruptor de presión.
- 3) Afloje la contratuerca con una llave de boca de 3/4".
- 4) Utilizando una llave de boca de 5/8", gire el ajustador en el sentido de las agujas del reloj para incrementar el punto de consigna y en el sentido contrario a las agujas del reloj para reducirlo.
- 5) Sujete el ajustador con la llave y apriete la contratuerca.
- 6) Si fuera necesario ajustar la banda muerta, gire el mando rotatorio en el sentido de las agujas del reloj para incrementar la banda muerta y en el sentido contrario a las agujas del reloj para reducirla.
- 7) Instale de nuevo la tapa y conecte de nuevo la alimentación al generador para comprobar los ajustes.

EMPAQUE DE LA PUERTA

Inspeccione el empaque de la puerta dos veces al año para asegurarse de que no esté desgarrada o mal alineada.

AJUSTE DE LA PUREZA

La pureza del nitrógeno está preajustada en fábrica. La pureza del gas nitrógeno puede ajustarse entre el 97% y el 99.5%.

IMPORTANTE: El ajuste de la pureza es un procedimiento que debe ser efectuado por un técnico competente que conozca el proceso. Si fuera necesario efectuar este procedimiento, éste deberá ser efectuado por SPX Transformer Solutions, ya que en caso contrario la garantía podría quedar anulada.

Los Sistemas patentados de Generador de Nitrógeno de 2da Generación son fabricados y distribuidos por Waukesha® Service & Components, una división de SPX Transformer Solutions, Inc. Números de Teléfono de EE.UU.: 630.211.884; 6.362.297; 6.362.221; 6.362.261 y 6.764.764.

W2-Gen Manual REV 4.3, 6/2017

22

Anexo 15:

Manual de mantenimiento de una desmontadora



REV. 01

1 / 37

Anexo 16:

Tareas de mantenimiento de la desmontadora

CAPÍTULO 7 - MANTENIMIENTO

7.1 ADVERTENCIAS GENERALES

	El personal no autorizado no puede realizar trabajos de mantenimiento.
---	---

- El mantenimiento regular, tal como se describe en el manual, es esencial para el correcto funcionamiento y larga vida útil de la desmontadora.
- Si el mantenimiento no se lleva a cabo con regularidad, el funcionamiento y la fiabilidad de la máquina pueden verse comprometidos, poniendo en peligro al operador y a cualquier otra persona que se encuentre en las inmediaciones.

	Antes de realizar cualquier trabajo de mantenimiento, desconecte la alimentación eléctrica y neumática. Además, es necesario romper el cordón sin carga 3-4 veces para que el aire en presión salga del circuito.
---	--

- Las piezas defectuosas deben ser sustituidas exclusivamente por personal especializado utilizando las piezas del fabricante.
- Se prohíbe enérgicamente retirar o manipular los dispositivos de seguridad (válvulas limitadoras y reguladoras de presión).

	En particular, el Fabricante no se hace responsable de las reclamaciones derivadas del uso de piezas de recambio de otros fabricantes o de los daños causados por la manipulación o el desmontaje de los sistemas de seguridad.
---	--

7.2 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

- Limpie la plataforma giratoria una vez a la semana con gasóleo para evitar la formación de suciedad, y engrase las guías de deslizamiento de las pinzas.
- Realice las siguientes operaciones al menos cada 30 días:
 - Check the oil level in the lubricator tank. If necessary, fill up by unscrewing the reservoir F. Only use ISO VG viscosity ISOHG class oil for compressed air circuit. (Fig. 22)

Anexo 17:

Tareas de mantenimiento de la desmontadora

- Compruebe que se inyecta una gota de aceite en el depósito F muy 3-4 veces que se pisa el pedal U. Si no es así, regule con el tornillo D (fig. 22)
- Después de los primeros 20 días de trabajo, vuelva a apretar los tornillos de apriete de las guías de la plataforma giratoria (Fig. 23).
- En caso de pérdida de potencia, compruebe que la correa de transmisión está tensa como se indica a continuación.



