

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**PLAN DE MEJORA DEL MANTENIMIENTO DE LAS
UNIDADES DE LA FLOTA DE CAMIONES GRUAS
ARTICULADAS DE 12 TM.**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

JIMMY RONALD CORDERO VARGAS

PROMOCION 2006-II

LIMA – PERU

2010

*A mis padres, Pilar y Vicente
mi hermana Liz, quienes han sido
el motor de mi vida.*

*Al amor de mi vida,
mi esposa Nelly
que es mi motivación.*

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	4
1. Introducción	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Justificación	4
1.3. Objetivo	5
1.4. Alcances	5
1.5. Limitaciones	5
CAPITULO II	6
2. Marco Teórico	6
2.1. Definiciones y Conceptos de Mantenimiento	6
2.2. Tipos de Mantenimiento	8
2.2.1. Mantenimiento Correctivo	8
2.2.2. Mantenimiento Preventivo	9
2.2.3. Mantenimiento de Rutina ó Inspección	11
2.2.4. Mantenimiento Periódico ó Sistemático	11
2.2.5. Mantenimiento Selectivo	12
2.2.6. Mantenimiento Predictivo ó Previsivo	12
2.2.7. Gran Reparación ó Revisión General	13
2.3. Gestión de Mantenimiento	14
2.4. Indicadores de mantenimiento	17
2.4.1. Tiempo medio para fallas (TMPF)	18
2.4.2. Tiempo medio entre fallas (TMEF)	19

2.4.3. Tiempo medio para la reparación (TMPR)	19
2.4.4. Disponibilidad (DISP)	19
2.4.5. Índice de Confiabilidad Operacional (ICO)	21
2.4.6. Índice de Interferencia Correctiva (IMC)	21
2.4.7. Índice de de interferencia Preventiva ó Planificadas (IMP)	21
2.4.8. Índice de Costos de mantenimiento (ICM)	22
2.4.9. Índice de Capacidad Productiva (ICP)	23
2.5. Herramientas de Calidad para la mejora del Mantenimiento	23
2.5.1. Definición de las Herramientas de Calidad	23
2.5.2. Objetivos de las Herramientas de Calidad	24
2.5.3. Características de las Herramientas de Calidad	24
2.5.4. Tipos de herramientas de Calidad	25
2.5.4.1. Diagrama de Afinidad	25
2.5.4.2. Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa)	26
2.5.4.3. Diagrama de Pareto	27
2.6. Camiones Grúas Articuladas	29
2.6.1. Camiones Volkswagen	29
2.6.1.1. Motor	31
2.6.1.2. Transmisión, diferencial	32
2.6.1.3. Eléctrico	34
2.6.1.4. Frenos de servicio	35
2.6.1.5. Neumáticos	37
2.6.2. Grúas Articuladas Palfinger	38
2.6.2.1. Identificación de partes de la grúa articulada	39
2.6.2.2. Dimensiones y alcance de la grúa articulada	40
2.6.2.3. Especificaciones técnicas de la grúa articulada	41
2.6.2.4. Sistemas Hidráulicos	42

CAPITULO III	43
3. Generalidades de la empresa	43
3.1. Misión	43
3.2. Visión	43
3.3. Breve Reseña histórica	44
3.4. Organigrama de la Empresa	45
3.5. Familia de Equipos	46
3.5.1. Tipos	46
CAPITULO IV	48
4. Situación actual del mantenimiento	48
4.1. Descripción	48
4.2. La Organización.	48
4.2.1. El organigrama del área de mantenimiento	48
4.2.2. Personal de mantenimiento	49
4.2.2.1. Jefe de Mantenimiento	50
4.2.2.2. Supervisores de Mantenimiento	50
4.2.2.3. Técnicos Mecánicos	50
4.2.2.4. Técnicos Electricistas	50
4.2.2.5. Técnicos Soldadores	51
4.2.2.6. Técnicos Practicantes	51
4.2.2.7. Operadores de Camiones Grúas	51
4.3. Equipamiento e infraestructura de mantenimiento	52
4.3.1. Taller de mantenimiento	52
4.3.2. Infraestructura del área de mantenimiento	53
4.3.3. Equipamiento del taller de mantenimiento	54
4.3.4. Herramientas	55

