

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR-JOSÉ MIGUEL CARRERA

**PROPUESTA DE MODIFICACIÓN A PLAN DE MANTENIMIENTO GRUA DE
PATIO RT230 TEREX PARA “ASTILLERO ASMAR”**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Técnico Universitario en MECÁNICA
INDUSTRIAL.

Alumno:

Sr. Francisco García Bascuñán

Profesor Guía:

Mg. Ing. Carlos Baldi González

2018

RESUMEN

KEYWORD: GRÚA DE PATIO, UNIDAD MÓVIL, TAREAS CORRECTIVAS

Durante la práctica profesional realizada en Astillero y Maestranza de la Armada (ASMAR) se produjeron diversas problemáticas en cuanto a la eficacia y acuciosidad de los planes de mantenimiento de ciertos equipos de trabajo en cuanto a la profundidad del estudio previo como de la ejecución del mismo. Dentro de los diferentes equipos disponibles para intervenir su plan de mantenimiento se llegó a la idea de priorizar los equipos de carga; los cuales cumplen un rol fundamental en todo el funcionamiento y aparataje logístico dentro del taller como para el exterior donde se requiriera la participación de ellos. Las fallas se veían de forma recurrente, ya fueran parciales o totales, limitando el despliegue óptimo de otros equipos vinculados.

En este trabajo se realizó una propuesta de modificación al plan de mantenimiento de la grúa de patio RT-230 TEREEX, la cual desempeña tareas de movilización dentro de la planta ASMAR Chile, división Valparaíso.

En el capítulo uno se establece una contextualización del desarrollo del trabajo, dando a conocer la forma de trabajo de la planta, sus funciones y organización. También se realiza una descripción del equipo a intervenir para poder entender su funcionamiento y desempeño. Finalizando este capítulo se realizó una mención del tema de mantenimiento industrial explicando sus variables y cuál o cuáles de ellas se llevó a cabo durante el desarrollo del trabajo.

En el segundo capítulo comienza con la explicación de los métodos de análisis de mantenimiento que se llevaran a cabo para lograr fragmentar los sub sistemas y partes críticas dentro de la grúa, mediante un análisis de modo de falla el cual se genera posterior a un diagrama de Pareto basado en la cantidad de fallas por sub-sistema.

En el capítulo tres se presentan las tareas de mitigación a realizar en los sub sistemas de mayor criticidad; las cuales van asociadas directamente con procedimientos de trabajo regulados por la misma empresa y aplicados por ella, con el fin de reducir al máximo las fallas funcionales ya descubiertas anteriormente. También se elabora un presupuesto para cada procedimiento considerando HH, repuestos y personal autorizado dentro de la planta para realizar dichas tareas.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS Y SIMBOLOGIA

INTRODUCCIÓN 1

OBJETIVOS.....3

OBJETIVO GENERAL 3

OBJETIVOS ESPECIFICOS.....3

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y SITUACIÓN ACTUAL.....5

1.1. ASTILLEROS ASMAR CHILE.....7

1.1.1. División Valparaíso 8

1.2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: GRÚAS DE CARGA.....10

1.2.1. Características técnicas del equipo 11

1.2.2. Vista trasera acotada 13

1.2.3. Estructura general de una grúa móvil 14

1.2.4. Estrategias de mantenimiento 16

1.3. SITUACIÓN ACTUAL.....17

1.4. PROBLEMÁTICA 17

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA.....19

2.1. ANÁLISIS DIAGRAMA DE PARETO 21

2.1.1. ¿Cómo desarrollar un análisis de Pareto? 21

2.1.2. Análisis grúa de patio RT-230 TEREX 22

2.1.3. Elaboración análisis de Pareto para grúa RT-230 TEREX.....28

2.2. ANÁLISIS DE MODO DE FALLA Y SUS EFECTOS Y CRITICIDAD (AMFEC) 28

2.3. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE MODO DE FALLA Y SUS EFECTOS Y CRITICIDAD 30

2.3.1. Funciones y fallas funcionales 30

2.3.2. Modo de fallo.....30

2.2.3. Efecto de la falla 31

2.4. APLICACIÓN DE ANÁLISIS DE MODO DE FALLA Y SUS EFECTOS Y CRITICIDAD PARA GRÚA DE PATIO RT-230 TEREX.....32

2.4.1. Sistema: Hidráulico.....32

2.4.2. Sistema: Levante 33

2.4.3. Sistema: Frenado.....33

CAPÍTULO 3: PROCEDIMIENTOS DE MITIGACIÓN 35

3.1. ASIGNACION Y JERARQUIZACION DE TAREAS CORRECTIVAS.....37

3.1.1. Numero de prioridad de riesgo (NPR) 37

3.1.2. Valoración 38

3.1.3. Asignación de tareas correctivas para cada modo de fallo 40

3.2. COSTOS ASOCIADOS Y PERFIL DE EMPLEADO 42

3.2.1. Herramientas 42

3.2.2. Perfil de empleado 43

3.3. PROCEDIMIENTOS PARA TAREAS DE MITIGACIÓN 45

3.4. COSTOS TOTALES DE PROCEDIMIENTOS CORRECTIVOS.....45

3.4.1. Sistema hidráulico 45

3.4.2. Sistema de levante.....47

3.4.3. Sistema de frenado 49

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 53

BIBLIOGRAFÍA 55

ANEXOS 57

ANEXO A:PROCEDIMIENTO REEMPLAZO SELLOS PISTONES ESCLAVO GRÚA
RT 230.....59

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1-1.	Organigrama empresa ASMAR	8
Figura 1-2.	Fotografía panorámica de la planta Asmar división Valparaíso	10
Figura 1-3.	Ubicación geográfica de ASMAR	10
Figura 1-4.	Grua de patio TEREX 230	11
Figura 1-5.	Esquema dimensiones vista lateral grúa RT-230 TEREX	13
Figura 1-6.	Dimensiones vista trasera grúa RT-230 TEREX	13
Figura 1-7.	Manual de funcionamiento grúa RT-230 TEREX	14
Figura 1-8.	Mapa conceptual tipos de mantenimiento	16

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1.	Pareto general	22
Grafico 2-2.	Pareto aplicado en caso real	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1.	Características técnicas grúa RT-230	12
Tabla 1-2.	Partes de la grúa	15
Tabla 2-1.	Historial de mantenimiento sistema de motor	22
Tabla 2-2.	Historial de mantenimiento sistema hidráulico	23
Tabla 2-3.	Historial de mantenimiento sistema de levante	23
Tabla 2-4.	Historial de mantenimiento misceláneo	24
Tabla 2-5.	Historial de mantenimiento sistema de frenado	24
Tabla 2-6.	Historial de mantenimiento sistema eléctrico	24
Tabla 2-7.	Historial de mantenimiento sistema de partida	25
Tabla 2-8.	Historial de mantenimiento sistema de dirección	25
Tabla 2-9.	Historial de mantenimiento sistema de carga	25
Tabla 2-10.	Historial de mantenimiento sistema de tracción	25
Tabla 2-11.	Subsistema / Total de fallas	26
Tabla 2-12.	Porcentaje acumulado	27
Tabla 2-13.	Consecuencias/Descripción	29
Tabla 2-14.	Análisis AMFEC primera parte.	30

Tabla 2-15.	Análisis AMFEC segunda parte	31
Tabla 2-16.	Análisis AMFEC tercera parte	31
Tabla 2-17.	Fallas sistema hidráulico	32
Tabla 2-18.	Fallas sistema de Levante	33
Tabla 2-19.	Fallas sistema de frenado	34
Tabla 3-1.	Modo esquema NPR	37
Tabla 3-2.	Sistema Hidráulico	38
Tabla 3-3.	Sistema de levante	39
Tabla 3-4.	Sistema de frenado	39
Tabla 3-5.	Periodicidad y sus ponderaciones	40
Tabla 3-6.	Sistema hidráulico	40
Tabla 3-7.	Sistema hidráulico	41
Tabla 3-8.	Sistema de frenado	41
Tabla 3-9.	Valores y códigos de herramientas	42

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

\$	: Peso chileno (CLP)
%	: Porcentaje
“	: Pulgada
°	: Grado
°C	: Grado Celsius
AMFEC	: Análisis de modo de falla sus efectos y criticidad
ASMAR	: Astilleros y maestranzas de la armada de Chile
c.c	: Centímetros cúbicos
CNC	: Control numérico computarizado
h	: Hora
HH	: Hora hombre
IPC	: Índice de precio al consumidor
Km	: Kilometro
KN	: Kilo newton
KW	: Kilo watts
l	: Litro
m	: Metro
MIG	: Soldadura por arco con metal gas
Min	: Minuto
mm	: Milímetro
N°	: Número
NPR	: Número de prioridad de riesgo
PSI	: Libras por pulgada cuadrada. Unidad de presión
RPM	: Revoluciones por minuto
SPL	: Supervisor de primera línea
TIG	: Soldadura con electrodo permanente de tungsteno
TON	: Tonelada

INTRODUCCIÓN

Dentro de las industrias actualmente podemos identificar dos tipos, industrias de procesos e industrias de servicios; estas últimas ofrecen soluciones a necesidades de índole industrial que pueda tener el cliente. En este tipo de empresas está enmarcado el astillero Asmar, el cual tiene como enfoque la reparación y la mantención de equipos Navales, que ocupan un 70-75% de sus proyectos. Estos proyectos se asocian principalmente a elaboración de estructuras metálicas, pintado y tratado de superficies metálicas, así como electrónica en cuanto al control o automatismo de determinados sistemas y mecánica en general.

Esta empresa posee talleres para diferentes áreas tales como electricidad, electrónica, combustión interna, cañerías, estructuras y de máquinas-herramientas, donde es necesario el transporte de elementos mecánicos de gran envergadura. Es bajo esta necesidad que se adquiere una grúa de patio RT-230 TEREX, la cual se enmarca en el área de movilización de la empresa y se utiliza principalmente para realizar tareas de carga dentro del astillero.

Durante su vida útil esta máquina ha presentado diversas fallas, principalmente en el sistema de frenado, como en el de arranque.

A continuación se detallarán las fallas de la grúa a través de la recopilación de datos históricos proporcionados por la empresa, junto a información técnica del equipo. Así también se identificarán las condiciones actuales de funcionamiento para determinar los componentes que generen mayores pérdidas. Con la información recopilada, finalmente se dará a conocer una propuesta para modificar el plan de mantenimiento ya existente para este equipo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer la modificación del plan de mantenimiento de grúa RT-230 TEREX para mejorar su disponibilidad en la empresa ASMAR durante el año 2018 para optimizar los recursos invertidos en la mantención del equipo por parte de la empresa.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1) Identificar la condición actual de la grúa RT-230 TEREX para definir sus fallas mediante un análisis historial de mantenimiento.
- 2) Establecer sistema crítico dentro de grúa RT-230 TEREX para identificar modos de falla y darles prioridad de intervención.
- 3) Generar una propuesta de modificación al plan de mantenimiento de grúa RT-230 TEREX con la finalidad de reducir gastos asociados.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y SITUACIÓN ACTUAL

1. ANTECEDENTES GENERALES Y SITUACIÓN ACTUAL

En el capítulo a desarrollar se contextualiza el lugar donde opera el equipo; dando a conocer sus instalaciones y organización. También se abordan las características técnicas del equipo, su funcionamiento básico, dimensiones, aplicaciones en la empresa. Por último se realiza una reseña del tipo de mantenimiento a aplicar en este caso en particular para definir acciones futuras.

1.1. ASTILLEROS ASMAR CHILE

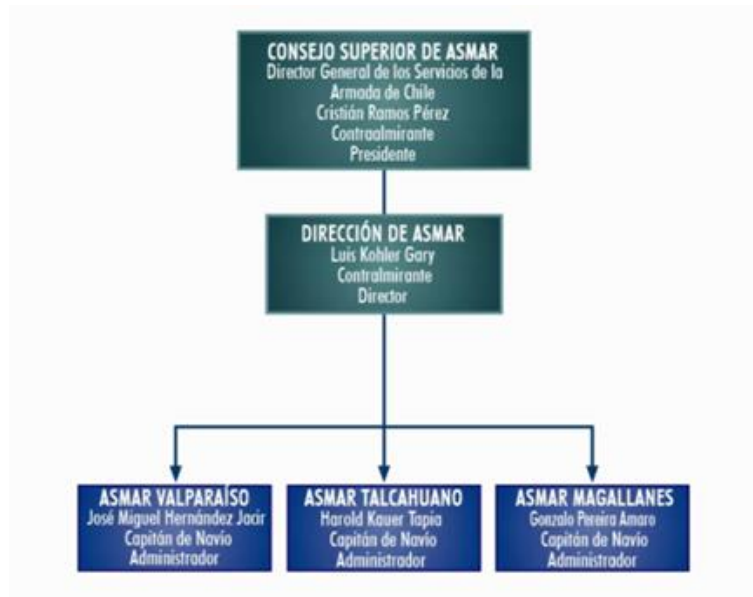
A continuación se realiza una breve reseña histórica de la empresa ASMAR:

- El 20 de febrero de 1896 se inaugura el Dique Seco de Carenas N°1, en la bahía de Concepción, Talcahuano, siendo la primera gran obra del complejo industrial.
- Para año 1924 se construye un nuevo dique seco con mayor capacidad que el anterior, que además de ofrecer sus servicios a las fuerzas armadas, también lo hacía a civiles a lo largo de la costa sur oriental del Pacífico.
- En Punta Arenas, el 1 de febrero de 1953, se inician las actividades como sub-departamento de ingeniería naval.
- Oficialmente el día 6 de abril de 1960, se creó ASMAR-Astilleros y maestranzas de la armada como empresa autónoma del Estado.

Para tener una noción más amplia de los objetivos que busca la empresa se presenta a continuación su misión y su visión. (Se cita textual de su página web)

- Misión: ASMAR es una Empresa del Estado, de administración autónoma, del área de la industria naval y de defensa, cuya actividad principal es satisfacer eficientemente las necesidades de reparaciones, carenas y construcciones de la Armada de Chile y efectuar reparaciones, carenas y construcciones de naves y artefactos navales para terceros.
- Visión: La visión de ASMAR es tener una administración, infraestructura, procesos y personal capacitado, para mantener en los niveles que le compete a las unidades de la Marina, poniendo a disposición de la Armada de Chile y de las empresas navieras del mundo sus capacidades de reparación y construcción naval, con el objeto de lograr su pleno empleo, alcanzando costos que la transformen en una Empresa más competitiva y rentable Organización

ASMAR está conformada por un Consejo Superior, una Dirección corporativa y tres plantas industriales. Como se puede apreciar en la siguiente imagen (Figura 1-1.)



Fuente: Página web de ASMAR, revisión mayo 2018

Figura 1-1. Organigrama empresa ASMAR

Consta de tres astilleros a lo largo de nuestro país: Talcahuano (La de mayor infraestructura), Magallanes y Valparaíso.

1.1.1. División Valparaíso

ASMAR división Valparaíso opera en el puerto de Valparaíso cuenta con diversos talleres y laboratorios apropiados para la reparación integral de naves. Además se dedica a la fabricación de embarcaciones neumáticas tanto para aplicaciones militares como civiles.

Esta división posee unas diversas áreas como administración, producción y los talleres de reparación como se muestra en la siguiente imagen.

1. Edificio administración: Aquí se encuentra el departamento de recursos humano; el cual realiza actividades relacionadas a la gestión de personal. También está el departamento de gestión donde se realizan análisis y balances generales de la empresa bajo diferentes parámetros.
2. Taller de mecánica: En este espacio se encuentra un taller de máquinas y herramientas con diversos equipos tales como tornos (convencionales y CNC), fresas, rectificadoras y dobladoras. Además existe un taller de calibración de

equipos propios como bancos de prueba para estanques de oxígeno utilizados para buceo.