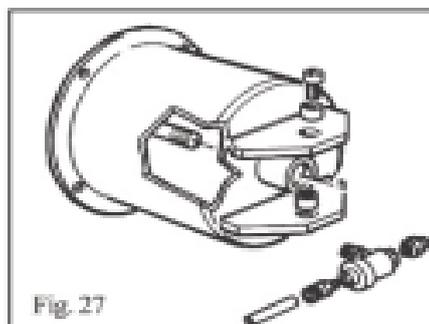
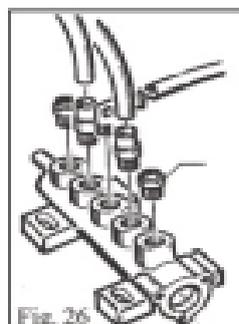
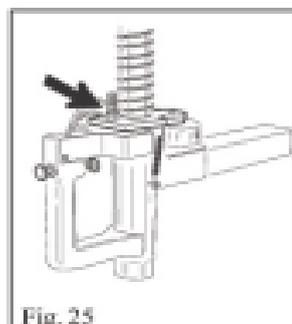
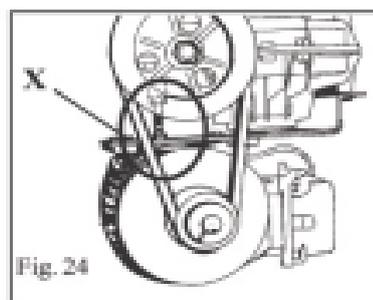
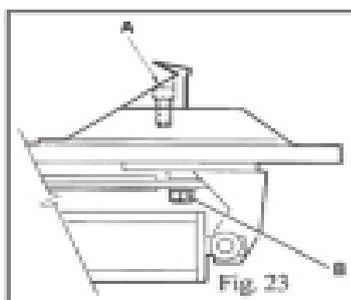
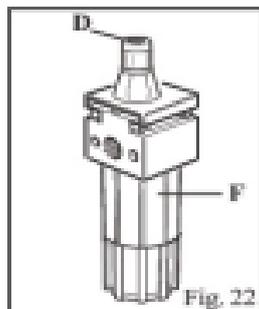
Antes de cualquier operación, desconecte la alimentación eléctrica.

- Retire el panel lateral izquierdo de la carrocería de la desmontadora desatornillando los cuatro tornillos de fijación.
- Retire la correa de transmisión mediante el tornillo de ajuste especial X en el soporte del motor (Fig. 24).
- Si es necesario ajustar la placa de bloqueo del brazo vertical porque la herramienta no se bloquea o no se eleva del borde de 2 mm necesario para trabajar, ajuste las tuercas como se muestra en la Fig. 25.

Para la limpieza o la sustitución del silenciador de las pinzas de apertura/cierre, consulte la Fig. 26 y proceda como sigue:

1. Retire el panel lateral izquierdo del cuerpo de la máquina desatornillando los cuatro tornillos de fijación
2. Desenrosca el silenciador puesto en el sistema de pedales, en el pedal de apertura/cierre de la pinza.
3. Limpiar con un chorro de aire comprimido o, si está dañado, sustituirlo consultando el catálogo de piezas de recambio.

Para la limpieza o sustitución del silenciador del destalonador, véase la Fig. 28 y proceda como se indica en los puntos 1 y 3 anteriores.



Anexo 18:

Plan de mantenimiento preventivo basado en RCM

PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE RUTAS Y GAMAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO EN EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE NATIONAL TIRE EXPERTS S.A.

1. Objeto

El presente procedimiento se aplica en el taller automotriz “El Inca” de la empresa NATIONAL TIRE EXPERTS S.A. ubicada en Quito, para la realización del mantenimiento preventivo de los equipos existentes en la instalación.

2. Alcance

Queda dentro del alcance de este procedimiento, las tareas necesarias para realizar mantenimiento preventivo a los siguientes equipos; Compresor, Elevador de dos postes 1, Elevador de dos postes 2, Elevador de dos postes 3, Elevador de cuatro postes, Desmontadora, Generador de nitrógeno y Balanceadora.

3. Documentos de referencia

- Sistema de gestión de la calidad, última revisión.
- Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional, última revisión.
- Sistema de gestión ambiental, última revisión.
- Procedimientos generales:
 - Manual de uso y especificaciones técnicas, de cada uno de los equipos que componen la planta.
- Procedimientos específicos:
 - Procedimiento para la revisión de motores.
 - Procedimiento para la lubricación de equipos.
 - Procedimiento para la revisión de fugas.

4. Responsabilidades

Será responsabilidad del jefe de mantenimiento conocer el contenido del presente procedimiento y participar en su implantación. El jefe de mantenimiento decidirá las acciones a tomar para resolver las desviaciones que pudieran presentarse durante su aplicación. Será responsabilidad del personal encargado de realizar los trabajos el aplicar adecuadamente las instrucciones reflejadas en este procedimiento y notificar las posibles anomalías observadas a su inmediato superior.

5. Instrucciones de seguridad

5.1. General

General Es de aplicación la normativa legal vigente, así como los siguientes documentos emitidos por el Servicio de Prevención.

- a) Plan de prevención de riesgos en el trabajo.
- b) Evaluación de riesgos y medidas preventivas.

5.2. Instrucciones de seguridad

Se deben tener en cuenta las siguientes medidas de seguridad:

1. Obligatorio el uso de casco, botas punta de acero, antideslizantes y aislantes.
2. Tomar precauciones para no tocar zonas marcadas como calientes.
3. Precaución para no tocar partes en movimiento.
4. No tocar cables eléctricos, ni manipular los equipos bajo tensión.