4.4. Administración de mantenimiento	56
4.4.1. Formularios de documentos de trabajo	57
4.4.1.1. Datos Técnicos de equipos	57
4.4.1.2. Historial de equipos	57
4.4.1.3. Orden de trabajo de mantenimiento	57
4.4.2. El mantenimiento Correctivo, Preventivo	57
4.4.2.1. Mantenimiento Correctivo	57
4.4.2.2. Mantenimiento Preventivo	58
4.5. Servicio de terceros	58
4.5.1. Cartera de servicio de Terceros	58
4.6. Análisis del mantenimiento anterior	59
4.6.1. Criticidad de Flota	60
4.6.2. Criticidad de los equipos	62
4.6.3. Ocurrencias de fallas	65
4.6.4. Calculo de los costos de mantenimiento	66
4.6.4.1. Calculo de los costos de Mantenimiento Correctivo	66
4.6.4.2. Calculo de los costos de Mantenimiento Preventivo	69
4.6.4.3. Costo de Mantenimiento total (CMT)	71
4.6.5. Calculo de indicadores de mantenimiento	71
CAPITULO V	74
5. Plan de mejora del mantenimiento	74
5.1. Revisar y establecer el nuevo organigrama	75
5.2. Replanteo de las funciones y responsabilidades del personal de mantenimiento	77
5.2.1. Jefe de Mantenimiento	77
5.2.2. Encargado del Taller de Mantenimiento	78
5.2.3. Supervisores de Mantenimiento	78

5.2.4. Planner de mantenimiento	79
5.2.5. Técnicos Mecánicos	79
5.2.6. Técnicos electricistas	80
5.2.7. Técnicos soldadores	80
5.2.8. Técnico en Neumáticos	81
5.3. Elaborar programa de entrenamiento y capacitación en el área de mantenimiento.	81
5.4. Nuevo Flujo de documentos y registros	83
5.4.1. Datos de Técnicos	83
5.4.2. Historial de Eventos	84
5.4.3. Elaborar ordenes de trabajo	84
5.5. Aplicación de las herramientas de calidad	86
5.5.1. Diagrama de Pareto	86
5.6. Mejora del plan de mantenimiento preventivo	90
5.7. Mejora de indicadores	100
CAPITULO VI	104
6. Ventaja Económica	104
6.1. Costos de mantenimiento	104
6.2. Costos de implementación del personal nuevo	105
6.3. Costo ahorrado después de implementar el plan de mejora	106
Conclusiones	107
Recomendaciones	110
Bibliografía	112
Anexos	113

PROLOGO

Han pasado más de tres décadas que GRUAS ALQUILERES S.A. en el área de mantenimiento, se aplica los mantenimientos correctivos y preventivos pobremente, ahora se requiere mejorar la gestión del mantenimiento e introducir una herramienta de Calidad para mejorar el mantenimiento y así obtener cortos plazos de mantenimiento y reducir los costos de mantenimiento.

El plan de mejora descrito en este informe de suficiencia se ha estructurado de tal forma:

En el capítulo 1, se realiza una introducción del informe, desarrollando los antecedentes, objetivos, alcances y limitaciones.

En el capítulo 2, se definen los conceptos de mantenimiento tales como los tipos, gestión, indicadores herramientas de, tales como los correctivos y preventivos, además de la descripción del funcionamiento de las partes principales del camión grúa articulado dirigido al camión Volkswagen y a la grúa articulada Palfinger.