3. Acceso principal: Aquí se encuentra una caseta de guardias, donde se lleva el registro de todos quienes entran y salen de la planta.
4. Nave central: Es en este espacio donde se encuentran las oficinas de prevención de riesgos, junto con los psicólogos laborales, además del camarín 1 y estacionamientos para personal de esta área.
5. Taller de electricidad y electrónica: En este sector se realizan reparaciones del sistema eléctrico o electrónico que se requieran, tales como paneles de control, cableado de sistemas, confección de placas electrónicas, entre otros.
6. Taller de combustión interna: Aquí se realizan pruebas de funcionamiento y mediciones de motores de combustión interna en diversos bancos de prueba, para garantizar un buen desempeño de dichos motores una vez instalados.
7. Taller de estructuras: Este taller se encarga tanto de fabricar estructuras de naves nuevas como de reparar fallas de alguna antigua. Consta con expertos en soldadura al arco, MIG y TIG para realizar un óptimo desempeño y entregar una solución de primera calidad.
8. Taller de acero: Cualquier tipo de actividad relacionada con placas de acero, revestimientos, compuertas, cascos de buques, entre otras, puede ser desarrollada en este taller que posee maquinaria para dichas labores.
9. Patio de varada: En esta zona, al exterior de los talleres se estacionan las grúas de patio, embarcaciones menores en espera para ser intervenidas, vehículos para traslado de personal o particulares. Aquí también se desarrollan las maniobras de isaje.
10. Taller de botes PUMAR: En este lugar se reparan y elaboran botes inflables de marca propia PUMAR para usos de la armada como civiles.
11. Taller de carpintería: Todas las labores que impliquen madera son efectuadas en este taller con máquinas-herramientas como tornos y taladros de pedestal.
12. Sector de granallado: Para la remoción de pintura o capas de óxido presente en ciertas estructuras, se utiliza la técnica de granallado la cual consiste en arrojar partículas de material abrasivo con la ayuda de aire comprimido, removiendo cualquier imperfección en superficies principalmente metálicas.
13. Taller de pintura: En este taller llega todo tipo de pieza o estructura que necesite pintado en su superficie, usando un compresor industrial y bajo condiciones ambientales reguladas.

A continuación se mostrará una fotografía panorámica de la planta Asmar división Valparaíso con los números ordenados según cada sección descrita (Figura 1-2.)



Fuente: Página web de ASMAR, revisión junio 2018

Figura 1-2. Fotografía panorámica de la planta Asmar división Valparaíso

Su edificio corporativo se encuentra en calle Prat 856, Piso 13, Valparaíso, Chile.
(Figura 1-3.)



Fuente: Página web de ASMAR, revisión mayo 2018

Figura 1-3. Ubicación geográfica de ASMAR

1.2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: GRÚAS DE CARGA

Las grúas en general se pueden clasificar en dos grandes tipos, uno de ellos son las grúas fijas las cuales se caracterizan por estar ancladas al suelo (al menos su estructura

principal), pese a ello pueden ser armadas y desarmadas en el lugar de trabajo. Por otro lado se encuentran las grúas del tipo móvil, como dice su nombre pueden ser desplazadas de acuerdo a las necesidades de uso, pero a diferencia de las grúas fijas, estas poseen una capacidad de carga menor. A continuación se muestra una imagen del equipo en el lugar donde se desempeña. (Figura 1-4.).



Fuente: Elaboración propia, para el proyecto.

Figura 1-4. Grúa de patio TEREX 230

1.2.1. Características técnicas del equipo

La siguiente tabla muestra los valores de funcionamiento para términos de operación y límites de cada parte del equipo. Se elaboró de forma autónoma basándose en el manual de operaciones de la grúa el cual posee los datos de cada una de sus partes por separado. Se detallan valores medidos y puestos a prueba bajo condiciones de trabajo reales.

Tabla 1-1. Características técnicas grúa RT-230

Pluma	4 secciones sincronizadas Mín.: 9,8 [m] / Máx.: 30,5 [m] Máx. pluma principal: 32,6 [m] Ángulo de elevación: -4° / +76°
Levante	Sistema hidráulico 2 velocidades Máx.: 145 [m/min] Tracción cable admisible: 40 [kN]
Estructura superior	Rotación: 360° Velocidad máx.: 2,7 [rpm] Motor hidráulico Pedal de accionamiento: Velocidad variable
Cabina	Comandos electro proporcionados Calefacción de accionamiento hidráulico Puerta deslizante
Chasis	Potencia nominal: 97 [kW] / 2200 [rpm] Torque máx.: 620 [Nm] / 1500 [rpm] Combustible: Diésel ultra bajo azufre Estanque: 190 [l]
Prestaciones de vehículo	Velocidad máx.:39,4 [km/h] Temperatura de trabajo: -25°C / 40°C Neumáticos: 20,5 x 25-24 PR

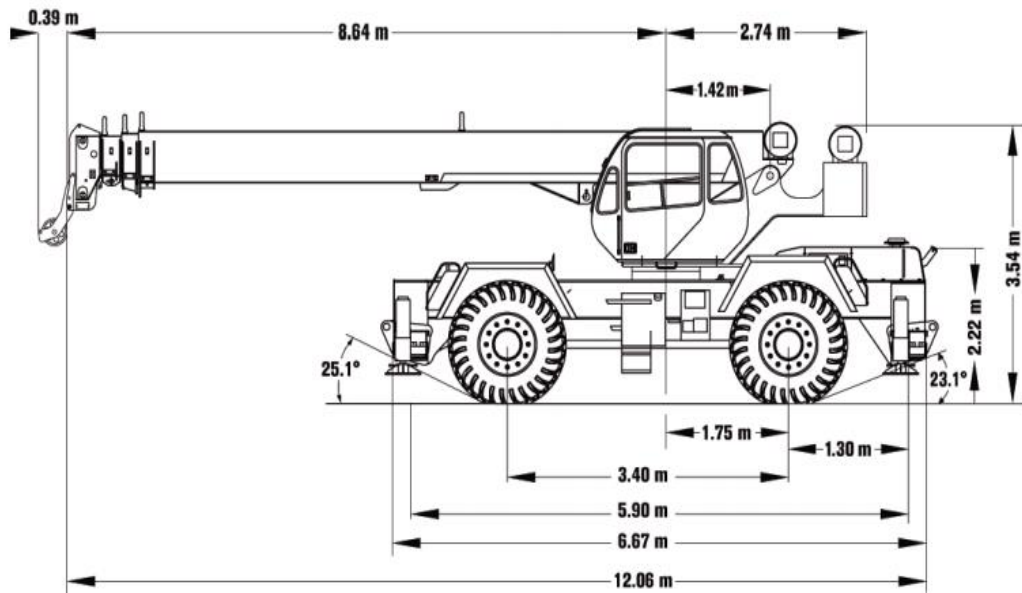
Fuente: Elaboración propia para el proyecto

1.2.1.1. Dimensiones estructurales

Para la correcta maniobrabilidad de la grúa de patio es necesario tener pleno conocimiento de las dimensiones de la estructura completa.

- Vista lateral acotada

Muestra las dimensiones en metros en vista lateral de la grúa. (Figura 1-5.).

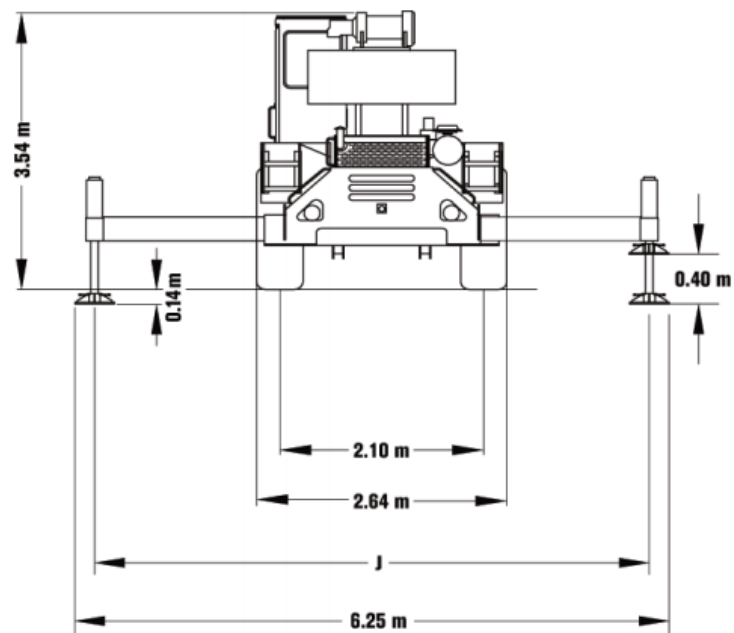


Fuente: Manual de funcionamiento grúa RT-230 TEREX

Figura 1-5. Esquema dimensiones vista lateral grúa RT-230 TEREX

1.2.2. Vista trasera acotada

Muestra las dimensiones en metros en vista trasera de la grúa. (Figura 1-6.).



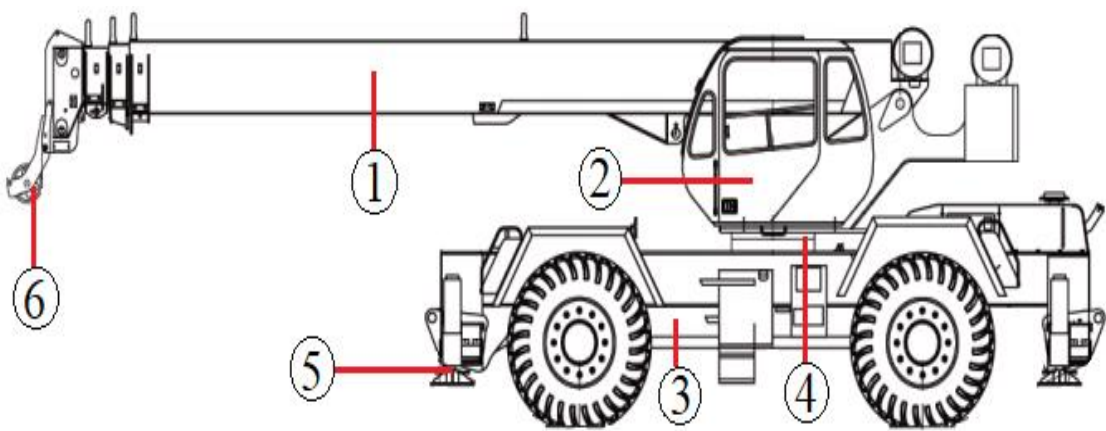
Fuente: Manual de funcionamiento grúa RT-230 TEREX

Figura 1-6. Dimensiones vista trasera grúa RT-230 TEREX

1.2.3. Estructura general de una grúa móvil

Para obtener un correcto desempeño de una grúa móvil autopropulsada, es necesario contar con la totalidad de sus componentes.

A continuación se muestran enumeradas las principales partes de la grúa: (Figura 1-7.).



Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Figura 1-7. Manual de funcionamiento grúa RT-230 TEREX

Las partes de la grúa se nombran y detallan a continuación: Esta tabla separa cada parte y realiza una breve descripción de cada una.

Tabla 1-2. Partes de la grúa

1	• Pluma: Vástago desplegable, encargado de proporcionar alcance al movimiento longitudinal de la grúa.	
2	• Cabina: Habitáculo equipado para el control de los movimientos de la grúa.	
3	• Chasis: Estructura metálica ubicada en la zona inferior de la grúa.	
4	• Estructura giratoria: Diseñada para soportar la pluma, y proporcionar movimiento rotativo.	
5	• Estabilizadores: Elementos de apoyo encargados de transmitir las cargas al terreno, cuidando la integridad de los neumáticos de la grúa.	
6	• Gancho: Encargado de sujetar el elemento a movilizar.	

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

1.2.4. Estrategias de mantenimiento

Para diferentes situaciones donde se requiera mantenimiento existen a su vez estrategias donde se engloban estas posibilidades. A continuación se pasan a desarrollar los tipos más comunes dentro de la industria.

1.2.4.1. Mantenimiento reactivo

Esta clase de mantenimiento se realiza como consecuencia de un evento inesperado (falla). Posee a su vez dos situaciones posibles según oportunidad de ejecución, una es de emergencia; que se da sólo en caso de falla catastrófica, aquí no existe planificación ni programación y está limitada al stock de repuestos. Otra es situación programada que ocurre en caso de detectar una falla potencial, lo que genera un menor impacto en la producción ya que los recursos para su realización están disponibles.

Según su tipo de reparación existen dos clasificaciones, una es correctiva donde se reparan fallas funcionales las cuales son detectadas por el mismo operador. Este tipo dificulta la realización de planes operativos por la aleatoriedad de los eventos y en la mayoría de los casos no son soluciones definitivas. La otra clasificación es restaurativa, la cual surge de las rutinas de inspección. Se realizan acciones de mantenimiento posteriores a la detección pero con una programación. Para tener una noción más específica del mantenimiento reactivo se presenta la siguiente imagen explicativa. (Figura 1-8.).



Fuente: Presentación profesor Carlos Baldi González, 2014

Figura 1-8. Mapa conceptual tipos de mantenimiento

1.2.4.2. Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantenimiento se realiza para anticiparse a una interrupción imprevista de la máquina.

Se realizan con una frecuencia predeterminada y por lo general el equipo requiere estar fuera de funcionamiento. Se pretende disminuir la frecuencia de las paradas no programadas a través de rutas de inspección rutinarias, inspecciones profundas o cambios de elementos mecánicos.

1.3. SITUACIÓN ACTUAL

Dentro de la mantención general que se le hace a la máquina se identifican dos tipos de mantenimiento: preventivo y reactivo-correctivo. Sin embargo no existe una completa estandarización del procedimiento.

En el caso de la mantención preventiva se le hace bajo tres condiciones: Cada doscientos cincuenta horas de trabajo, permiso de circulación anual y ensayos no destructivos a componentes críticos.

1.4. PROBLEMÁTICA

En la división de ASMAR Valparaíso, particularmente en el taller de mantención se presentan diversas fallas en equipos los cuales son reparados de forma reactiva como también de forma preventiva. A pesar de la importancia de los equipos de apoyo, como es el caso de la grúa de patio, no se han realizado por parte de la empresa mayores análisis de mantenimiento.

En la actualidad las fallas se concentran principalmente en el sistema hidráulico de levante y en el motor.

Apoyado por el desarrollo de un diagrama de Pareto se pretende identificar el sistema dentro de la grúa donde se presente mayor pérdida de recursos.

Mediante el análisis de modos de falla y sus efectos y criticidad (AMFEC), luego de identificar el sistema de mayor criticidad se pretende llegar al grupo o a la falla que origine mayores pérdidas en el equipo

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

2. **METODOLOGÍA**

En el presente capítulo se abordaran los métodos de análisis utilizados en conjunto para dilucidar el origen de las fallas presentes para posteriormente desarrollar tareas correctivas sobre cada una de ellas.

2.1. **ANÁLISIS DIAGRAMA DE PARETO**

Un análisis de diagrama de Pareto se basa en separar de forma gráfica las causas significativas de las triviales para así concentrar los esfuerzos o recursos donde realmente sea necesario.

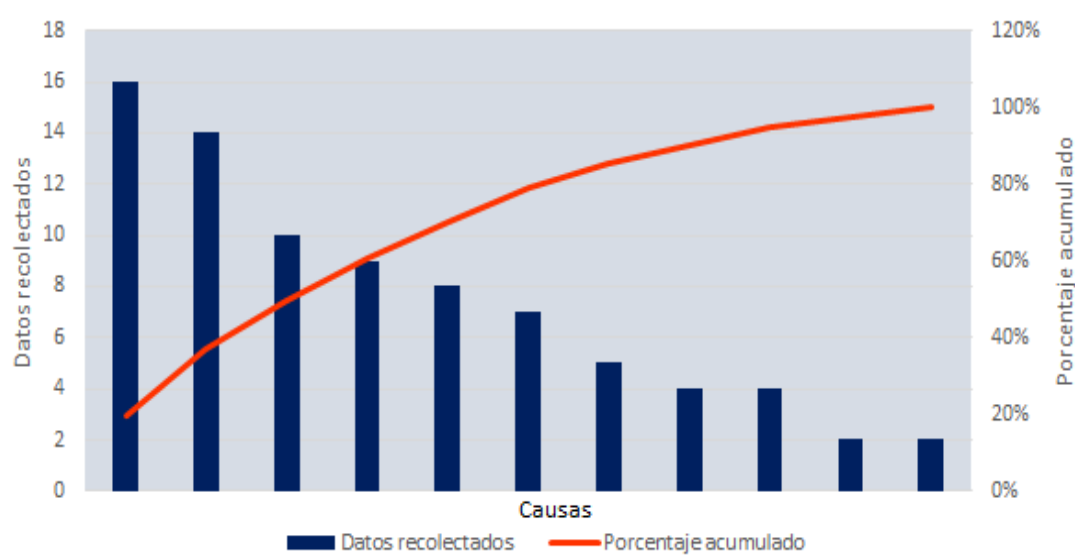
Como regla general, cerca del 80% de los resultados totales se originan por el 20% de los elementos.