6. Desarrollo

6.1. Mantenimiento diario

- Materiales y medios
 - Herramientas: Llave dinamométrica, termómetro, manómetro, bomba de vacío, cinta métrica, herramientas de corte y sujeción, grasera.
 - Materiales y fungibles: Aceite lubricante, grasa lubricante, adhesivo sellador.
- Ruta diaria. Tareas a realizar en los equipos de manera diaria.
 1. Verificación del torque de los pernos
 2. Verificación de las abrazaderas
 3. Monitoreo de temperatura
 4. Verificación del estado de la bomba
 5. Verificación del estado de los postes
 6. Verificación del estado de los brazos
 7. Verificación del nivel de aceite y rellenado si es necesario
 8. Lubricación de rodamientos

6.2. Mantenimiento semanal

- Materiales y medios
 - Herramientas: Linterna o lámpara de inspección, herramientas de corte y sujeción, grasera.
 - Materiales y fungibles: Grasa lubricante, adhesivo sellador.
- Ruta semanal. Tareas a realizar en los equipos de manera semanal.
 1. Inspección visual del brazo
 2. Lubricación del pivote del brazo
 3. Inspección visual de la placa de sujeción
 4. Inspección visual de las mangueras

6.3. Mantenimiento mensual

- Materiales y medios

- Herramientas: Llave inglesa o llave ajustable, amperímetro o multímetro, herramientas de corte y sujeción, herramientas de limpieza, llave de tubo o llave para filtros de aceite, graseras.
- Materiales y fungibles: Limpiador de radiador, aceite lubricante, filtro de aceite, adhesivo sellador, piezas de repuesto (válvulas, cilindro, etc.).
- Ruta mensual. Tareas a realizar en los equipos de manera mensual.
 1. Verificación y limpieza del radiador
 2. Verificación de la corriente eléctrica
 3. Revisión del sistema hidráulico
 4. Reparar o reemplazar cilindro
 5. Limpieza de los conductos de ventilación del motor
 6. Sustitución del filtro de aceite
 7. Reparación o reemplazo de las válvulas
 8. Limpieza o reemplazo de enchufes y conectores
 9. Limpieza o reemplazo del filtro de aire
 10. Reparación o reemplazo de las válvulas de compresión
 11. Reparación o reemplazo de las válvulas de adsorción
 12. Reparación o reemplazo de las válvulas de secado
 13. Limpieza de los tubos de aluminio
 14. Reparación o reemplazo de las válvulas del almacenamiento

6.4. Mantenimiento Trimestral

- Materiales y medios
 - Herramientas: Llaves de tubo, llaves ajustables, destornilladores, alicates, llaves de impacto, medidores de temperatura, medidores de corriente, multímetro, extractores de rodamientos, cortadores de tubos, herramientas para limpieza y ajuste de interruptores.
 - Materiales y fungibles: Filtros de aceite, rodamientos, correas, tubos de conexión, aceite para lubricación, líquido refrigerante, herramientas de limpieza, lubricantes, filtros de adsorción y secado, piezas de repuesto para las válvulas de alivio, termostato e interruptor de límite.
- Ruta trimestral. Tareas a realizar en los equipos de manera trimestral.
 1. Reemplazo del filtro de aceite
 2. Verificación y limpieza de la válvula de alivio

3. Verificación y limpieza del termostato
4. Limpieza y ajuste del interruptor de límite
5. Reemplazo de rodamientos
6. Reemplazo del interruptor de límite
7. Reemplazo de las correas
8. Limpieza o reemplazo del filtro de adsorción
9. Limpieza o reemplazo del filtro de secado
10. Reparación o reemplazo de los tubos de interconexión

6.5. Mantenimiento semestral

- Materiales y medios
 - Herramientas: Llaves, destornilladores, alicates, medidor de voltaje, herramientas para reemplazo de juntas, limpiadores de contacto eléctrico, herramientas para ajuste de frenos, cepillos de repuesto para motor, herramientas para reemplazo de brazos de sujeción y guías de rodillos.
 - Materiales y fungibles: Juntas de repuesto, limpiadores de contacto eléctrico, lubricantes, líquido de frenos, cepillos de repuesto para motor, aceite para válvulas de alivio, brazos de sujeción y guías de rodillos de repuesto, tanque de repuesto, panel de control de repuesto, cables eléctricos y conectores de repuesto.
- Ruta semestral. Tareas a realizar en los equipos de manera semestral.
 1. Verificación y reemplazo de las juntas
 2. Verificación y limpieza de los contactos eléctricos
 3. Verificación de la corriente eléctrica
 4. Verificación del estado del cableado
 5. Verificación del sistema de frenado
 6. Sustitución de los cepillos del motor
 7. Limpieza y ajuste de la válvula de alivio
 8. Reemplazo de brazos de sujeción
 9. Reemplazo de guías de rodillos
 10. Inspección visual y reparación del tanque
 11. Reparación o reemplazo del panel de control