En el capítulo 3, del presente trabajo se describen los antecedentes históricos y los aspectos fundamentales de la empresa Grúas Alquileres, propietaria de la flota de camiones grúas articulados, en donde se ha realizado el presente trabajo, y así poder observar en qué posición dentro del organigrama se encuentra el área de mantenimiento, así como la descripción de la operación de algunos trabajos.

En el capítulo 4, se analiza la situación actual de los mantenimientos aplicados, describiendo lo que en estos momentos se efectúa como mantenimiento detallando las zonas críticas, acompañado de data que muestra la criticidad de algunos equipos, del mismo modo se realiza un análisis de la gestión del mantenimiento actual donde se observe la necesidad de uno o varios planes de mejoras en la gestión. El cual se demuestra que con el actual plan de mantenimiento algún parámetro o varios de ellos están por debajo del nivel requerido, por ejemplo disponibilidad de máquinas, altos costos de mantenimiento.

En el capítulo 5, se describe los planes de mejoras del mantenimiento, el análisis se desarrolla empleando herramienta de gestión de calidad, mejorando la confiabilidad y disponibilidad.

En el capítulo 6, se ha determinado la ventaja económica de la mejora planteada donde se muestra la reducción de los costos de mantenimiento correctivo y aumentado los costos de mantenimiento preventivo, que viendo de forma global se reduce considerablemente las horas de parada y con ello reduciendo los costos de mantenimiento.

Al final se mencionan las conclusiones y recomendaciones respectivas, conclusión de ellos que se pueda al final mediante el plan de mejora fundamentado en los indicadores de disponibilidad y confiabilidad para el incremento de sus valores.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

La empresa GRUAS ALQUILERES S.A. donde laboro cuenta con una diversidad de maquinarias para el izaje de carga pesada, para este plan de mejora solo se tomara en cuenta solo las unidades de la flota de camiones grúas articuladas de 12 toneladas de capacidad.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Dicha flota cuenta con 10 unidades, el cual se le realiza los mantenimientos correctivos y preventivos según el plan de mantenimiento del fabricante, pero se requiere de mejorar la gestión del mantenimiento de esta flota, debido a las paradas registradas por fallas imprevistas de nuestros equipos alquilados en obra, el cual la seguridad en diferentes obras son cada vez más estrictos, que por fallas menores de la unidad lo paran, hasta que se le dé solución y esto implica horas ó días de estar parada la unidad, esto depende de la magnitud de la falla.

1.3. OBJETIVO

El objetivo del presente plan de mejora es reducir las paradas inesperadas por fallas imprevistas no programadas, para poder incrementar la confiabilidad y disponibilidad de las unidades de la flota de camiones grúas articuladas de 12TM, aplicando herramientas de calidad, el cual esto se repercutirá en la reducción de los costos de mantenimiento.

1.4. ALCANCES

Si los costos de mantenimiento presentan un porcentaje de reducción notable, serán presentados a Gerencia General para su evaluación e implementación a las demás flotas de la empresa, ya que se trata de un plan de mejora piloto, el cual se estaría cumpliendo con el objetivo.

1.5. LIMITACIONES

El escenario técnico en el cual se va desarrollar este trabajo será en los sistemas motrices, eléctrico, transmisión, frenos, dirección, neumáticos, hidráulico y estructural.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 DEFINICIONES Y CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO

Para lo cual es necesario tener definiciones importantes tales como:

- **Empresa.-** Sistema complejo constituido, por un proyecto, personas y tecnologías capaces de: Producir riquezas (bienes y servicios) en mayor medida de las que consume, para satisfacer las necesidades individuales y colectivas de los consumidores, al nivel más económico
- **Funciones.-** Fases de un trabajo que distingue de las demás.
- **Pieza.-** Todo y cualquier elemento físico no divisible de un mecanismo. Es la parte del equipo donde, de una manera general, serán desarrollados los cambios y eventualmente, en casos más específicos, las reparaciones.
- **Componente.-** Ingenio esencial para el funcionamiento de una actividad mecánica, eléctrica u de otra naturaleza física, que conjugado a otro (s) crea (n) un potencial de realizar trabajo.