2.1.1. **¿Cómo desarrollar un análisis de Pareto?**

Para realizar un diagrama de Pareto tipo, es necesario realizar los siguientes pasos:

1. Definir problema o fenómeno a analizar.
2. Identificar causas o factores, recolectando datos referentes.
3. Ordenar datos recolectados de mayor a menor frecuencia.
4. Realizar cálculos: Acumulado-Porcentaje-Porcentaje acumulado.
5. Graficar según tres parámetros: Datos recolectados-Causas-Porcentaje acumulado.

Aquí se puede apreciar el gráfico de barras, un indicador cuantificable que se cruza con el gráfico lineal el cual indica un porcentaje acumulado según gráfico a continuación. En teoría donde corta el 80% del porcentaje acumulado deberían considerarse las causas presentes en el eje “x”.



Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Gráfico 2-1. Pareto general

2.1.2. Análisis grúa de patio RT-230 TEREX

2.1.2.1. Definir problema o fenómeno a analizar

El problema a analizar radica en las fallas que generen una acción de mitigación por parte del personal de mantención de la empresa. Es así como se realiza un chequeo al historial de mantenimiento de la grúa desde el año 2004 proporcionado por la empresa; el cual agrupa cada sistema con sus fechas y horas respectivas, a continuación se presentan las distintas tablas.

Tabla 2-1. Historial de mantenimiento sistema de motor

MOTOR	
FECHA Y HORA	DESCRIPCIÓN
08/06/2007 14:26	Reparar tubo de escape
17/07/2007 8:00	Equipo excesivamente acelerado
28/04/2011 8:00	Realizar over-haul a motor combustión
05/03/2013 16:48	Reparar tubo de escape
07/11/2013 8:00	Verificar fugas de aceite en el motor
10/11/2014 8:00	En inspección se detecta fuga de refrigerante por sellos de bloqueo
17/08/2015 8:00	Reparar sistema de inyección
23/08/2016 7:57	Efectuar mantención a sistema de inyección

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Tabla 2-2. Historial de mantenimiento sistema hidráulico

HIDRÁULICO	
FECHA Y HORA	DESCRIPCIÓN
22/01/2007 8:56	Reparar sistema horizontal y vertical de las patas hidráulicas
14/11/2007 11:05	Reparar sistema hidráulico Jack delantero izquierdo
09/04/2008 10:30	Se solicita reparación de niple en pata delantera derecha
28/05/2008 9:24	Verificar falla en el sistema hidráulico de la entrada para derecha
17/11/2008 8:00	Verificar pérdida de aceite hidráulico
18/05/2009 9:04	Reparar bean izquierdo delantero
02/07/2009 9:00	Reparar filtración de aceite por árbol
27/07/2009 8:00	Efectuar cambio de aceite
12/08/2009 14:08	Regular frenos de ronza
30/08/2010 14:24	Reparar niples mix
25/05/2011 8:00	Recuperación de vástagos hidráulicos
05/03/2013 16:48	Revisar fugas de aceite hidráulico
07/11/2013 8:00	Verificar fugas de aceite en el motor y patas estabilizadoras
06/07/2015 11:52	Reparar filtración en cilindro principal y winche

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Tabla 2-3. Historial de mantenimiento sistema de levante

LEVANTE	
FECHA Y HORA	DESCRIPCIÓN
13/08/2004 9:05	Se solicita cambio de cabe
02/03/2005 8:00	Reparar sistema recogida cable
03/11/2005 11:26	Reemplazar cable en mal estado
18/01/2007 9:13	Cambiar cable de acero del winche
28/06/2007 11:35	Reparar sistema catalinas
17/07/2007 8:20	Colocar rodillo de conducción de cable
07/08/2007 16:15	Reparar porta ancho e instalar goma para limitar carrera
13/03/2008 7:58	Cambiar cable grúa 048; fuera de norma
28/05/2008 9:24	Reparar polea catalina principal
05/03/2013 16:48	Cambiar cable principal
21/09/2015 16:09	Reparar tensor huinche
10/09/2016 6:00	Cambio de cable acero y corrección soporte winche

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Tabla 2-4. Historial de mantenimiento misceláneo

MISCELANEO	
FECHA Y HORA	DESCRIPCIÓN
21/03/2007 22:00	Reemplazar bocina
31/08/2007 15:36	Inspeccionar horometro que se encuentra no operativo
29/02/2008 17:00	reparar asiento operador
01/12/2008 8:00	Confeccionar plano con diagrama maniobras
13/05/2011 8:00	Pintar grúa TEREEX RT-230
20/05/2011 8:00	Confeccionar rotulación corporativa
06/07/2011 8:00	Pintar parte frontal y posterior con esmalte
26/08/2015 18:31	Tapizar butaca

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Tabla 2-5. Historial de mantenimiento sistema de frenado

FRENADO	
FECHA Y HORA	DESCRIPCIÓN
04/07/2004 9:47	Reparar sistema freno
02/06/2005 8:00	Inspeccionar y reparar frenos
19/12/2005 11:23	Reparar freno parking
15/03/2006 8:00	Balata del freno esta suelta
01/12/2008 8:00	Cambiar el líquido de freno
19/12/2016 12:50	Grúa presenta deficiencia en sistema; no frena
23/01/2017 15:11	Reparación flexible de freno

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Tabla 2-6. Historial de mantenimiento sistema eléctrico

ELÉCTRICO	
FECHA Y HORA	DESCRIPCIÓN
01/12/2004 12:10	Realizar inspección de luces
31/07/2007 16:58	Reparar sistema de luces
20/10/2008 8:00	Confeccionar mordaza de bronce para conectar cable a tierra
01/12/2008 8:00	Verificar luces (intermitente, de freno y de posición)
13/02/2013 8:00	Revisar sistema de luces

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Tabla 2-7. Historial de mantenimiento sistema de partida

PARTIDA	
FECHA Y HORA	DESCRIPCIÓN
13/02/2007 17:00	Equipo no parte.
03/12/2014 15:20	Reparar sistema de partida
22/11/2017 6:01	Grúa RT 230 Presenta problemas en la partida
09/05/2018 6:00	Problema con motor de partida de la grúa RT 230

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Tabla 2-8. Historial de mantenimiento sistema de dirección

DIRECCIÓN	
FECHA Y HORA	DESCRIPCIÓN
06/07/2004 14:55	Reparar buje diferencial tren trasero
03/11/2005 11:26	Inspeccionar tren trasero, estructural y diferencial
14/03/2014 9:00	Cambiar neumáticos
11/11/2014 8:00	Neumático se desinfla

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Tabla 2-9. Historial de mantenimiento sistema de carga

CARGA	
FECHA Y HORA	DESCRIPCIÓN
14/10/2015 9:16	Reparar alternador
27/01/2016 15:00	Alternado no carga

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Tabla 2-10. Historial de mantenimiento sistema de tracción

TRACCIÓN	
FECHA Y HORA	DESCRIPCIÓN
27/09/2004 16:49	Reparar sistema tracción trasera
29/09/2004 8:00	Trabajos reparación sistema tracción

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

2.1.2.2. Identificar causas o factores, recolectando datos referentes

Para el correcto análisis es necesario agrupar los componentes de la maquina en sistemas específicos dentro de ella.

Sistemas: Hidráulico, levante, motor, misceláneos, frenado, estructura, eléctrico, partida, dirección, carga y tracción.

2.1.2.3. Ordenar datos recolectados de mayor a menor frecuencia

Para visualizar de mejor manera la cantidad de fallas de cada subsistema se presenta la siguiente tabla.

Tabla 2-11. Subsistema / Total de fallas

Causa / Problema / Fenómeno	Datos recolectados
TRACCION	2
CARGA	2
DIRECCIÓN	4
PARTIDA	4
ELECTRICO	5
ESTRUCTURA	7
FRENADO	8
MISCELANEO	9
MOTOR	10
LEVANTE	14
HIDRÁULICO	16

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

2.1.2.4. Realizar cálculos: Frecuencia acumulada- Porcentaje- Porcentaje acumulado

Luego de reconocer la frecuencia de falla de cada sistema, se calcula la frecuencia acumulada de cada uno, posteriormente el porcentaje que refleja con respecto al total de fallas registradas en la grúa, para finalizar realizando una suma de porcentajes acumulados. El cual se presenta a continuación en la siguiente tabla ordenando los subsistemas de mayor a menor cantidad de fallas históricas.

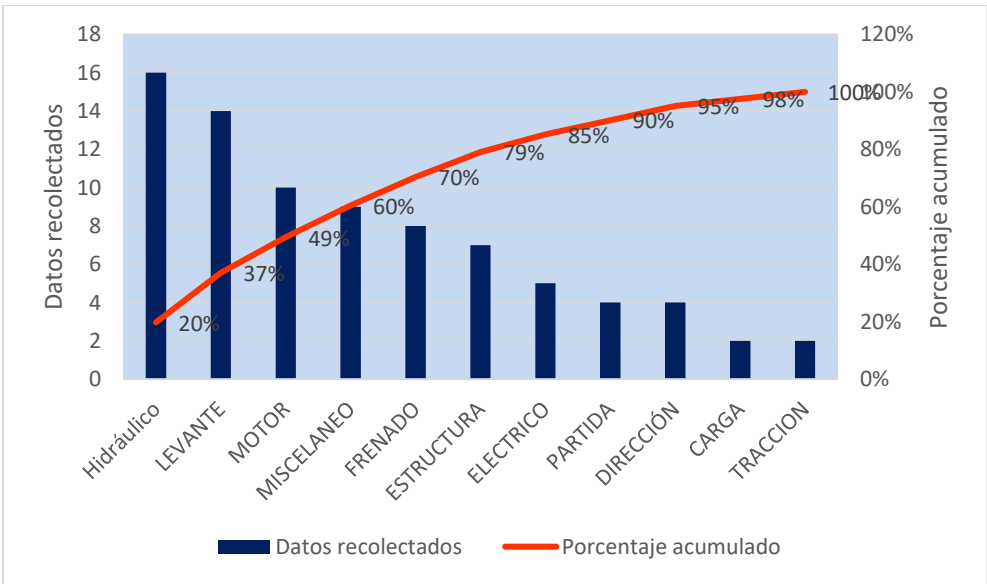
Tabla 2-12. Porcentaje acumulado

Posición real (Causas y datos ordenados)			Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	Hidráulico	16	16	20%	20%
2	Levante	14	30	17%	37%
3	Motor	10	40	12%	49%
4	misceláneo	9	49	11%	60%
5	frenado	8	57	10%	70%
6	estructura	7	64	9%	79%
7	eléctrico	5	69	6%	85%
8	partida	4	73	5%	90%
9	dirección	4	77	5%	95%
10	Carga	2	79	2%	98%
11	Tracción	2	81	2%	100%

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

2.1.2.5. Graficar según tres parámetros

Según los datos recolectados-Causas-Porcentaje acumulado. Se puede apreciar el grafico de barras de color azul el cual representa la cantidad de fallas presentes en cada subsistema, contrapuesto con el grafico lineal de color anaranjado el cual representa el porcentaje acumulado.



Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Grafico 2-2. Pareto aplicado en caso real

2.1.3. Elaboración análisis de Pareto para grúa RT-230 TEREX

Luego de realizar el diagrama podemos identificar dos tipos de indicadores; gráfico de barras, representado en la imagen con color azul; y gráfico lineal, de color anaranjado. Este último indica el porcentaje acumulado de fallas de cada sistema. Por otro lado tenemos el gráfico barras el cual representa la cantidad de fallas identificadas para cada uno de los sistemas mencionados previamente.

Como se aprecia en el grafico lineal, el 80% de porcentaje acumulado se encuentra sobre el indicador de “Estructura”; lo que quiere decir que a partir de ese punto hacia la izquierda podemos encontrar los sistemas donde se concentrarán los recursos para un posterior análisis más acucioso.

De este modo se determina que el sistema hidráulico, levante, motor, misceláneo, frenado y estructura serán sometidos al posterior análisis para encontrar sus modos de falla respectivo.

2.2. **ANÁLISIS DE MODO DE FALLA Y SUS EFECTOS Y CRITICIDAD (AMFEC)**

Esta metodología se desarrolla con el propósito de evaluar la confiabilidad de los equipos, en la medida en que determina los efectos de las fallas de los mismos.

Es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, para así evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos asociados. Para posteriormente evitar su ocurrencia teniendo un registro documentado de prevención.

El AMFEC tiene aplicaciones en:

1. Productos: En este aspecto se utiliza como herramienta predictiva para detectar problemas en el diseño, proporcionando la facultad de anticiparse a los efectos que pueda tener en el usuario o en el proceso de producción.
2. Procesos: Esta aplicación tiene carácter predictivo. Se utiliza para detectar posibles fallas en las etapas de producción, evitando así los efectos residuales en el usuario o en las etapas posteriores de cada proceso.

Dentro del análisis enmarcado en el mantenimiento industrial se pueden identificar cuatro parámetros a desarrollar:

- 1) Fallas funcionales: Su identificación se realiza a través del análisis de las funciones principales del activo.

- 2) Modo de falla: Son las causas que determinan la generación de una falla funcional.

El mantenimiento está orientado a cada modo de falla. Teniendo como fundamento la causa de cada una de ellas.

Eventos que originan la pérdida de la función (total o parcial) asociados a sus causas físicas.

- Suciedad, corrosión, erosión o abrasión.
- Lubricación inadecuada o ensamble incorrecto.
- Operación incorrecta o mantenimiento incorrecto.

- 3) Efecto de fallas: Cada falla funcional tiene asociado un efecto de falla, lo que corresponde a sus síntomas.

Debe identificarse el efecto de falla asociado al activo y su sintomatología (ruido excesivo, alta vibración, temperatura excesiva, y otros).

- 4) Consecuencia de falla: Se define como la manera en que el modo de falla afecta a la organización.

Al tener conocimiento de las consecuencias de cada falla se puede determinar si es justificado su análisis; si es necesario predecirla, o por otro lado si se respalda alguna intervención periódica para evitarla. Rediseñar para eliminar o no llevar a cabo alguna acción.

Dentro de las consecuencias se pueden identificar las siguientes:

Tabla 2-13. Consecuencias/Descripción

CONSECUENCIAS	DESCRIPCIÓN
Fallos ocultos	Dispositivos de protección y control o respaldo.
Seguridad ambiental	Legislación y/o normativa referidas a impacto medioambiental.
Operacional	Relacionado al impacto en la producción, incluyendo gastos operacionales.
No operacional	Relacionado a gastos de mantenimiento en reparación para restaurar la función.

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

2.3. **DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE MODO DE FALLA Y SUS EFECTOS Y CRITICIDAD**

Es fundamental en primera instancia, junto al diagrama de Pareto realizado previamente, identificar los subsistemas del equipo a intervenir. Posteriormente se realiza el análisis de cada uno de ellos de manera esquemática.

Para generar una noción didáctica del desglose del análisis de modo de falla, es necesario generar una plantilla tipo representada a continuación.

2.3.1. **Funciones y fallas funcionales**

La primera parte está constituida por la identificación de la función fundamental del subsistema junto a las fallas funcionales presentes en él, según se muestra en tabla a continuación.

Tabla 2-14: Análisis AMFEC primera parte

SISTEMA DEL EQUIPO		GENERAL
SUB SISTEMA DEL EQUIPO		ESPECIFICO
FUNCIONES		FALLA FUNCIONAL
AQUÍ SE IDENTIFICA LA FUNCION FUNDAMENTAL DEL SUBSISTEMA A ANALIZAR (DESEMPEÑO DESEADO)	A	
	B	NEGAR LA FUNCIÓN: TOTAL/PARCIAL
	C	

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Las fallas funcionales pueden ser múltiples y cada subsistema alberga más de una por lo general. En este ejemplo consta de tres, A, B y C donde cada una de ellas estará relacionada a las fallas funcionales respectivamente; una para cada una.

2.3.2. **Modo de fallo**

Se pueden agrupar de la siguiente manera para tener un orden definido, según tabla a continuación.

Tabla 2-15. Análisis AMFEC segunda parte

MODO DE FALLO
A1
A2
A3
A4
B1
B2
C1
C2
C3

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Luego de identificar cada función y sus fallas funcionales se procede a relacionar uno o varios modos de falla, los cuales están relacionados a causas que determinan la generación de una falla funcional. Por ende se genera ahora una percepción más detallada del origen de dicha falla.

2.2.3. Efecto de la falla

La siguiente columna tiene relación directa con cada falla funcional, por ende solo habrá un efecto de falla para cada falla funcional. Dice relación directa con su sintomatología.

2.2.3.1. Consecuencia de la falla

Posteriormente en el cuadro se encuentra la consecuencia de falla, la que dice relación a la incidencia que puede ocasionar en la organización del sistema en general, Según se indica en tabla a continuación.