6.6. Mantenimiento anual

- Materiales y medios

- Herramientas: Juego de llaves, Llaves de tubo, Llaves de trinquete, Alicates, Destornilladores, Llave inglesa, Martillo, Pinzas, Comprobador de presión, Multímetro digital, Comprobador de fugas, Medidor de humedad, Medidor de presión.
- Materiales y fungibles: Anillos de pistón y camisas de cilindro, Válvulas y juntas de repuesto, Radiador y mangueras de repuesto, Termostato de repuesto, Cableado y conectores eléctricos de repuesto, Interruptores de seguridad de repuesto, Controladores de repuesto, Software de actualización, Pastillas de freno de repuesto, Sello de bomba de repuesto, Postes y brazos de repuesto, Aceite y filtro de aceite de repuesto, Refrigerante y aditivos para radiador, Frenos y líquido de frenos, Soldadura y estaño, Limpiadores y solventes, Grasa y lubricantes, Adhesivos y selladores, Materiales de calibración como indicadores de humedad y medidores de presión.
- Gama anual. Tareas a realizar en los equipos de manera anual.
 1. Reemplazo del anillo de pistón
 2. Reemplazo de las camisas de cilindro
 3. Reemplazo de la válvula o reparación de la fuga
 4. Reemplazo del radiador
 5. Reemplazo de las mangueras
 6. Reemplazo del termostato
 7. Reemplazo del cableado
 8. Verificación y reemplazo del interruptor de seguridad
 9. Reemplazo del controlador
 10. Actualización del software
 11. Reemplazo del sello de la bomba
 12. Ajuste o reemplazo de postes
 13. Ajuste o reemplazo de brazos
 14. Reemplazo de las pastillas
 15. Reemplazo o reparación de los cilindros
 16. Reemplazo del cable de elevación
 17. Reemplazo de cables eléctricos
 18. Reemplazo de los controles eléctricos
 19. Reemplazo de los tamices moleculares

- 20. calibración o reemplazo de los indicadores de humedad
- 21. Calibración o reemplazo del medidor de presión
- 22. Calibración o reemplazo del controlador de temperatura
- 23. calibración o reemplazo del controlador de presión

7. Averías, defectos o anomalías encontradas al realizar las gamas y rutas de mantenimiento

Si durante la realización de las tareas de mantenimiento preventivo tanto diarias, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales, se observa que los datos tomados se encuentran fuera de los rangos normales, se acudirá al encargado de mantenimiento donde se explicará cómo solucionar el problema.

8. Registros

Como resultado de los trabajos realizados, se debe completar los mantenimientos de manera, diaria, mensual, trimestral, semestral y anual, es así como la persona responsable que realice el trabajo de mantenimiento así como su inmediato superior deberán llevar registro de estos. Los registros se archivarán con el histórico del equipo, y los mismos deberán detallar, tarea realizada, responsable a cargo, averías detectadas y medidas correctivas llevadas a cabo en el equipo, en caso de consumir algún repuesto se debe detallar la cantidad y características del mismos, por otro lado si existe alguna observación adicional se debe detallar de manera clara y concreta.

9. Anexos

Codificación	Fecha	Revisión	Descripción
RD-UIO-IN	16/02/2023	0.0	Ruta diaria de mantenimiento
RSe-UIO-IN	16/02/2023	0.0	Ruta semanal de mantenimiento
RM-UIO-IN	16/02/2023	0.0	Ruta mensual de mantenimiento
RT-UIO-IN	16/02/2023	0.0	Ruta trimestral de mantenimiento
RS-UIO-IN	16/02/2023	0.0	Ruta semestral de mantenimiento
GA-UIO-IN	16/02/2023	0.0	Gama anual de mantenimiento
OT-UIO-IN	16/02/2023	0.0	Formato para orden de trabajo

NATIONAL TIRE EXPERTS S. A	RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA: DIARIO	CÓDIGO GAMA: RD-UIO-IN
INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR:			
OPERARIO:		FECHA:	
HERRAMIENTAS		EQUIPO DE PROTECCIÓN	
Llave dinamométrica, termómetro, manómetro, bomba de vacío, cinta métrica, herramientas de corte y sujeción, grasera.		Guantes de seguridad, Gafas de protección o protector facial, Botas de seguridad o calzado resistente, Mascarilla de protección respiratoria, Protectores auditivos, Ropa de trabajo resistente a la abrasión y/o productos químicos.	
RIESGO DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS: Temperaturas altas. Trabajar con guantes estar informado por medio de las fichas de seguridad; Riesgos eléctricos. No tocar cables, ni manipular equipos on line, uso de aislamiento; Riesgo de atrapamiento. No acercarse a más de 1 m de distancia a los mecanismos cuando estos permanezcan encendidos y no utilizar accesorios como pulseras, bufandas, etc. Riesgo de corte. No introducir ninguna extremidad durante el funcionamiento de la máquina			FIRMA OPERARIO:
MATERIALES:		CÓDIGO MATERIALES	
Aceite lubricante, grasa lubricante, adhesivo sellador.			
EQUIPO	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS	RANGO NORMAL
COMPRESOR UJO-ASG-C01	Verificación del torque de los pernos		
	Verificación de las abrazaderas		
	Monitoreo de temperatura		-20°C y 90°C
ELEVADOR DE DOS POSTES 1 UJO-AMA-EDP01	Verificación del torque de los pernos		
	Verificación del estado de la bomba		
	Verificación del estado de los postes		
	Verificación del estado de los brazos		
ELEVADOR DE DOS POSTES 2 UJO-AMA-EDP02	Verificación del torque de los pernos		
	Verificación del estado de la bomba		
	Verificación del estado de los postes		

	Verificación del estado de los brazos		
ELEVADOR DE DOS POSTES 3 UIO-AMA-EDP03	Verificación del torque de los pernos		
	Verificación del estado de la bomba		
	Verificación del estado de los postes		
	Verificación del estado de los brazos		
ELEVADOR DE CUATRO POSTES UIO-AMA-ECPO1	Verificación del torque de los pernos		
	Verificación del estado de la bomba		
	Verificación del estado de los postes		
	Verificación del estado de los brazos		
DESMONTADORA UIO-AMA-B01	Verificación del nivel de aceite y rellenado si es necesario		4 a 6 Lts
BALANCEADORA UIO-AMA-B01	Lubricación de rodamientos		
GENERADOR DE NITRÓGENO 1 UIO-AMA-GN01	Verificación del torque de los pernos		
OBSERVACIONES:			

NATIONAL TIRE EXPERTS S. A	RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA: SEMANAL	CÓDIGO GAMA: RSe-UIO-IN
INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR:			
OPERARIO:		FECHA:	
HERRAMIENTAS		EQUIPO DE PROTECCIÓN	
Linterna o lámpara de inspección, herramientas de corte y sujeción, grasera.		Guantes de seguridad, Gafas de protección o protector facial, Botas de seguridad o calzado resistente, Mascarilla de protección respiratoria, Protectores auditivos, Ropa de trabajo resistente a la abrasión y/o productos químicos.	
RIESGO DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS: Temperaturas altas. Trabajar con guantes estar informado por medio de las fichas de seguridad; Riesgos eléctricos. No tocar cables, ni manipular equipos on line, uso de aislamiento; Riesgo de atrapamiento. No acercarse a más de 1 m de distancia a los mecanismos cuando estos permanezcan encendidos y no utilizar accesorios como pulseras, bufandas, etc. Riesgo de corte. No introducir ninguna extremidad durante el funcionamiento de la máquina			FIRMA OPERARIO:
MATERIALES:		CÓDIGO MATERIALES	
Grasa lubricante, adhesivo sellador.			
EQUIPO	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS	RANGO NORMAL
DESMONTADORA UIO-AMA-B01	Inspección visual del brazo		
	Lubricación del pivote del brazo		
	Inspección visual de la placa de sujeción		
	Inspección visual de las mangueras		
OBSERVACIONES:			

NATIONAL TIRE EXPERTS S. A	GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA: MENSUAL	CÓDIGO GAMA: RM-UIO-IN
INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR:			
OPERARIO:		FECHA:	
HERRAMIENTAS		EQUIPO DE PROTECCIÓN	
llave inglesa o llave ajustable, amperímetro o multímetro, herramientas de corte y sujeción, herramientas de limpieza, llave de tubo o llave para filtros de aceite, grasera.		Guantes de seguridad, Gafas de protección o protector facial, Botas de seguridad o calzado resistente, Mascarilla de protección respiratoria, Protectores auditivos, Ropa de trabajo resistente a la abrasión y/o productos químicos.	
RIESGO DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS: Temperaturas altas. Trabajar con guantes estar informado por medio de las fichas de seguridad; Riesgos eléctricos. No tocar cables, ni manipular equipos on line, uso de aislamiento; Riesgo de atrapamiento. No acercarse a más de 1 m de distancia a los mecanismos cuando estos permanezcan encendidos y no utilizar accesorios como pulseras, bufandas, etc. Riesgo de corte. No introducir ninguna extremidad durante el funcionamiento de la máquina			FIRMA OPERARIO:
MATERIALES:		CÓDIGO MATERIALES	
limpiador de radiador, aceite lubricante, filtro de aceite, adhesivo sellador, piezas de repuesto (válvulas, cilindro, etc.).			
EQUIPO	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS	RANGO NORMAL
COMPRESOR UIO-ASG-C01	Verificación y limpieza del radiador		
ELEVADOR DE DOS POSTES 1 UIO-AMA-EDP01	Verificación de la corriente eléctrica		Corriente eléctrica trifásica de 208-240 voltios a 60 Hz. (20 y 60 amperios)
ELEVADOR DE DOS POSTES 2 UIO-AMA-EDP02	Verificación de la corriente eléctrica		Corriente eléctrica trifásica de 208-240 voltios a 60 Hz. (20 y 60 amperios)