Tabla 2-16. Análisis AMFEC tercera parte

EFECTO DE LA FALLA	CONCECUENCIA

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

2.4. **APLICACIÓN DE ANÁLISIS DE MODO DE FALLA Y SUS EFECTOS Y CRITICIDAD PARA GRÚA DE PATIO RT-230 TEREX**

Una vez explicado el modo de funcionamiento de este análisis se procede a aplicar a cada sistema del equipo; priorizando los considerados críticos según análisis de Pareto efectuado con anterioridad.

2.4.1. **Sistema: Hidráulico**

Identificación de fallas funcionales, según tabla a continuación:

Tabla 2-17.Fallas sistema hidráulico

	FUNCIÓN PRINCIPAL		FALLA FUNCIONAL
	EFECTUAR LA TRANSMISIÓN DE FUERZAS, REGULACIÓN Y MOVIMIENTOS A TRAVEZ DE UN LÍQUIDO (ACEITE) A LAS PARTES MÓVILES DE LA GRÚA A UNA PRESIÓN DE 2500-3000 [PSI]	A.1	TOTAL: JACKS NO SE EXTIENDEN NI CONTRAEN
		A.2	PARCIAL: FILTRACIÓN DE ACEITE
MODOS DE FALLA RELACIONADOS A CADA FALLA FUNCIONAL			
	MODO DE FALLO		
A.1.1	FALLO EN VÁLVULAS HIDRÁULICAS		
A.1.2	VÁLVULAS HIDRÁULICAS SIN ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA		
A.1.3	BLOQUEO MECÁNICO		
A.1.4	POCA PRESIÓN PARA VÁLVULAS ANTIRRETORNO		
A.2.1	DAÑO EN FLEXIBLES		
A.2.2	POCO APRIETE EN TERMINALES		
EFECTO Y CONSECUENCIA DE FALLA			
	EFECTO DE FALLA		CONSECUENCIA
A.1	ESTABILIZADORES NO SE EXTIENDEN PARA COMEZAR LA NIVELACION DEL EQUIPO		INCAPACIDAD DE NIVELAR EQUIPO PARA EFECTUAR MANIOBRAS DE IZAJE
A.2	FILTRACIÓN DE ACEITE HIDRÁULICO PROVENIENTE DESDE INTERIOR DE ESTABILIZADORES		PELIGRO PARA PERSONAL. CONTAMINACIÓN AL MEDIO AMBIENTE. PÉRDIDA DE PRESIÓN EN SISTEMA.

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

2.4.2. Sistema: Levante

Identificación de fallas funcionales, según tabla a continuación:

Tabla 2-18. Fallas sistema de Levante

FUNCIÓN PRINCIPAL			FALLA FUNCIONAL
CONJUNTO DE ELEMENTOS QUE SOPORTAN LAS CARGAS IZADAS EN MANIOBRAS CON PRESIÓN DE TRABAJO DE 2500-3000 [PSI]		B.1	PARCIAL: CABLE DAÑADO
		B.2	TOTAL: POLEAS ROTAS
MODOS DE FALLA RELACIONADOS A CADA FALLA FUNCIONAL			
	MODO DE FALLO		
B.1.1	MALA OPERACIÓN		
B.1.2	SOBRECARGA		
B.1.3	CORROSION		
B.1.4	FALTA DE LUBRICANTE		
B.2.1	MALA OPERACIÓN		
B.2.2	SOBRECARGA		
B.2.3	CORROSIÓN		
B.2.4	FALTA DE LUBRICANTE		
EFECTO Y CONSECUENCIA DE FALLA			
	EFECTO DE FALLA		CONSECUENCIA
B.1	TORONES CORTADOS EN CABLE		PELIGRO AL MOMENTO DE EFECTUAR MANIOBRAS
B.2	DE EVIDENCIA DESPRENDIMIENTO DE ALGUNAS SECCIONES EN CATALINAS		PELIGRO AL MOMENTO DE EFECTUAR MANIOBRAS

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

2.4.3. Sistema: Frenado

Identificación de fallas funcionales, según tabla a continuación:

Tabla 2-19. Fallas sistema de frenado

	FUNCIÓN PRINCIPAL		FALLA FUNCIONAL
	DETENER EQUIPO AL MOMENTO DEL TRASLADO PROPORCIONANDO UNA PRESIÓN DE 120 [PSI]	C.1	PARCIAL: TIEMPO DE FRENADO LARGO
		C.2	TOTAL: EQUIPO NO FRENA
MODOS DE FALLA RELACIONADOS A CADA FALLA FUNCIONAL			
	MODO DE FALLO		
C.1.1	DESGASTE EN BALATAS DE FRENO		
C.1.2	MAL AJUSTE DE FRENO		
C.1.3	BURBUJA DE AIRE EN SISTEMA		
C.1.4	MALA OPERACIÓN		
C.2.1	DESGASTE EN BALATAS DE FRENO		
C.2.2	MAL AJUSTE DE FRENO		
C.2.3	FUGA DE LIQUIDO DE FRENADO		
C.2.4	FUGA INERNA DE PISTON DE FRENO		
EFECTO Y CONSECUENCIA DE FALLA			
	EFECTO DE FALLA		CONSECUENCIA
C.1	AL MOMENTO DE PRESIONAR EL PEDAL GRUA EXTIENDE SU RECORRDO DE FRENADO ALREDEDOR DE 8 [M]		AL PODER PRODUCIR DAÑO EN TERCEROS Y OPERARIO SE DEJA EQUIPO FUERA DE SERVICIO
C.2	AL TRATAR DE DETENER EL MOVIMIENTO DEL EQUIPO, ESTE CONTINUA SU TRAYECTORIA SIN REDUCCION DE VELOCIDAD.		DESPERFECTO GRAVE QUE AFECTA LA SEGURIDAD DEL PERSONAL, EQUIPO FUERA DE SERVICIO

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

CAPÍTULO 3: PROCEDIMIENTOS DE MITIGACIÓN

3. **PROCEDIMIENTOS DE MITIGACIÓN**

En este capítulo se abordaran las diferentes aristas en torno al plan de acción a realizar en el equipo intervenido, teniendo en cuenta las herramientas a utilizar, personal autorizado, costos asociados y jerarquización de tareas. Todo este análisis se realizará bajo datos verídicos y entregará una proyección de gastos anual de cada una de las tareas propuestas.

Para iniciar todo lo antes expuesto, primeramente hay que definir el orden de importancia de las tareas de mitigación. Esto se lleva a cabo luego de cuantificar los modos de falla bajo el criterio de Número de Prioridad de Riesgo que se pasa a explicar a continuación.

3.1. **ASIGNACIÓN Y JERARQUIZACIÓN DE TAREAS CORRECTIVAS**

3.1.1. Número de prioridad de riesgo (NPR)

Para cuantificar las fallas funcionales y así concentrar recursos en dichas tareas llamadas a solucionar cada uno de ellos, es que al final del recuadro se realiza una puntuación según tres factores a considerar. Donde se puntúa con una nota que va de 1 a 10. Como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3-1. Modo esquema NPR

		SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN	NPR
EFFECTO DE FALLA	CONSECUENCIA	1-10 (X)	1-10 (Y)	1-10 (Z)	(X) x (Y) x (Z)

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

- Severidad: Se puntúa para cada modo de falla. Estimando la gravedad del efecto de este modo.
- Ocurrencia: Apunta a la frecuencia de recurrencia de cada modo de falla. Depende de la probabilidad de ocurrencia de la causa asociada a dicho modo. Se recomienda recurrir al historial de falla para su calificación.

- Detección: Hace referencia a la facilidad de detección del problema o en la cantidad de tiempo que se tomó para identificarla. Entre mayor sea la posibilidad de detectar la falla, menor será la calificación.
- NPR: Numero de Prioridad de Riesgo; este indicador se obtiene de la multiplicación de los tres factores anteriores. Nos indica la prioridad que se le debe dar a cada falla con la finalidad de eliminarla.

Para finalizar el análisis de Modo de Falla es necesario reunir las fallas con mayor prioridad para asignar tareas a cada una de ellas y así mitigar sus efectos posteriores.

El indicador (NPR) otorgará al analista la frecuencia con que se deben llevar a cabo las tareas de mitigación para cada modo de falla y por ende influirá directamente en el cálculo de costos y proyecciones anuales referentes al nuevo plan de mantenimiento.

3.1.2. Valoración

A continuación se darán a conocer las puntuaciones otorgadas a cada modo de falla, separadas por cada sub sistema a analizar; para posteriormente asignar prioridades de intervención.

3.1.2.1. Sistema hidráulico

Tabla 3-2. Sistema Hidráulico

	MODO DE FALLO	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR
A.1.1	Fallo en válvulas hidráulicas	6	2	4	48
A.1.2	Válvulas hidráulicas sin alimentación eléctrica	6	2	6	72
A.1.3	Bloqueo mecánico	7	1	7	49
A.1.4	Poca presión para válvulas anti retorno	7	1	7	49
A.2.1	Daño en flexibles	7	4	10	280
A.2.2	Poco apriete en terminales	2	5	10	100

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

3.1.2.2. Sistema de levante

Tabla 3-3. Sistema de levante

	MODO DE FALLO	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR
B.1.1	Mala operación	5	5	2	50
B.1.2	Sobrecarga	9	1	8	72
B.1.3	Corrosión	7	3	8	168
B.1.4	Falta de lubricante	2	4	8	64
B.2.1	Mala operación	5	5	2	50
B.2.2	Sobrecarga	9	1	8	72
B.2.3	Corrosión	7	3	8	168
B.2.4	Falta de lubricante	2	4	8	64

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

3.1.2.3. Sistema de frenado

Tabla 3-4. Sistema de frenado

	MODO DE FALLO	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCION	NPR
			A		
C.1.1	Desgaste en balatas de freno	7	1	7	49
C.1.2	Mal ajuste de freno	7	1	7	49
C.1.3	Burbuja de aire en sistema	7	1	5	35
C.1.4	Mala operación	5	5	2	50
C.2.1	Desgaste en balatas de freno	7	1	7	49
C.2.2	Mal ajuste de freno	7	1	7	49
C.2.3	Fuga de líquido de frenado	10	1	9	90
C.2.4	Fuga interna de pistón de freno	10	1	4	40

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Luego de dar a conocer los NPR de cada modo de fallo se determina la periodicidad de intervenciones anuales de cada uno definidos a continuación:

Tabla 3-5. Periodicidad y sus ponderaciones

PONDERACIONES	PERIODICIDAD
1 a 50	ANUAL
50 a 100	ANUAL
100 a 150	SEMESTRAL
150 a 200	SEMESTRAL
200 a 250	TRIMESTRAL
250 a 300	TRIMESTRAL

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

3.1.3. Asignación de tareas correctivas para cada modo de fallo

Luego de definir las puntuaciones de cada modo de fallo a través del número de prioridad de riesgo, es necesario efectuar tareas correctivas para cada una de ellas las cuales se desarrollaron junto al supervisor de mantenimiento de la planta. Se presentan las tareas asignadas para cada modo de fallo presentes es cada sub sistema.

3.1.3.1. Sistema hidráulico

Tabla 3-6. Sistema hidráulico

	MODO DE FALLO	TAREA CORRECTIVA
A.1.1	Fallo en válvulas hidráulicas	Reemplazo de válvula
A.1.2	Válvulas hidráulicas sin alimentación eléctrica	Inspeccionar y reparar intervención señal eléctrica
A.1.3	Bloqueo mecánico	Desmontar Jack y efectuar inspección
A.1.4	Poca presión para válvulas anti retorno	Inspeccionar y reparar circuito hidráulico
A.2.1	Daño en flexibles	Reemplazo de flexible
A.2.2	Poca sujeciónjhu en terminales	Reemplazo de flexible

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

3.1.3.2. Sistema de levante

Tabla 3-7. Sistema hidráulico

	MODO DE FALLO	TAREAS CORRECTIVAS
B.1.1	Mala operación	Entrenamiento a operador
B.1.2	Sobrecarga	Entrenamiento a operador / verificar limitadores de carga
B.1.3	Corrosión	Lubricar / modificar plan de lubricación
B.1.4	Falta de lubricante	Lubricar / modificar plan de lubricación
B.2.1	Mala operación	Entrenamiento a operador
B.2.2	Sobrecarga	Entrenamiento a operador / verificar limitadores de carga
B.2.3	Corrosión	Lubricar / modificar plan de lubricación
B.2.4	Falta de lubricante	Lubricar / modificar plan de lubricación

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

3.1.3.3. Sistema de frenado

Tabla 3-8. Sistema de frenado

	MODO DE FALLO	TAREAS CORRECTIVAS
C.1.1	Desgaste en balatas de freno	Reemplazo de balatas
C.1.2	Mal ajuste de freno	Ajuste de frenado y pruebas operacionales
C.1.3	Burbuja de aire en sistema	Purgado sistema de frenado
C.1.4	Mala operación	Entrenamiento a operador
C.2.1	Desgaste en balatas de freno	Reemplazo de balatas
C.2.2	Mal ajuste de freno	Ajuste de frenado y pruebas operacionales
C.2.3	Fuga de líquido de frenado	Reparación de filtración (cañería, flexible o pistón)
C.2.4	Fuga interna de pistón de freno	Reemplazo de sellos internos

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

3.2. COSTOS ASOCIADOS Y PERFIL DE EMPLEADO

3.2.1. Herramientas

Para cualquier presupuesto es necesario desglosar y visualizar de forma minuciosa cada costo asociado, en este caso, a las tareas de mitigación propuestas para cada modo de fallo antes mencionado. Es necesario entonces dar a conocer cada elemento con sus respectivos valores en pesos chilenos, además de otros valores como hora hombre, repuestos y herramientas pertinentes.

Debido a que en la empresa no se maneja un pañol de herramientas ordenado, fue necesario generar uno imaginario que posea códigos de seguimientos para una fácil adquisición por parte del mantenedor. Esto se realizó como parte de la propuesta de mejora a su plan de mantenimiento, el cual presenta una serie de falencias.

A continuación se darán a conocer las herramientas necesarias para la totalidad de procedimientos, junto con su valor en moneda nacional y un código de seguimiento.
Herramientas:

Tabla 3-9. Valores y códigos de herramientas

HERRAMIENTA	CÓDIGO	MARCA	PRECIO (CLP)
Set de Alicate seguros	A-01	BAHCO	95.990
Alicate de apriete	A-02	KNIPEX	38.990
Alicate para resortes	A-03	GEARWRENCH	20.990
Desatornillador Phillips 5 [mm]	D-01	TACTIX	3.180
Desatornillador paleta 5 [mm]	D-02	STANLEY	6.990
Mazo 3 [Oz]	G-01	TEKTON	30.500
Gata tipo caimán	G-02	FERRAWYY-TMX	67.470
Llave de impacto cuadrante ¾"	L-01	MAKITA	220.400
Set llave punta corona	L-02	CROSSMAN	83.200
Set llave Allen	L-03	MAGICRING WIHA	47.240

Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Para la correcta manipulación de estas herramientas y desarrollo óptimo de las actividades de mantenimiento es necesario realizar un reclutamiento de personal calificado para cada rol dentro del taller de mantención. Es así que Asmar ha realizado un perfil para definir las funciones y criterios de reclutamiento, tanto para el electricista en

mantención como para el mecánico en mantención que se desempeñan en el taller. Se muestra a continuación de forma textual:

3.2.2. Perfil de empleado

3.2.2.1. Descriptor para el cargo de mecánico mantención

1. Misión del cargo: Efectuar mantención preventiva y correctiva a maquinarias y equipos, con el propósito de contribuir a la ejecución de las tareas de los proyectos que lo requieran.
2. Funciones generales
 - 2.1 Ejecutar todas aquellas funciones que sean asignadas por el superior directo, relacionadas con su cargo, con la labor que desempeña y/o pueda realizar de acuerdo a sus capacidades y competencia.
 - 2.2 Interpretar planos, croquis, diagramas y catálogos de maquinarias y equipos.
 - 2.3 Revisar, detectar fallas y reparar sistemas, maquinarias y equipos, dejándolos en condiciones operativas y seguras, de acuerdo a normas del fabricante y estándares.
 - 2.4 Efectuar mantención a equipos, accesorios y herramientas utilizados en la reparación de equipos y maquinarias.
3. Funciones específicas
 - 3.1 Efectuar calibraciones de elementos mecánicos.
 - 3.2 Efectuar protocolos, de acuerdo a procedimientos según fabricantes e ISO-9001.
 - 3.3 Ejecutar y prestar apoyo en la confección de croquis para la fabricación de repuestos.
 - 3.4 Ejecutar y asesorar en el desarme y armado de diferentes componentes y equipos mecánicos.
 - 3.5 Realizar inspecciones mecánicas, neumáticas y oleo hidráulicas, emitiendo informes técnicos y recomendaciones de reparaciones.
4. Responsabilidades
 - 4.1 Por supervisión: No aplicable.
 - 4.2 Por bienes:
 - 4.2.1 Custodiar equipos asignados para el cumplimiento de sus funciones.
 - 4.2.2 Preparar, revisar, operar, manejar, mantener, custodiar, transportar y almacenar equipos, herramientas, repuestos y materiales.