ELEVADOR DE DOS POSTES 3 UJO-AMA-EDP03	Verificación de la corriente eléctrica		Corriente eléctrica trifásica de 208-240 voltios a 60 Hz. (20 y 60 amperios)
ELEVADOR DE CUATRO POSTES UJO-AMA-EC01	Verificación de la corriente eléctrica		Corriente eléctrica trifásica de 208-240 voltios a 60 Hz. (20 y 60 amperios)
DESMONTADORA UJO-AMA-B01	Revisión del sistema hidráulico		
	Reparar o reemplazar cilindro		
	Reemplazo del cilindro		
	Limpieza de los conductos de ventilación del motor		
	Sustitución del filtro de aceite		
BALANCEADORA UJO-AMA-B01	Reparación o reemplazo de las válvulas		
	Limpieza o reemplazo de enchufes y conectores		
GENERADOR DE NITRÓGENO 1 UJO-AMA-GN01	Limpieza o reemplazo del filtro de aire		
	Reparación o reemplazo de las válvulas de compresión		
	Reparación o reemplazo de las válvulas de adsorción		
	Reparación o reemplazo de las válvulas de secado		
	Limpieza de los tubos de aluminio		
	Reparación o reemplazo de las válvulas del almacenamiento		
	Verificación de la corriente eléctrica		10-15 amperios a 220 voltios
OBSERVACIONES:			

NATIONAL TIRE EXPERTS S. A	RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA: TRIMESTRAL	CÓDIGO GAMA: RT-UIO-IN
INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR:			
OPERARIO:		FECHA:	
HERRAMIENTAS		EQUIPO DE PROTECCIÓN	
llaves de tubo, llaves ajustables, destornilladores, alicates, llaves de impacto, medidores de temperatura, medidores de corriente, multímetro, extractores de rodamientos, cortadores de tubos, herramientas para limpieza y ajuste de interruptores.		Guantes de seguridad, Gafas de protección o protector facial, Botas de seguridad o calzado resistente, Mascarilla de protección respiratoria, Protectores auditivos, Ropa de trabajo resistente a la abrasión y/o productos químicos.	
RIESGO DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS: Temperaturas altas. Trabajar con guantes estar informado por medio de las fichas de seguridad; Riesgos eléctricos. No tocar cables, ni manipular equipos on line, uso de aislamiento; Riesgo de atrapamiento. No acercarse a más de 1 m de distancia a los mecanismos cuando estos permanezcan encendidos y no utilizar accesorios como pulseras, bufandas, etc. Riesgo de corte. No introducir ninguna extremidad durante el funcionamiento de la máquina			FIRMA OPERARIO:
MATERIALES:		CÓDIGO MATERIALES	
Filtros de aceite, rodamientos, correas, tubos de conexión, aceite para lubricación, líquido refrigerante, herramientas de limpieza, lubricantes, filtros de adsorción y secado, piezas de repuesto para las válvulas de alivio, termostato y interruptor de límite.			
EQUIPO	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS	RANGO NORMAL
COMPRESOR U10-ASG-C01	Reemplazo del filtro de aceite		
	Verificación y limpieza de la válvula de alivio		
	Verificación y limpieza del termostato		
ELEVADOR DE DOS POSTES 1 U10-AMA-EDP01	Verificación y limpieza de la válvula de alivio		
ELEVADOR DE DOS POSTES 2 U10-	Verificación y limpieza de la válvula de alivio		

ELEVADOR DE DOS POSTES 3 UIO-AMA-EDP03	Verificación y limpieza de la válvula de alivio		
ELEVADOR DE CUATRO POSTES UIO-AMA-ECP01	Verificación y limpieza de la válvula de alivio		
DESMONTADORA UIO-AMA-B01	Limpieza y ajuste del interruptor de límite		
BALANCEADORA UIO-AMA-B01	Reemplazo de rodamientos		
	Reemplazo del interruptor de límite		
GENERADOR DE NITRÓGENO 1 UIO-AMA-GN01	Reemplazo de las correas		
	Limpieza o reemplazo del filtro de adsorción		
	Limpieza o reemplazo del filtro de secado		
	Reparación o reemplazo de los tubos de interconexión		
OBSERVACIONES:			

NATIONAL TIRE EXPERTS S. A	RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA : SEMESTRAL	CÓDIGO GAMA: RS-UIO-IN
INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR:			
OPERARIO:		FECHA:	
HERRAMIENTAS		EQUIPO DE PROTECCIÓN	
Llaves, destornilladores, alicates, medidor de voltaje, herramientas para reemplazo de juntas, limpiadores de contacto eléctrico, herramientas para ajuste de frenos, cepillos de repuesto para motor, herramientas para reemplazo de brazos de sujeción y guías de rodillos.		Guantes de seguridad, Gafas de protección o protector facial, Botas de seguridad o calzado resistente, Mascarilla de protección respiratoria, Protectores auditivos, Ropa de trabajo resistente a la abrasión y/o productos químicos.	
RIESGO DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS: Temperaturas altas. Trabajar con guantes estar informado por medio de las fichas de seguridad; Riesgos eléctricos. No tocar cables, ni manipular equipos on line, uso de aislamiento; Riesgo de atrapamiento. No acercarse a más de 1 m de distancia a los mecanismos cuando estos permanezcan encendidos y no utilizar accesorios como pulseras, bufandas, etc. Riesgo de corte. No introducir ninguna extremidad durante el funcionamiento de la máquina			FIRMA OPERARIO:
MATERIALES:		CÓDIGO MATERIALES	
Juntas de repuesto, limpiadores de contacto eléctrico, lubricantes, líquido de frenos, cepillos de repuesto para motor, aceite para válvulas de alivio, brazos de sujeción y guías de rodillos de repuesto, tanque de repuesto, panel de control de repuesto, cables eléctricos y conectores de repuesto.			
EQUIPO	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS	RANGO NORMAL
COMPRESOR UJO-ASG-C01	Verificación y reemplazo de las juntas		
	Verificación y limpieza de los contactos eléctricos		
	Verificación de la corriente eléctrica		
	Verificación del estado del cableado		
ELEVADOR DE DOS POSTES 1 UJO-AMA- EDP01	Verificación y reemplazo de las juntas		
	Verificación y limpieza de los contactos		
	Verificación del estado del cableado		
	Verificación del sistema de frenado		

ELEVADOR DE DOS POSTES 2 UIO-AMA-EDP02	Verificación y reemplazo de las juntas		
	Verificación y limpieza de los contactos		
	Verificación del estado del cableado		
	Verificación del sistema de frenado		
ELEVADOR DE DOS POSTES 3 UIO-AMA-EDP03	Verificación y reemplazo de las juntas		
	Verificación y limpieza de los contactos		
	Verificación del estado del cableado		
	Verificación del sistema de frenado		
ELEVADOR DE CUATRO POSTES UIO-AMA-ECPO1	Verificación y reemplazo de las juntas		
	Verificación y limpieza de los contactos		
	Verificación del estado del cableado		
	Verificación del sistema de frenado		
DESMONTADORA UIO-AMA-B01	Sustitución de los cepillos del motor		
	Verificación del estado del cableado		
	Limpieza y ajuste de la válvula de alivio		
BALANCEADORA UIO-AMA-B01	Reemplazo de brazos de sujeción		
	Reemplazo de guías de rodillos		
GENERADOR DE NITRÓGENO 1 UIO-AMA-GN01	Verificación y reemplazo de las juntas		
	Inspección visual y reparación del tanque		
	Reparación o reemplazo del panel de control		
	Verificación y limpieza de los contactos		
	Verificación del estado del cableado		
OBSERVACIONES:			

NATIONAL TIRE EXPERTS S. A		GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA: ANUAL	CÓDIGO GAMA: RA-UIO-IN
INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR:				
OPERARIO:			FECHA:	
HERRAMIENTAS		EQUIPO DE PROTECCIÓN		
Juego de llaves, Llaves de tubo, Llaves de trinquete, Alicates, Destornilladores, Llave inglesa, Martillo, Pinzas, Comprobador de presión, Multímetro digital, Comprobador de fugas, Medidor de humedad, Medidor de presión.		Guantes de seguridad, Gafas de protección o protector facial, Botas de seguridad o calzado resistente, Mascarilla de protección respiratoria, Protectores auditivos, Ropa de trabajo resistente a la abrasión y/o productos químicos.		
RIESGO DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS: Temperaturas altas. Trabajar con guantes estar informado por medio de las fichas de seguridad; Riesgos eléctricos. No tocar cables, ni manipular equipos on line, uso de aislamiento; Riesgo de atrapamiento. No acercarse a más de 1 m de distancia a los mecanismos cuando estos permanezcan encendidos y no utilizar accesorios como pulseras, bufandas, etc. Riesgo de corte. No introducir ninguna extremidad durante el funcionamiento de la máquina				FIRMA OPERARIO:
MATERIALES:		CÓDIGO MATERIALES		
Anillos de pistón y camisas de cilindro, Válvulas y juntas de repuesto, Radiador y mangueras de repuesto, Termostato de repuesto, Cableado y conectores eléctricos de repuesto, Interruptores de seguridad de repuesto, Controladores de repuesto, Software de actualización, Pastillas de freno de repuesto, Sello de bomba de repuesto, Postes y brazos de repuesto, Aceite y filtro de aceite de repuesto, Refrigerante y aditivos para radiador, Frenos y líquido de frenos, Soldadura y estaño, Limpiadores y solventes, Grasa y lubricantes, Adhesivos y selladores, Materiales de calibración como indicadores de humedad y medidores de presión.				
EQUIPO	DESCRIPCIÓN	RESULTADOS	RANGO NORMAL	
COMPRESOR UIO-ASG-C01	Reemplazo del anillo de pistón			
	Reemplazo de las camisas de cilindro			
	Reemplazo de la válvula o reparación de la fuga			
	Reemplazo del radiador			
	Reemplazo de las mangueras			
	Reemplazo del termostato			
	Reemplazo del cableado			