4.3 Por relaciones:

4.3.1 Internas: Jefes de taller, jefes de sección y S.P.L.

4.3.2 Externas: No aplicable.

3.2.2.2. Descripción para el cargo de electricista mantención

1. Misión del cargo: Mantener operativos máquinas y equipos eléctricos asegurando su disponibilidad y continuidad, con el propósito de contribuir a los procesos productivos del Astillero.

2. Funciones generales:

2.1 Ejecutar todas aquellas funciones que sean asignadas por el superior directo, relacionadas con su cargo, con la labor que desempeña y/o pueda realizar de acuerdo a sus capacidades y competencias.

2.2 Armar y desarmar componentes eléctricos de motores.

2.3 Barnizar máquinas eléctricas, en forma manual.

2.4 Efectuar reacondicionamiento general y pruebas a motores eléctricos.

2.5 Realizar canalizaciones eléctricas.

2.6 Confeccionar e interpretar planos eléctricos.

2.7 Realizar informes de recomendaciones de reparaciones.

2.8 Efectuar inspección, diagnóstico y mantenimiento de todos tipos de máquinas eléctricas.

2.9 Confeccionar solicitudes de repuestos.

3. Funciones específicas: No aplicable.

4. Responsabilidades:

4.1 No aplicable.

4.2 Por bienes:

4.2.1 Controlar, operar y custodiar herramientas, materiales y equipos asignados para el cumplimiento de sus funciones.

4.2.2 Preparar, revisar, operar, manejar, mantener, custodiar, transportar y almacenar equipos y herramientas.

4.3 Por relaciones:

4.3.1 Internas: Jefes de taller, jefes de sección, S.P.L. y operarios.

4.3.2 Externas: No aplicable.

3.3. **PROCEDIMIENTOS PARA TAREAS DE MITIGACIÓN**

Para efectuar cualquier tarea correctiva es necesario contar con un procedimiento detallado de cada una, con la finalidad de dejar el mínimo margen de error en su ejecución ya que afecta directamente en los costos finales de la intervención.

A continuación, al final del trabajo se presenta de forma detallada el procedimiento completo, dejando el resto de ellos en el “ANEXO A”.

3.4. **COSTOS TOTALES DE PROCEDIMIENTOS CORRECTIVOS**

Luego de realizar los procedimientos detallados de cada procedimiento correctivo, se realizó un presupuesto de cada intervención considerando los insumos necesarios para su correcto desarrollo y las HH que utiliza la empresa para este tipo de labores la cual está valorada en \$6.500 la hora y la HH para banco de prueba es de \$7.500 la hora. Considerando que el presupuesto que se presentará es por cada intervención es necesario cruzar la información de la periodicidad anual que tendrá dicha tarea; la cual se muestra al comienzo del capítulo con el NPR.

Para una proyección anual se fija un IPC del 3% anual, lo que aumenta su valor de forma actual en el tiempo, ayudando a análisis futuros.

3.4.1. **Sistema hidráulico**

Sistema encargado de generar la presión hidráulica adecuada para cada solicitud de funcionamiento.

3.4.1.1. **A.1.1 Reemplazo de válvula**

Insumos

- Válvula: \$170.000
- Aceite Shell TELLUS 68 (20 l): \$38.000

HH: ½ jornada (4 h): \$26.000

TOTAL: \$234.000

Proyección anual: Una intervención anual: $234.000 \times \text{IPC (3\%)} = \$241.020$

3.4.1.2. A.1.2 Inspección y reparación de señal eléctrica

Insumos

- Lija de agua [grano 329] (1): \$200
- Limpia contacto: \$3.000

HH: 2 horas: \$13.000

TOTAL: \$16.200

Proyección anual: Una intervención anual: $\$16.200 \times \text{IPC (3\%)} = \$16.686$

3.4.1.3. A.1.3 Desmontar Jack y efectuar inspección

Insumos:

- Rollo toalla WYPALL: \$3.800
- Aceite Shell TELLUS 68 (50 l): \$95.000
- Kit sellos Jack: \$32.250

HH: 1 jornada: \$52.000

HH (Banco de pruebas): 16 horas: \$120.000

TOTAL: \$303.050

Proyección anual: Una intervención anual: $\$303.050 \times \text{IPC (3\%)} = \$312.142$

3.4.1.4. A.1.4 Inspeccionar y reparar circuitos hidráulicos

Insumos: No aplicable

HH: 4 horas: \$26.000

TOTAL: \$26.000

Proyección anual: Una intervención anual: $\$26.000 \times \text{IPC (3\%)} = \$26.780$

3.4.1.5. A.2.1 Reemplazo de flexibles

Insumos:

- Rollo toalla WYPALL: \$3.800
- Aceite Shell TELLUS 68 (20 l): \$38.000
- Flexibles (2): \$74.000

HH: 1 jornada: \$52.000

TOTAL: \$167.800

Proyección anual: Cuatro intervenciones anuales: $\$671.200 \times \text{IPC (3\%)} = \$691.336$

3.4.1.6. A.2.2 Reemplazo de flexibles

Insumos:

- Rollo toalla WYPALL: \$3.800
- Aceite Shell TELLUS 68 (20 l): \$38.000
- Flexibles (2): \$74.000

HH: 1 jornada: \$52.000

TOTAL: \$167.800

Proyección anual: Una intervención anual: $\$167.800 \times \text{IPC (3\%)} = \$172.834$

3.4.2. Sistema de levante

3.4.2.1. B.1.1 Entrenamiento a operador

Insumos: No aplicable

HH: Dos jornadas (2): \$104.000

TOTAL: \$104.000

Proyección anual: Una intervención anual: $\$104.000 \times \text{IPC (3\%)} = \$107.120$

3.4.2.2. B.1.2 Entrenamiento a operador

Insumos: No aplicable

HH: Dos jornadas (2): \$104.000

TOTAL: \$104.000

Proyección anual: Una intervención anual: $\$104.000 \times \text{IPC (3\%)} = \$107.120$

3.4.2.1. B.1.3 Lubricar o modificar plan de lubricación

Insumos:

- Grasa Albania EP2 (4 kg): \$12.000
- Kluber Plex AG 11-462 Spray: \$30.000

HH: Dos horas (2): 13.000

TOTAL: \$55.000

Proyección anual: Dos intervenciones anuales: $\$110.000 \times \text{IPC (3\%)} = \$113.300$

3.4.2.1. B.1.4 Lubricar o modificar plan de lubricación

Insumos:

- Grasa Albania EP2 (4 kg): \$12.000
- Kluber Plex AG 11-462 Spray: \$30.000

HH: Dos horas (2): 13.000

TOTAL: \$55.000

Proyección anual: Una intervención anual: $\$55.000 \times \text{IPC (3\%)} = \$56.650$

3.4.2.3. B.2.1 Entrenamiento a operador

Insumos: No aplicable

HH: Dos jornadas (2): \$104.000

TOTAL: \$104.000

Proyección anual: Una intervención anual: $\$104.000 \times \text{IPC (3\%)} = \$107.120$

3.4.2.4. B.2.2 Entrenamiento a operador

Insumos: No aplicable

HH: Dos jornadas (2): \$104.000

TOTAL: \$104.000

Proyección anual: Una intervención anual: $\$104.000 \times \text{IPC (3\%)} = \$107.120$

3.4.2.5. B.2.3 Lubricar o modificar plan de lubricación

Insumos:

- Grasa Albania EP2 (4 kg): \$12.000
- Kluber Plex AG 11-462 Spray: \$30.000

HH: Dos horas (2): 13.000

TOTAL: \$55.000

Proyección anual: Dos intervenciones anuales: $\$110.000 \times \text{IPC (3\%)} = \$113.300$

3.4.2.6. B.2.4 Lubricar o modificar plan de lubricación

Insumos:

- Grasa Albania EP2 (4 kg): \$12.000
- Kluber Plex AG 11-462 Spray: \$30.000

HH: Dos horas (2): 13.000

TOTAL: \$55.000

Proyección anual: Una intervención anual: \$55.000 x IPC (3%) = \$56.650

3.4.3. Sistema de frenado

3.4.3.1. C.1.1 Reemplazo de balatas

Insumos:

- Juego de Balatas (2): \$113.000
- WD40 (340 C.C.): \$3.600
- Lija tela esmeril [Grano 100] (5): \$1.500
- Grúa horquilla (3 horas): \$99.000
- Aceite Shell SPIRAX 80W90 (10 litros): \$23.900
- PERMATEX 30512 Loctite (1): \$4.500

HH: Dos jornadas (2) (16 horas): \$104.000

TOTAL: \$349.500

Proyección anual: Una intervención anual: \$349.500 x IPC (3%) = \$359.985

3.4.3.2. C.1.2 Ajuste de frenado

Insumos:

- WD40 (340 c.c.): \$3.600

HH: Media jornada (1/2) (4 horas): \$26.000

TOTAL: \$29.600

Proyección anual: Una intervención anual: \$29.600 x IPC (3%) = \$30.488

3.4.3.3. C.1.3 Purgado sistema de frenado

Insumos:

- Rollo de toalla WYPALL: \$3.800

- Liquido de freno DOT 3: \$4.000
- Guantes G40 Nitrilo: \$1.500

HH: Dos horas (2): \$13.000

TOTAL: \$22.300

Proyección anual: Una intervención anual: $\$22.300 \times \text{IPC (3\%)} = \$22.969$

3.4.3.4. C.1.4 Entrenamiento a operador

Insumos: No aplicable

HH: Dos jornadas (2): \$104.000

TOTAL: \$104.000

Proyección anual: Una intervención anual: $\$104.000 \times \text{IPC (3\%)} = \$107.120$

3.4.3.5. C.2.1 Reemplazo de balatas

Insumos:

- Juego de Balatas (2): \$113.000
- WD40 (340 C.C.): \$3.600
- Lija tela esmeril [Grano 100] (5): \$1.500
- Grúa horquilla (3 horas): \$99.000
- Aceite Shell SPIRAX 80W90 (10 litros): \$23.900
- PERMATEX 30512 Loctite (1): \$4.500

HH: Dos jornadas (2) (16 horas): \$104.000

TOTAL: \$349.500

Proyección anual: Una intervención anual: $\$349.500 \times \text{IPC (3\%)} = \$359.985$

3.4.3.6. C.2.2 Ajuste de frenado

Insumos:

- WD40 (340 c.c.): \$3.600

HH: Media jornada (1/2) (4 horas): \$26.000

TOTAL: \$29.600

Proyección anual: Una intervención anual: $\$29.600 \times \text{IPC (3\%)} = \$30.488$

3.4.3.7. C.2.3 Reparación de filtración

Insumos:

- Juego de Balatas (2): \$113.000
- WD40 (340 C.C.): \$3.600
- Lija tela esmeril [Grano 100] (5): \$1.500
- Grúa horquilla (3 horas): \$99.000
- Aceite Shell SPIRAX 80W90 (10 litros): \$23.900
- PERMATEX 30512 Loctite (1): \$4.500
- Rollo de toalla WYPALL: \$3.800
- Liquido de freno DOT 3: \$4.000
- Guantes G-40 Nitrilo: \$1.500
- Cilindro de frenado: \$93.000
- Cañería: \$15.000
- Flexible: \$23.000

HH: Dos jornadas (2) + Dos horas (2): \$117.000

TOTAL: \$502.800

Proyección anual: Una intervención anual: $\$502.800 \times \text{IPC (3\%)} = \$517.884$

3.4.3.8. C.2.4 Reemplazo de sellos internos

Insumos:

- Juego de Balatas (2): \$113.000
- WD40 (340 C.C.): \$3.600
- Lija tela esmeril [Grano 100] (5): \$1.500
- Grúa horquilla (3 horas): \$99.000
- Aceite Shell SPIRAX 80W90 (10 litros): \$23.900
- PERMATEX 30512 Loctite (1): \$4.500
- Rollo de toalla WYPALL: \$3.800
- Liquido de freno DOT 3: \$4.000
- Guantes G-40 Nitrilo: \$1.500
- Kit de sellos: \$23.000

HH: Dos jornadas (2) + Dos horas (2): \$117.000

TOTAL: \$394.800

Proyección anual: Una intervención anual: $\$394.800 \times \text{IPC (3\%)} = \$406.644$

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Astilleros ASMAR Chile cumple un rol fundamental en la continuidad de labores de naves de la armada de Chile, tanto en su mantención como fabricación. La importancia entonces de esta empresa es inmensurable para dicha entidad gubernamental y por consiguiente para fines a nivel nación. Por ende la optimización de recursos o procesos es fundamental para un correcto desarrollo y crecimiento. Es en este tema donde cada detalle influye y cada mejora es considerada de buena forma.

Para el caso de máquinas utilizadas en los procesos la empresa tiene una falencia importante en los planes de mantenimientos dispuestos para cada una de ellas, en algunos casos mal gestionados y en otros directamente deficientes. Es en este punto donde se pretende abordar este trabajo de título, puntualmente en un equipo como la grúa de patio RT-230 TEREX la cual, si bien no pertenece a la línea de producción directamente, si cumple un rol importante en maniobras o servicios que la requieran. Al igual que en otros equipos, la grúa no poseía un plan de mantenimiento acucioso lo que se reflejó a lo largo de su vida útil en múltiples fallas las cuales en su mayoría eran reparadas de forma correctiva y no preventiva como indica la lógica de mantenimiento industrial.

Luego de identificar las falencias presentes en el plan de mantenimiento del equipo, fue necesario establecer elementos críticos dentro de los sub sistemas del mismo; este análisis se desarrolló para identificar los modos de fallo presentes, cumpliendo a cabalidad el objetivo específico del capítulo dos. En esta etapa de metodología de análisis se detectaron numerosas fallas a nivel del sistema hidráulico, lo cual repercutía directamente en el levante como en el frenado de la grúa móvil. Estas fallas son de carácter relevante, una porque el sistema de levante es la esencia de funcionalidad que se le da a cualquier tipo de grúa y si este falla por cualquier motivo la función principal queda relegada, generando un cese de actividades del equipo, y por otro lado el sistema de frenado debe proporcionar seguridad tanto al operario como a las personas que se encuentren alrededor, por lo que una falla en este sistema podría ser catastrófica.

Los costos de implementación del nuevo plan de mantenimiento se calcularon aproximado en cuanto a financiamiento, proyectado a un año, lo que podría dar a la empresa la facultad de escoger si implementar o no esta propuesta de cambio.

En cuanto al objetivo general de este trabajo de tesis, se cumple a cabalidad ya que se deja en manos de la empresa la determinación de implementar la propuesta.

En resumen la empresa debería implementar este análisis a la mayor cantidad de máquinas posibles para así generar ganancias importantes y reducir costos de mantenimiento que pudieran ser evitados perfectamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ingenio & Empresa [en línea] <<https://ingenioempresa.com/diagrama-de-pareto/>>[consulta junio 2018]
2. Ingeniería industrial online [en línea] <<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>>[consulta junio 2018]
3. TEREX, Manual de mantenimiento, grúa RT-230. Estados Unidos de América. 1998.
4. El CNIC informa [Documento PDF] <https://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=e6db4f3f-ac71-45fb-84d6-7f0e7c6665f7&groupId=10128> [consulta: 08 de julio de 2018]
5. Aprendiendo calidad. Diagrama de Pareto [en línea] <<https://aprendiendocalidadyadr.com/diagrama-de-pareto/>> [consulta: 27 de junio de 2018]
6. Astilleros ASMAR. [en línea] < <http://www.asmar.cl/>> [consulta: 20 de junio de 2018]

ANEXOS

ANEXO A: PROCEDIMIENTO REEMPLAZO SELLOS PISTONES ESCLAVO
GRÚA RT 230

PROCEDIMIENTO
REEMPLAZO SELLOS PISTON ESCLAVO
GRÚA RT230

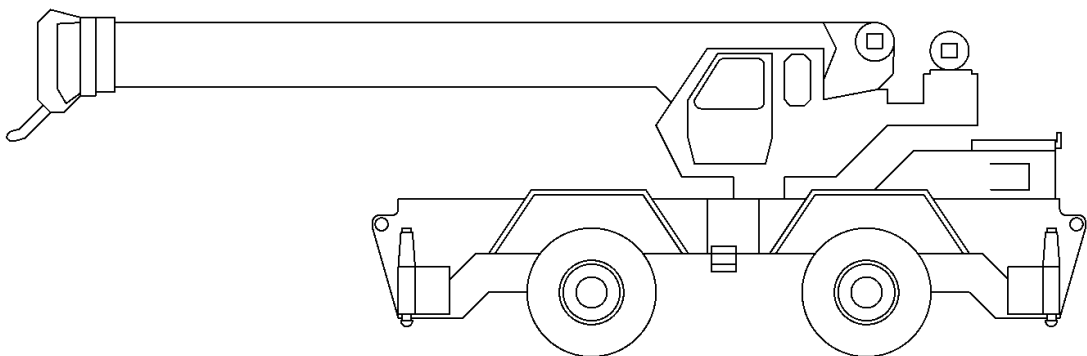
IMPORTANTE

ANTES DE EFECTUAR ESTE TRABAJO, EFECTUAR ANALISIS DE TRABAJO SEGURO.
REALIZAR PRUEBAS OPERACIONALES ANTES Y DESPUES DE DE LA EJECUCION DE ESTA
MANTENCION; REQUERIR APOYO A OPERADORES CALIFICADOS DE NO CONTAR CON
CAPACITACION ACREDITADA.

MEDIDAS DE SEGURIDAD

1. Efectuar el posicionamiento de la grúa en un área con suelo plano y sin pendientes.
2. Aplicar freno de estacionamiento del equipo
3. Abrir estabilizadores a un mínimo de 50% de extensión y apoyar jack's en piso.
4. Dejar motor del equipo detenido e instalar sobre manubrio señalética de equipo en mantenimiento
5. Instalar señaléticas para restringir el área alrededor del equipo, esos pueden ser conos, barreras plásticas, etc.

Tomar todos los resguardos para efectuar control de derrame en la zona previamente delimitada.



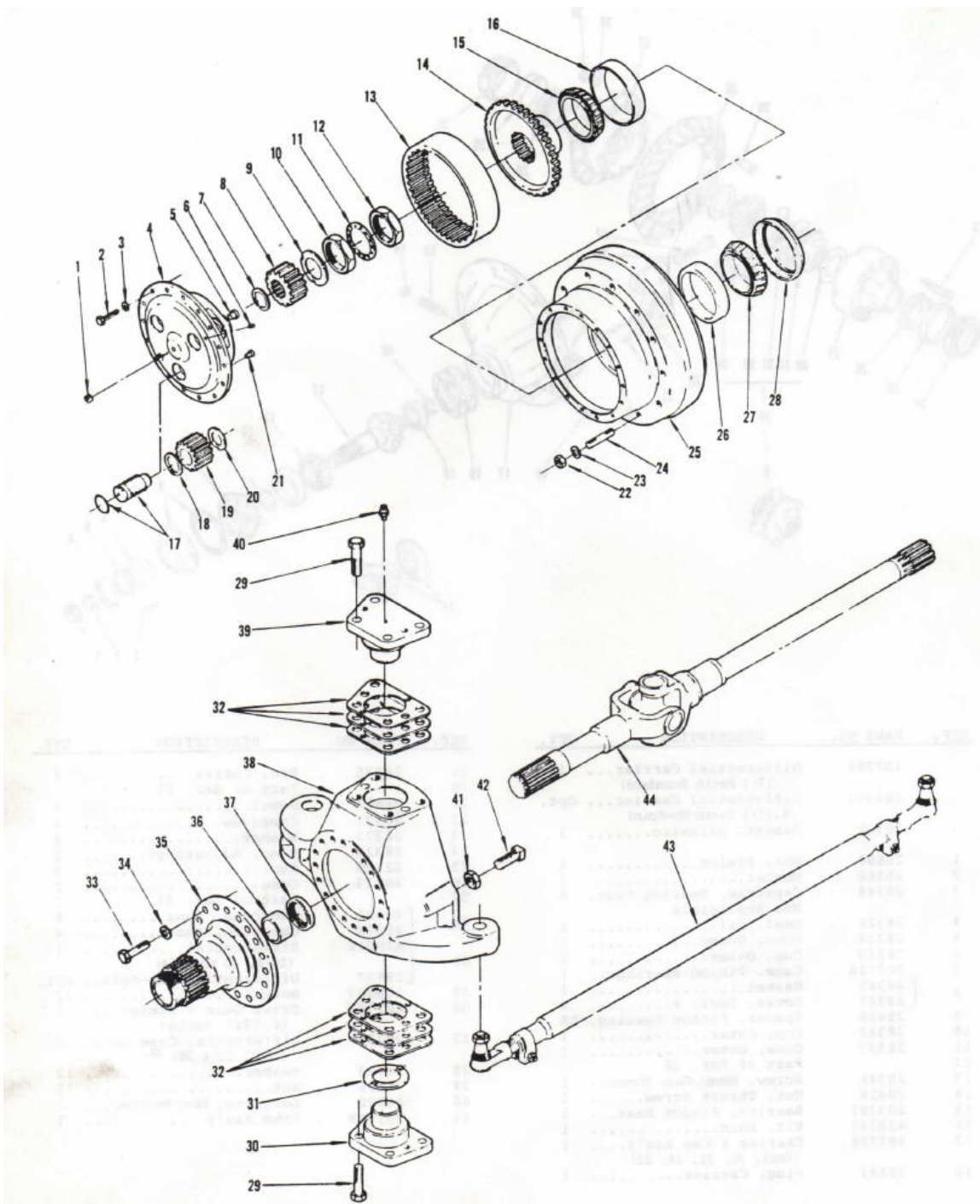
Fuente: Elaboración propia para el proyecto

Figura 9: Manual de funcionamiento grúa RT-230 TEREX

DESMONTAJE DE TAMBOR

1. Soltar tuercas N°22 de rueda con llave de impacto cuadrante 3/4

2. Retirar tuercas de rueda, dejar 02 tuercas para evitar que la rueda se salga de posición al efectuar el levantamiento de la grúa.
3. Encender grúa y despegar equipo del piso procurando dejar nivelado usando como referencia nivel de burbuja en cabina.
4. Detener motor del equipo.
5. Posicionar grúa horquilla 01 ton de capacidad de manera tal que con uñas, y por la parte inferior de los neumático, sostenerlo sin ejercer mayor carga. Dejar espacio para poder retirar las tuercas de seguridad.
6. Retirar las tuercas de seguridad.
7. Con ayuda de grúa horquilla, levantar levemente el neumático y efectuar su desmontaje.
8. Dejar neumático apoyado en ángulo de 45 ° sobre muro sólido y delimitar área colindante.
9. Colocar las tuercas N°22 de la rueda en sus correspondientes espárragos N° 24.
10. Con un mazo de 3 oz golpear levemente el cuerpo del tambor de freno.
11. Girar tambor hasta que tapón de aceite N° 0 1 quede posicionado en la parte inferior.
12. Retirar tapón N°01 y vaciar aceite en receptáculo y o bandeja.
13. Instalar tapón N°01.
14. Soltar pernos N° 02 y retirar junto con sus golillas, dejar en bandeja
15. Retirar reductor planetario N°04, dejar en bandeja
16. Soltar pestaña de seguro N° 11
17. Medir distancia desde cara exterior de tuerca N°10 hacia borde exterior de cuerpo de maza 35.
18. Proceder a desmontar tuercas N° 10, N° 12 y seguro N°11, dejar en bandeja
19. Instalar eslinga 0.5 ton x 2 mts largo en forma de lazo alrededor del tambor de frenado
20. Con apoyo de grúa horquilla desmontar tambor de frenado y posicionar a un costado de su respectivo neumático.



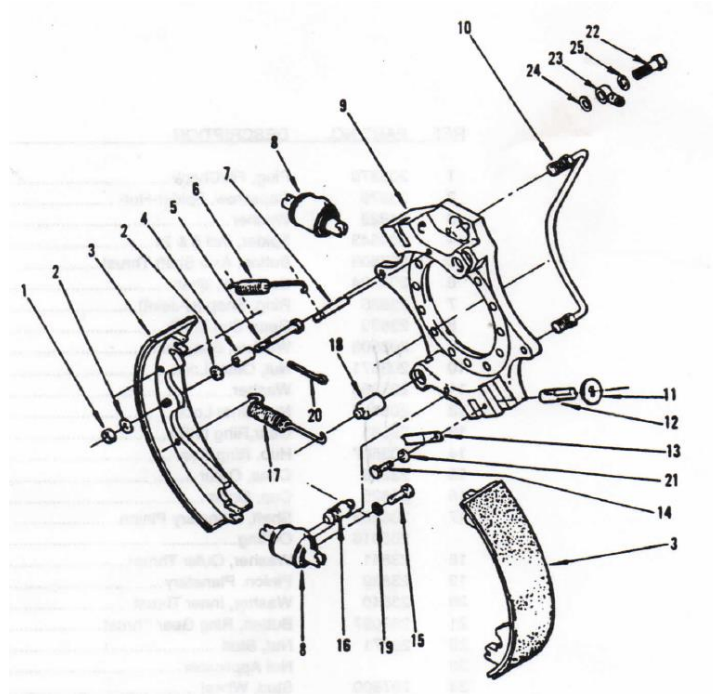
Fuente: Manual de partes grúa RT-230 TEREX

Figura 10: Despiece tambor.

INSPECCION y LIMPIEZA

1. Inspeccionar estado de pistones de frenado N° 08, buscar filtración
2. Verificar estado de cañería N°10, buscar filtración
3. Inspeccionar estado de flexible acoplado a terminal N°23
4. Buscar deformaciones en resortes N° 06 y 07
5. Verificar apriete del cuerpo N°09
6. Efectuar soplado con aire comprimido para limpiar el polvo y restos de balatas en inmediaciones del sector intervenido.
7. Retirar junta en cara de tambor N°25 que acopla con cuerpo planetario N° 4, pulir con piedra de asentar.

8. Inspeccionar estado de tambor, limpiar y pulir con lija tela esmeril grano 100.
9. Verificar estado de sello N° 28 y su respectivo asiento en cuerpo N°35
10. Limpiar interior de cuerpo planetario N°04.
11. Revisar estado de tuercas, hilos de cuerpo planetario N°4, tambor de frenado N° 25 y hilo tuercas N°10 y 12.



Fuente: Manual de partes grúa RT-230 TEREX

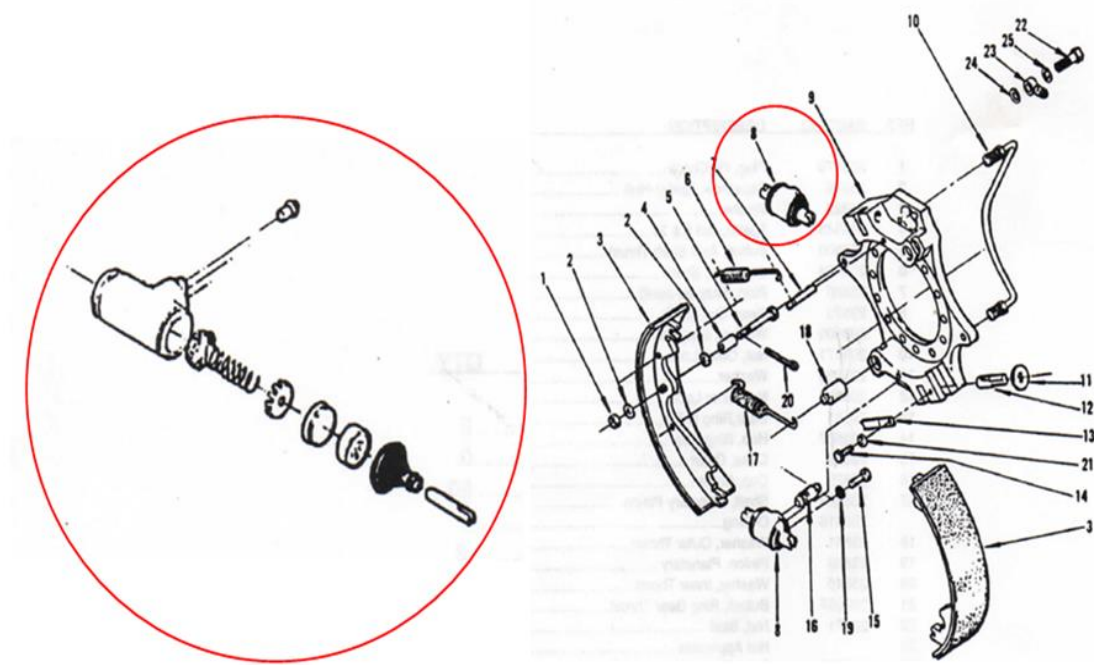
Figura 11: Despiece tambor.

REEMPLAZO ELEMENTOS MAL ESTADO

PISTON

- CON AYUDA DE ALICATE SOLTAR SEGUROS N°11 EN 90° Y RETIRAR.
- UTILIZAR ALICATE PARA DESMONTAR RESORTES N° 06 y 17
- SOLTAR TUERCA PIVOTE N°01 EN AMBAS BALATAS
- SOLTAR PERNOS DE SUJECION DE PISTON N°08, ESTOS ESTAN UBICADOS EN LA PARTE POSTERIOR DEL CONJUNTO
- DESMONTAR PISTON
- RETIRAR SOMBRERO PROTECTOR
- DESMONTR SOPORTE DE EMBOLO
- RETIRAR SELLO Y REEMPLAZAR
- MONTAR SOPOTE EMBOLO Y SOMBRERO PROTECTOR
- EFECTUAR MONTAGE DE PISTON.

- MONTAR TUERCA PIVOTE N°01 EN AMBAS BALATAS
- UTILIZAR ALICATE PARA MONTAR RESORTES N° 06 y 17
- CON AYUDA DE ALICATE INSTALAR SEGUROS N°11 EN 90°



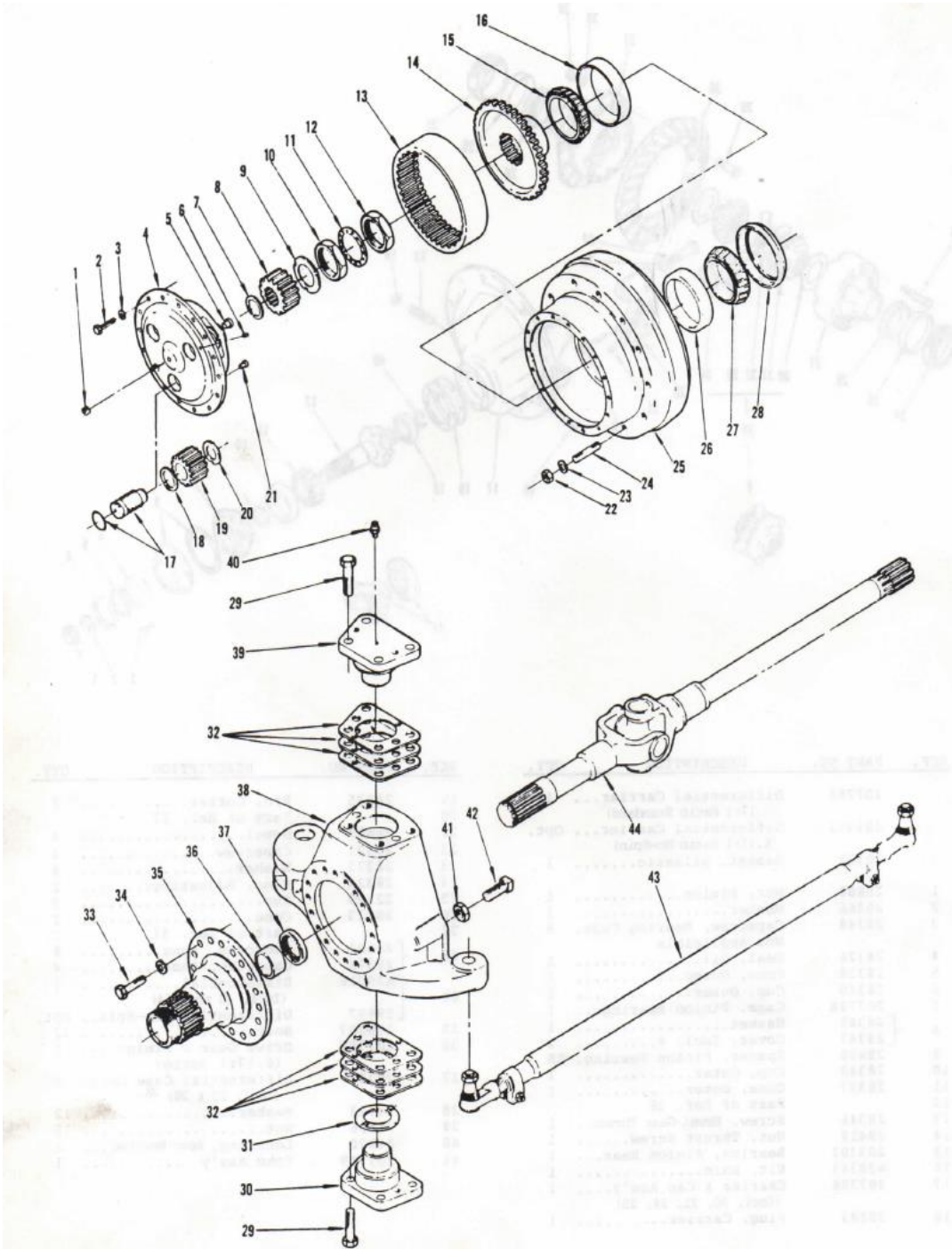
Fuente: Manual de partes grúa RT-230 TEREX

Figura 12: Despiece tambor y especificación.