	Verificación y reemplazo del interruptor de seguridad		
	Reemplazo del controlador		
	Actualización del software		
ELEVADOR DE DOS POSTES 1 UIO-AMA-EDP01	Reemplazo del sello de la bomba		
	Ajuste o reemplazo de postes		
	Ajuste o reemplazo de brazos		
	Reemplazo del controlador		
	Actualización del software		
	Verificación y reemplazo del interruptor de seguridad		
	Reemplazo del cableado		
	Reemplazo de las pastillas		
ELEVADOR DE DOS POSTES 2 UIO-AMA-EDP02	Reemplazo del sello de la bomba		
	Ajuste o reemplazo de postes		
	Ajuste o reemplazo de brazos		
	Reemplazo del controlador		
	Actualización del software		
	Verificación y reemplazo del interruptor de seguridad		
	Reemplazo del cableado		
	Reemplazo de las pastillas		
ELEVADOR DE DOS POSTES 3 UIO-AMA-EDP03	Reemplazo del sello de la bomba		
	Ajuste o reemplazo de postes		
	Ajuste o reemplazo de brazos		
	Reemplazo del controlador		
	Actualización del software		
	Verificación y reemplazo del interruptor de seguridad		
	Reemplazo del cableado		

	Reemplazo de las pastillas		
ELEVADOR DE CUATRO POSTES UIO-AMA-ECP01	Reemplazo del sello de la bomba		
	Ajuste o reemplazo de postes		
	Ajuste o reemplazo de brazos		
	Reemplazo del controlador		
	Actualización del software		
	Verificación y reemplazo del interruptor de seguridad		
	Reemplazo del cableado		
	Reemplazo de las pastillas		
DESMONTADORA UIO-AMA-B01	Reemplazo del cableado		
BALANCEADORA UIO-AMA-B01	Reemplazo o reparación de los cilindros		
	Reemplazo del cable de elevación		
	Reemplazo de cables eléctricos		
	Reemplazo de los controles eléctricos		
GENERADOR DE NITRÓGENO 1 UIO-AMA-GN01	Reemplazo de los tamices moleculares		
	Calibración o reemplazo de los indicadores de humedad		
	Calibración o reemplazo del medidor de presión		
	Calibración o reemplazo del controlador de temperatura		
	Calibración o reemplazo del controlador de presión		
	Reemplazo del cableado		
OBSERVACIONES:			

NATIONAL TIRE EXPERTS S.A	ORDEN DE TRABAJO	OT-UIO-IN	N.º ORDEN:
DATOS GENERALES			
Equipo: Describir el equipo a ser analizado		Fecha de emisión: Establecer fecha de la emisión de la orden de	
Solicitante: Nombre de la persona que solicita el mantenimiento		Nivel de prioridad: Prioridad en función del NPR que represente dicho	
DESCRIPCIÓN			
Síntomas: Se debe describir los síntomas que presenta la maquinaria o equipo a ser intervenidos.			
RIESGOS DEL TRABAJO (PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA)			
<input type="checkbox"/> Temperaturas altas. Trabajar con guantes estar informado por medio de las fichas de seguridad. <input type="checkbox"/> Riesgos eléctricos. No tocar cables, ni manipular equipos on line, uso de aislamiento. <input type="checkbox"/> Riesgo de corte. No introducir ninguna extremidad durante el funcionamiento de la máquina. <input type="checkbox"/> Productos químicos abrasivos. Evitar el contacto con la piel. <input type="checkbox"/> Ruido excesivo. Usar protectores acústicos <input type="checkbox"/> Otros			
EQUIPOS DE PROTECCIÓN			
<input type="checkbox"/> Guantes de seguridad <input type="checkbox"/> Gafas de protección o protector facial <input type="checkbox"/> Mascarilla de protección respiratoria <input type="checkbox"/> Botas de seguridad <input type="checkbox"/> Protectores auditivos <input type="checkbox"/> Ropa de trabajo resistente a la abrasión <input type="checkbox"/> Otros			
		Firma del operario: 	
HERRAMIENTAS Y MEDIOS A PREPARAR			
Herramientas: Se enlistan las herramientas a emplearse para la realización del mantenimiento.			
Condiciones previas a intervenir en el equipo: Se describe las condiciones en las que debe encontrarse el equipo para poder manipularlo.			
TRABAJO REALIZADO			
Describir la tarea de mantenimiento realizada en función de los síntomas presnetados por el equipo, con el fin de reparar la avería.			
Situación de la orden: Describir en que estado se encuentra la orden (Pendiente, En proceso, Completa)			
Operario	Fecha	Hora inicio	Hora final
Nombre del operario que realiza mantenimiento	Fecha que se atendio el pedido	Hora de inicio de mantenimiento	Hora final de mantenimiento
Total horas			
REPUESTOS CONSUMIDOS			
Cantidad	Descripción	P. Unitario	Total
Cantidad consumida	Nombre y características	Precio unitario del repuesto	Costo total de los repuestos consumidos
Total repuestos			
Observaciones: Anotar cualquier observacion o detalle extra referente a la orden de trabajo presentada.			