INSTALACION TAMBOR

- Utilizar eslinga 0.5 ton y 02 [m] largo en forma de lazo para abrazar tambor de frenado N°25.
- Con apoyo de grúa horquilla montar cuidadosamente el tambor de frenado N° 25, procurar lubricar asiento de sello N° 28 en cuerpo acople a masa N° 35.
- Instalar tuercas N°10 ,12 y golilla N°11 a distancia anteriormente controlada.
- Aplicar juntura en cara interior de cuerpo planetario N° 4 y posicionar, procurar el correcto acople en engranajes.
- Instalar pernos N° 02 con su respectiva golilla en cuerpo planetario N°04, aplicar torque de 20 [Nm] y se debe seguir secuencia a perno contrario.
- Girar tambor hasta que tapón N°01 de aceite quede de forma horizontal.
- Desmontar tapón N°01 y rellenar a través de perforación del tapón, aceite Shell Spirax 80w90 hasta que aflore por la misma perforación. Colocar el tapón N°01
- Desmontar tuercas N°22 de tambor.

- Con apoyo de la horquilla, tomar neumático y posicionar cuidadosamente sobre tambor de frenado y proceder a calar en el mismo.
- Instalar con la mano 02 tuercas N° 22 de tambor y retirar grúa horquilla
- Instalar el resto de tuercas y proceder a apretar con llave de impacto cuadrante $\frac{3}{4}$ todos los pernos, secuencia a perno contrario.

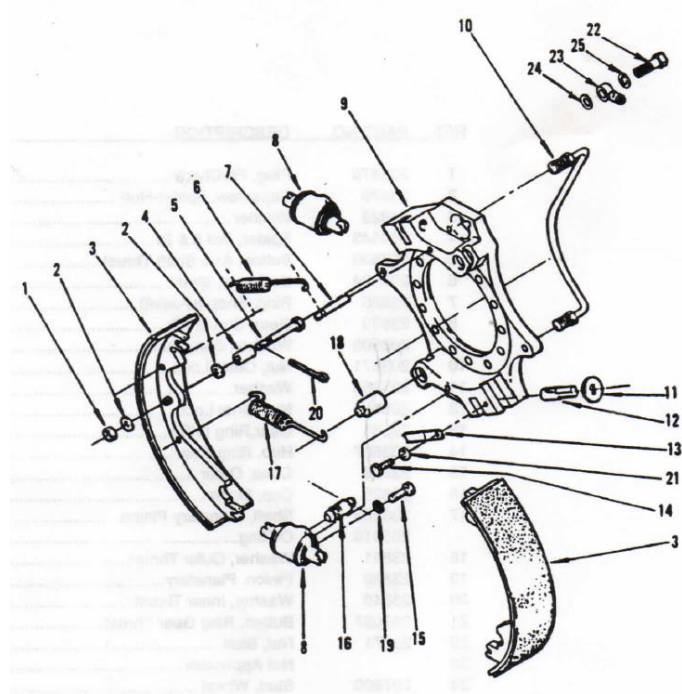


Fuente: Manual de partes grúa RT-230 TEREX

Figura 13: Despiece tambor.

AJUSTE DEL FRENO

1. Una vez se esté instalado el neumático y apretado sus respectivas tuercas, se debe buscar en la parte trasera del tambor el regulador N°12.
2. Girar los reguladores en sentido anti-horario hasta que las balatas no puedan abrirse más y topen con él la pista de frenado del tambor.
3. Girar reguladores en sentido horario hasta llegar a un claro de freno de 2 mm, verificar con filer



Fuente: Manual de partes grúa RT-230 TEREX

Figura 14: Despiece tambor.

PURGADO DE AIRE SISTEMA DE FRENADO

Encender equipo y levantar con los jack's hasta dejar las 4 ruedas en el aire

Detener equipo, retirar llaves y colocar candado de bloqueo (cartel de equipo en mantenimiento o traba volante)

En la parte inferior de la grúa y atrás de cada una de las ruedas, ubicar el purgador N°16 y soltar en sentido anti horario, luego dar pequeña precarga de apreté en sentido horario (suficiente para soltar con facilidad).

Entregar llaves a operador y retirar los bloqueos del equipo.

Operador deberá encender la máquina y presionar el pedal de frenado de 5 a 7 veces hasta el punto muerto inferior (PMI) del pedal y liberar el freno.

Operador debe presionar el pedal 03 veces y mantener el pedal en el PMI hasta que mecánico libere el purgador N°16 y el pedal baje aún más, esto liberara el aire atrapado en las cañerías de frenado.

Verificar periódicamente el nivel del vaso de frenado y rellenar de ser necesario.

Repetir pasó 5 y 6 en todas las ruedas hasta que no se evidencie la presencia de aire a través del purgador.

Dar apreté total a los 04 purgadores de cada rueda.

Efectuar pruebas operacionales

PRUEBA OPERACIONAL

Encender grúa y liberar freno de parqueo

Colocar marcha de retroceso.

Apretar pedal de freno 03 veces y luego mantener presionado.

Acelerar grúa visualizando el tacómetro hasta las 2000 RPM.

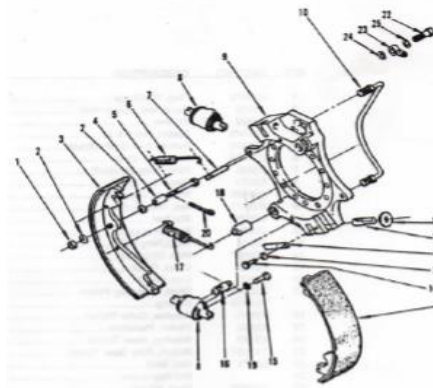
Verificar que la rueda intervenida no efectuó movimiento.

Si llegase a detectarse movimiento, detener grúa y girar reguladores N°12 en sentido horario dos vueltas y volver a probar.



INSTALACION

1. Posicionar nuevas balatas 03 en sus asientos en estructura y pistones de frenado N°8.
2. Instalar pivote N° 1 en ambas balatas junto con sus golillas.
3. Utilizar destornillador para posicionar resortes N° 06 y 07 en agujero de balatas y estructura.
4. Reinstalar seguros N°11.
5. Con lija tela esmeril grano 100 pulir balatas N°03, cara que ataca en tambor de frenado
6. Inspeccionar que todo este correctamente instalado.



7. Utilizar eslinga 0.5 ton y 02 mts largo en forma de lazo para abrazar tambor de frenado N°25.
8. Con apoyo de grúa horquilla montar cuidadosamente el tambor de frenado N° 25, procurar lubricar asiento de sello N° 28 en cuerpo acople a masa N° 35.
9. Instalar tuercas N°10 ,12 y golilla N°11 a distancia anteriormente controlada.
10. Aplicar juntura en cara interior de cuerpo planetario N° 4 y posicionar, procurar el correcto acople en engranajes.
11. Instalar pernos N° 02 con su respectiva golilla en cuerpo planetario N°04, aplicar torque de 20 Nm y se debe seguir secuencia a perno contrario.
12. Girar tambor hasta que tapón N°01 de aceite quede de forma horizontal.
13. Desmontar tapón N°01 y rellera a través de perforación del tapón, aceite Shell Spirax 80w90 hasta que aflore por la misma perforación. Colocar el tapón N°01
14. Desmontar tuercas N°22 de tambor.
15. Con apoyo de la horquilla, tomar neumático y posicionar cuidadosamente sobre tambor de frenado y proceder a calar en el mismo.
16. Instalar con la mano 02 tuercas N° 22 de tambor y retirar grúa horquilla
17. Instalar el resto de tuercas y proceder a apretar con llave de impacto cuadrante ¼ todos los pernos, secuencia a perno contrario.

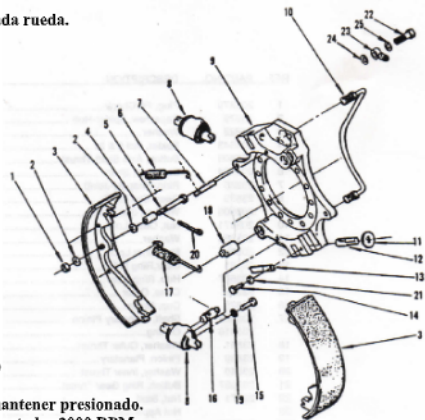
PROCEDIMIENTO

PURGADO SISTEMA FRENADO

GRÚA RT230

PURGADO DE AIRE SISTEMA DE FRENADO

1. Encender equipo y levantar con los jack´s hasta dejar las 4 ruedas en el aire
2. Detener equipo, retirar llaves y colocar candado de bloqueo (cartel de equipo en mantenimiento o traba volante)
3. En la parte inferior de la grúa y atrás de cada una de las ruedas, ubicar el purgador N°16 y soltar en sentido anti horario, luego dar pequeña precarga de apreté en sentido horario (suficiente para soltar con facilidad).
4. Entregar llaves a operador y retirar los bloqueos del equipo.
5. Operador deberá encender la maquina y presionar el pedal de frenado de 5 a 7 veces hasta el punto muerto inferior (PMI) del pedal y liberar el freno.
6. Operador debe presionar el pedal 03 veces y mantener el pedal en el PMI hasta que mecánico libere el purgador N°16 y el pedal baje aun más, esto liberara el aire atrapado en las cañerías de frenado.
7. Verificar periódicamente el nivel del vaso de frenado y rellenar de ser necesario.
8. Repetir pasó 5 y 6 en todas las ruedas hasta que no se evidencie la presencia de aire a través del purgador.
9. Dar apreté total a los 04 purgadores de cada rueda.
10. Efectuar pruebas operacionales



PRUEBA OPERACIONAL

1. Encender grúa y liberar freno de parqueo
2. Colocar marcha de retroceso.
3. Apretar pedal de freno 03 veces y luego mantener presionado.
4. Acelerar grúa visualizando el tacómetro hasta las 2000 RPM.
5. Verificar que la rueda intervenida no efectué movimiento.
6. Si llegase a detectarse movimiento, detener grúa y girar reguladores N°12 en sentido horario dos vueltas y volver a probar.

PROCEDIMIENTO

REPARACION FILTACION SISTEMA FRENADO

GRÚA RT230

REEMPLAZO ELEMENTOS MAL ESTADO

1. CAÑERÍA

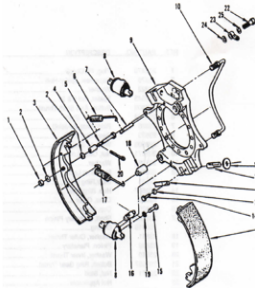
- SOLTAR NIPLES Nº 10 SUPERIOR E INFERIOR
- RETIRAR Y SEGREGAR CAÑERÍA EN MAL ESTADO
- INSTALAR NUEVO REPUESTO
- APRETAR NIPLES Nº10

2. FLEXIBLE

- SOLTAR NIPLE Nº23 Y RETIRAR
- DESMONTAR GOLILLAS Nº 25 Y 24 Y SEGREGAR
- RETIRAR FLEXIBLE ACOPLADO A TERMINAL NUMETO 23, Y SEGREGAR
- INSTALAR NUEVO FLEXIBLE CON NUEVAS GOLILLAS Nº24 Y 25.
- POSICIONAR Y APRETAR NIPLE Nº22.

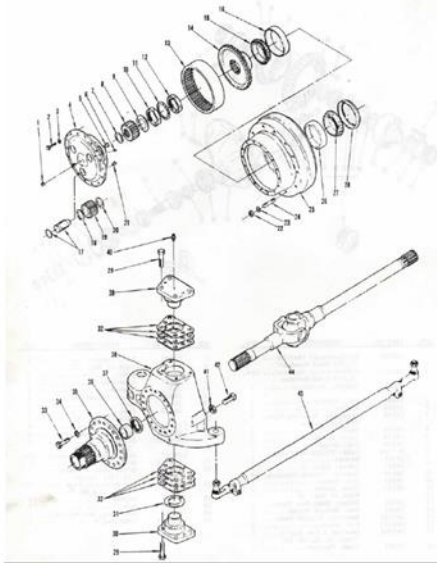
3. PISTON

- CON AYUDA DE ALICATE SOLTAR SEGUROS Nº11 EN 90º Y RETIRAR.
- UTILIZAR ALICATE PARA DESMONTAR RESORTES Nº 06 y 17
- SOLTAR TUERCA PIVOTE Nº01 EN AMBAS BALATAS
- SOLTAR PERNOS DE SUEJECION DE PISTON Nº08, ESTOS ESTAN UBICADOS EN LA PARTE POSTERIOR DEL CONJUNTO
- DESMONTAR PISTON Y SEGREGAR
- EFECTUAR MONTAGE DE NUEVO PISTON.
- MONTAR TUERCA PIVOTE Nº01 EN AMBAS BALATAS
- UTILIZAR ALICATE PARA MONTAR RESORTES Nº 06 y 17
- CON AYUDA DE ALICATE INSTALAR SEGUROS Nº11 EN 90º



PROCEDIMIENTO

REEMPLAZO DE BALATAS GRÚA RT230



PROCEDIMIENTO

REPARACION FILTACION SISTEMA FRENADO

GRÚA RT230

INSTALACION TAMBOR

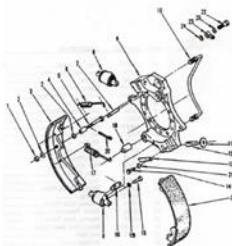
- Utilizar eslinga 0.5 ton y 02 mts largo en forma de lazo para abrazar tambor de frenado Nº25.
- Con apoyo de grúa horquilla montar cuidadosamente el tambor de frenado Nº 25, procurar lubricar asiento de sello Nº 25 en cuerpo acople a masa Nº 35.
- Instalar tuercas Nº10 ,12 y golilla Nº11 a distancia anteriormente controlada.
- Aplicar junta en cara interior de cuerpo planetario Nº 4 y posicionar, procurar el correcto acople en engranajes.
- Instalar pernos Nº 02 con su respectiva golilla en cuerpo planetario Nº04, aplicar torque de 20 Nm y se debe seguir secuencia a perno contrario.
- Girar tambor hasta que tapón Nº01 de aceite quede de forma horizontal.
- Desmontar tapón Nº01 y rellenar a través de perforación del tapón, aceite Shell Spirax 80w90 hasta que aflore por la misma perforación. Colocar el tapón Nº01
- Desmontar tuercas Nº22 de tambor.
- Con apoyo de la horquilla, tomar neumático y posicionar cuidadosamente sobre tambor de frenado y proceder a calar en el mismo.
- Instalar con la mano 02 tuercas Nº 22 de tambor y retirar grúa horquilla
- Instalar el resto de tuercas y proceder a apretar con llave de impacto cuadrante ¼ todos los pernos, secuencia a perno contrario.

PROCEDIMIENTO

REEMPLAZO DE BALATAS GRÚA RT230

DESMONTAJE BALATAS

1. Con ayuda de alicate girar seguros Nº11 en 90 º, retirar y dejar en bandeja.
2. Utilizar alicate y destornillador para efectuar el desmontaje de los resortes Nº 06 y 17, dejar en bandeja.
3. Soltar tuercas de pivote Nº01 en ambas balatas, junto con su respectiva golilla plana, dejar en bandeja.
4. Retirar 02 balatas Nº 03 en mal estado y segregar.



INSPECCION Y LIMPIEZA

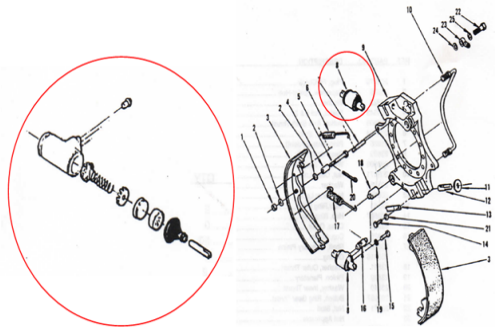
1. Inspeccionar estado de pistones de frenado Nº 08, buscar filtración
2. Buscar deformaciones en resortes Nº 06 y 07
3. Verificar apriete del cuerpo Nº09
4. Efectuar soplado con aire comprimido para limpiar el polvo y restos de balatas en inmediaciones del sector intervenido.
5. Retirar junta en cara de tambor Nº25 que acopla con cuerpo planetario Nº 4, pulir con piedra de acotar.
6. Inspeccionar estado de tambor, limpiar y pulir con lija tela emmeril grano 100.
7. Verificar estado de sello Nº 25 y su respectivo asiento en cuerpo Nº35
8. Limpiar interior de cuerpo planetario Nº04.
9. Revisar estado de tuercas, hilos de cuerpo planetario Nº4, tambor de frenado Nº 25 y hilo tuercas Nº10 y 12.

PROCEDIMIENTO
REEMPLAZO SELLOS PISTON ESCLAVO
GRÚA RT230

REEMPLAZO ELEMENTOS MAL ESTADO

1. PISTON

- CON AYUDA DE ALICATE SOLTAR SEGUROS Nº11 EN 90º Y RETIRAR.
- UTILIZAR ALICATE PARA DESMONTAR RESORTES Nº 06 y 17
- SOLTAR TUERCA PIVOTE Nº01 EN AMBAS BALATAS
- SOLTAR PERNOS DE SUJECION DE PISTON Nº08, ESTOS ESTAN UBICADOS EN LA PARTE POSTERIOR DEL CONJUNTO
- DESMONTAR PISTON
- RETIRAR SOMBRERO PROTECTOR
- DESMONTR SOPORTE DE EMBOLO
- RETIRAR SELLO Y REEMPLAZAR
- MONTAR SOPOTE EMBOLO Y SOMBRERO PROTECTOR
- EFECTUAR MONTAGE DE PISTON.
- MONTAR TUERCA PIVOTE Nº01 EN AMBAS BALATAS
- UTILIZAR ALICATE PARA MONTAR RESORTES Nº 06 y 17
- CON AYUDA DE ALICATE INSTALAR SEGUROS Nº11 EN 90º
-



PROCEDIMIENTO
REEMPLAZO SELLOS PISTON ESCLAVO
GRÚA RT230

INSTALACION TAMBOR

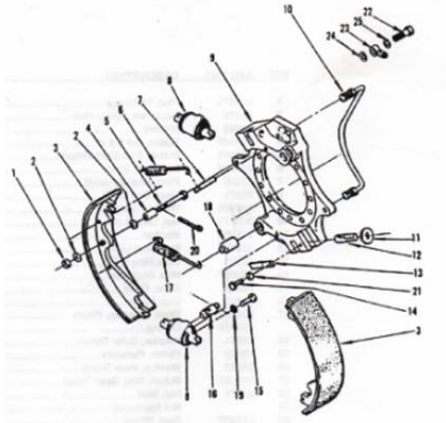
- Utilizar eslinga 0.5 ton y 02 mts largo en forma de lazo para abrazar tambor de frenado Nº25.
- Con apoyo de grúa horquilla montar cuidadosamente el tambor de frenado Nº 25, procurar lubricar asiento de sello Nº 28 en cuerpo acople a masa Nº 35.
- Instalar tuercas Nº10 ,12 y gollilla Nº11 a distancia anteriormente controlada.
- Aplicar junta en cara interior de cuerpo planetario Nº 4 y posicionar, procurar el correcto acople en engranajes.
- Instalar pernos Nº 02 con su respectiva gollilla en cuerpo planetario Nº04, aplicar torque de 20 Nm y se debe seguir secuencia a perno contrario.
- Girar tambor hasta que tapón Nº01 de aceite quede de forma horizontal.
- Desmontar tapón Nº01 y rellera a través de perforación del tapón, aceite Shell **Spirax** 80w90 hasta que aflore por la misma perforación. Colocar el tapón Nº01
- Desmontar tuercas Nº22 de tambor.
- Con apoyo de la horquilla, tomar neumático y posicionar cuidadosamente sobre tambor de frenado y proceder a calar en el mismo.
- Instalar con la mano 02 tuercas Nº 22 de tambor y retirar grúa horquilla
- Instalar el resto de tuercas y proceder a apretar con llave de impacto cuadrante ¼ todos los pernos, secuencia a perno contrario.

Activar Windows
Ve a Configuración para i

PROCEDIMIENTO
AJUSTE FRENO GRÚA RT230

AJUSTE DEL FRENO

1. Se debe ubicar en la parte trasera del tambor el regulador Nº12(se vera solo el estriado del conjunto).
2. Girar los reguladores en sentido anti-horario hasta que las balatas no puedan abrirse más y topen con él la pista de frenado del tambor.
3. Girar reguladores en sentido horario hasta llegar a un claro de freno de 2 mm, verificar con filer.



PRUEBA OPERACIONAL

1. Encender grúa y liberar freno de parqueo
2. Colocar marcha de retroceso.
3. Apretar pedal de freno 03 veces y luego mantener presionado.
4. Acelerar grúa visualizando el tacómetro hasta las 2000 RPM.
5. Verificar que la rueda intervenida no efectué movimiento.
6. Si llegase a detectarse movimiento, detener grúa y girar reguladores Nº12 en sentido horario dos vueltas y volver a probar.

PROCEDIMIENTO

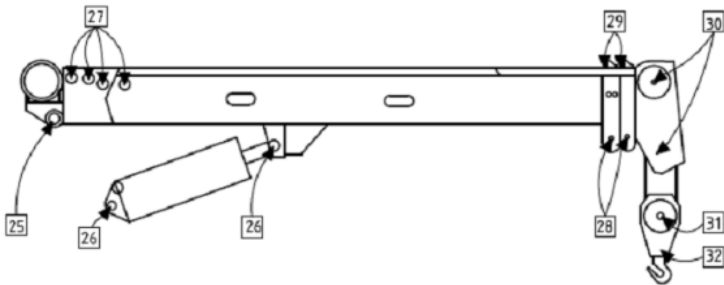
LUBRICACION SUPERESTRUCTURA

GRÚA RT230

LUBRICACION CABLE

8 hrs	40 hrs	80 hrs	120 hrs	500 hrs	1000 hrs	2000 hrs	REF	DESCRIPCION	LUBRICANTES
	LUB						25	Rodillos inferiores	Grasa Multipropósito EP-2
	LUB						29	Rodillos de Cable	Grasa Multipropósito EP-2
	LUB						30	Poleas de Pluma	Grasa Multipropósito EP-2
	LUB						31	Poleas de Gancho	Grasa Multipropósito EP-2
	LUB						1	Cable	Grasa spray klüberplex AG 11-462

▲	Reemplazar filtro
◆	Consultar Manual de Operación
■	Drenar agua
LUB	Lubricar
CHK	Chequear
D/R	Drenar y reemplazar



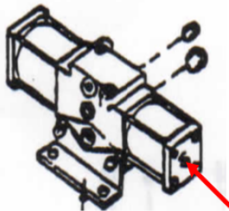
PROCEDIMIENTO

REEMPLAZO VALVULA JACK-ESTABILIZADOR

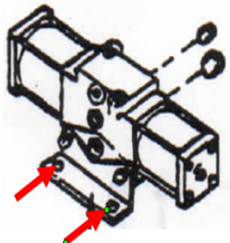
GRÚA RT230

DES Montaie VALVULA

1. ACCIONAR CON UN DESTORNILLADOR DE PUNTA CRUS O SIMILAR, DE APROXIMADAMENTE 5 MM DIAMETRO, LOS PILOTAJES MANUALES EN AMBAS CARAS DE LA VALVULA, ESTO PARA ALIVIAR LA POSIBLE PRESION REMANENTE EN SISTEMA.



2. CON LLAVE PUNTA CORONA 9/16, SOLTAR TERMINALES VOLANTES DE FLEXIBLES LINEA PRESION Y TANQUE, PROCURAR EFECTUAR ESTO LENTAMENTE HASTA ASEGURAR QUE NO SE MANTIENE PRESION EN LINEA.
3. MARCAR POSICION Y DESCONECTAR TERMINALES DE ALIMENTACION ELECTRICA
4. DESMONTAR PERNOS PARKER 5/16 DE SUECION DEL CUERPO VALVULAR.



5. RETIRAR VALVULA Y SEGREGAR

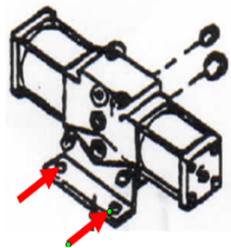
PROCEDIMIENTO

REEMPLAZO VALVULA JACK-ESTABILIZADOR

GRÚA RT230

MONTAIE VALVULA

1. POSICIONAR NUEVA VALVULA EN CALZO Y COLOCAR PERNOS DE SUECION CON LA MANO
2. APRETAR PERNOS PARKER 5/16 DE SUECION DEL CUERPO VALVULAR.



3. CONECTAR TERMINALES DE ALIMENTACION ELECTRICA SEGUN SU POSICION
4. CON LLAVE PUNTA CORONA 9/16, APRETAR TERMINALES VOLANTES DE FLEXIBLES LINEA PRESION Y TANQUE.
5. EFECTUAR PRUEBAS OPERACIONALES

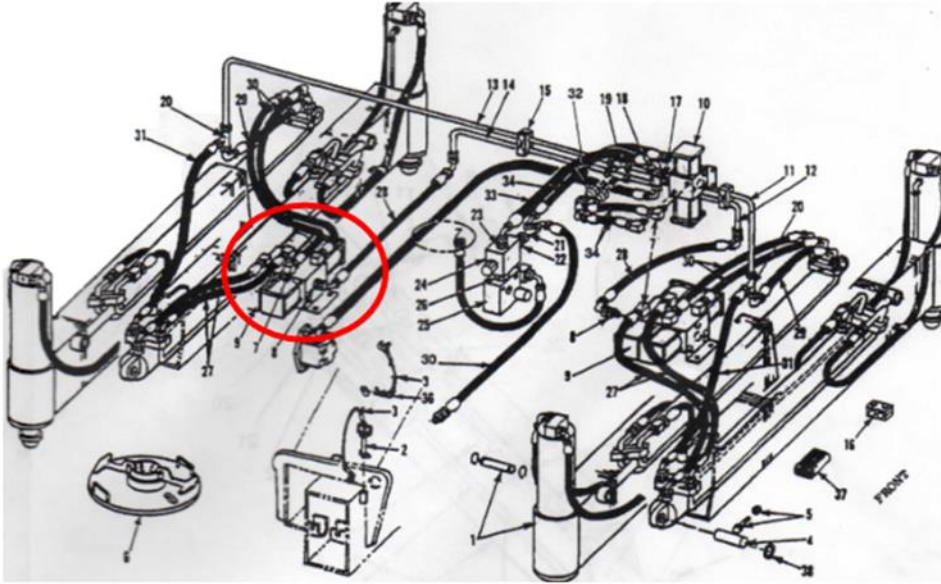
NOTA: VERIFICAR NIVEL DE ACEITE HIDRAULICO, RELLENAR DE SER NECESARIO.



PROCEDIMIENTO SEÑAL ELECTRICA VALVULA JACK-ESTABILIZADOR GRÚA RT230

EJECUCION

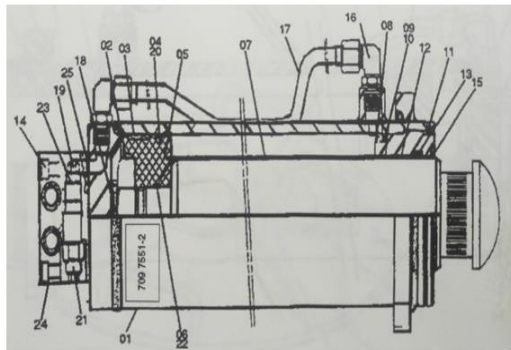
1. MARCAR POSICION DE TERMINALES DE SEÑAL ELÉCTRICA
2. DESCONECTAR Y EFECTUAR INSPECCION VISUAL
3. APOYARCE CON OPERADOR PARA ENVIAR SEÑAL ELÉCTRICA DE ACCIONAMIENTO A LA VALVULA DESDE CABINA DE EQUIPO
4. CON MULTITESTER, MEDIR SEÑAL ELÉCTRICA DE MINIMO 8.5 (VDC) (NOMINAL ELÉCTRICA DE 12 (VDC))
5. SI NO SE RECIBE EL VOLTAJE NECESARIO, PROCURAR VERIFICAR LA TENSION DE BATERIAS Y PRESENCIA DE SULFATO EN TERMINALES DE BOBINA DE VALVULA
6. LIMPIAR CONTACTOS CON "LIMPIA CONTACTO" Y LIJA AL AGUA.
7. VOLVER A EFECTUAR MEDICION DEL PUNTO 4.



SI NO SE LOGRA DETECTAR EL VOLTAJE NECESARIO PARA EL ACCIONAMIENTO DEL EQUIPO EFECTUAR LO SIGUIENTE:

- VERIFICAR CONTINUIDAD DEL CABLE DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA, DESDE CABINA A VALVULA
- VERIFICAR ESTADO DE INTERRUPTORES
- CORROBORAR EN BITACORA DEL EQUIPO, ULTIMO REEMPLAZO DE BATERIAS, SI ESTA SUPERA LOS 2 AÑOS. GESTIONAR EL REEMPLAZO

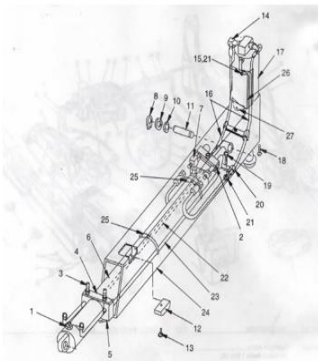
PROCEDIMIENTO
DESMONTAR JACK
GRÚA RT230



Montaje

1. Posicionar gata tipo caimán bajo muñón de Jack, esto para izar cilindro e instalar pernos de sujeción.
2. Con llave allen 16 instalar 04 pernos de sujeción N°18 de la base inferior del Jack.
3. Remover niple de unión jib 1/2 npt
4. Con llave 15/16, instalar niples volantes N°14 en ambos extremos de válvulas de seguridad de jack.
5. Verificar apreté en de terminales hidráulicos.
6. Liberar gata tipo caimán para que el cilindro.
7. Efectuar pruebas operacionales.

PROCEDIMIENTO
DESMONTAR JACK
GRÚA RT230



los cortes o
tado de

a de sellos,

sebe
emplazo de

Windows
juración para

Activar
Ve a Confia



PROCEDIMIENTO INSPECCION CIRCUITO HIDRAULICO GRÚA RT230

1. Con llave 15/16, soltar niple volantes N°14 en ambos extremos de válvulas de seguridad de jack, instalar inmediatamente niple de unión jib ¾ npt para unir ambos flexibles y evitar filtraciones.
2. Retirar con martillo mecánico pasador N° 11 y sus respectivos seguros.
3. Soltar con llave 15/16 niple volantes de cañerías en cola de cilindro, unir con conector jib ¾ para evitar filtraciones, instalar a retorno sobretubo de pvc.
4. Retirar pasadores de cola de cilindro con martillo mecánico.
5. Desmontar cilindro de estabilizador junto con flexibles.
6. Una vez cilindro se encuentre fuera de posición, proceder a retirar flexibles N°16 soltando tuercas N°25 volantes.
7. Liberar soporte N°20 para la separación de flexible
8. Reemplazar flexibles.
9. Instalar soporte N°20
10. Conectar flexibles a tuercas N°25
11. Instalar cilindro en su posición, procurar pasar primero flexibles N°16 para facilitar el paso hacia JACK.
12. Instalar guías de cola y N°11 en su calzo y sus respectivos seguros
13. Corregir flexibles de cola.
14. Conectar flexibles N°16 al JACK y dar apreté a sus terminales
15. Revisar el correcto apreté de todas las conexiones hidráulicas
16. Efectuar pruebas operacionales y verificar alguna posible filtración