- **Equipo.-** Elemento que constituye el todo o parte (conjunto de componentes interconectados para realizar materialmente una actividad de una instalación) de una máquina o instalación, que por sus características, tiene datos, historial y programas de reparación propios.
- **Familia de equipos.-** Equipos con iguales características de construcción (mismo fabricante, mismo tipo, mismo modelo)
- **Defecto.-** Ocurrencia en un ítem que no impide su funcionamiento, sin embargo, puede a corto o largo plazo, acarrear su indisponibilidad.
- **Falla.-** Ocurrencia en un ítem que impide su funcionamiento.
- **Mantenimiento.-** Son todas las acciones y actividades necesarias, para conservar o restaurar, los equipos e instalaciones en una condición especificada, particular o volverlos a la misma condición.
- **Camión.-** Es un vehículo motorizado para el transporte de bienes. A diferencia de los coches, que suelen tener una construcción monocasco, muchos camiones se construyen alrededor de una estructura resistente llamada chasis. La mayoría están formados por un chasis portante, generalmente un marco estructural, una cabina y una estructura para transportar la carga.
- **Grúa.-** Es una máquina de elevación de movimiento discontinuo destinado a elevar y distribuir cargas en el espacio suspendidas de un gancho. Por regla general son ingenios que cuentan con poleas

acanaladas, contrapesos, mecanismos simples, etc. para crear ventaja mecánica y lograr mover grandes cargas.

- **Camión grúa.-** Es aquel que lleva incorporado en su chasis una grúa, que se utiliza para cargar y descargar mercancías en el propio camión, o para desplazar dichas mercancías dentro del radio de acción de la grúa. Con la incorporación de una grúa en el camión se consigue una mayor independencia a la hora de la carga y descarga del material transportado, no dependiendo de maquinaria auxiliar como carretillas elevadoras.
- **Grúa Articulada.-** Es aquel equipo cuya estructura superior, incluida la pluma, es fija respecto a una base articulada

2.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.2.1 Mantenimiento Correctivo

Es la actividad que se ejecuta con el fin de corregir (reparar) una falla en o los equipos. Se clasifican en:

- **No Planificado.-** Es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas), debe efectuarse con urgencia, ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, contaminación, de aplicación de normas legales, etc.)

- **Planificado.**- Para este caso se sabe lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo, para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios, para realizarla correctamente.

2.2.2 Mantenimiento Preventivo

Se caracteriza por Intervenciones a intervalos fijos, para sustituir y/o reparar componentes. La frecuencia de las intervenciones, en general se determina en base a las recomendaciones del fabricante, y por los propios registros históricos, y se puede programar por tiempo calendario, tiempo de funcionamiento: número de ciclos, horas de funcionamiento, kilómetros recorridos, piezas producidas, etc.

La principal desventaja es que no asegura niveles de confiabilidad, y al mismo tiempo genera sobre costo por sustitución de partes, que aún se encontraban aptas para el servicio, en repuestos y materiales, lubricantes, mano de obra, y tiempo de indisponibilidad de equipos. Son todas las actividades de inspección sistemáticas, ajustes, conservación y eliminación de defectos, buscando evitar la ocurrencia de fallas. Tipos de Mantenimiento preventivo según Nakagima (TPM-“Total Productive Maintenance”) en dos grupos:

Preventivo por tiempo.- Son los servicios preventivos preestablecidos a través de una programación (preventiva sistemática, lubricación, inspección o rutina) definidas en unidades calendario (día, semana, mes) o unidades no calendario (horas de funcionamiento, kilómetros recorridos, etc.). Y esto está basado en la confiabilidad de equipos (MTTF), sin considerar las peculiaridades de una instalación dada.

Se le conoce también como mantenimiento preventivo Directo o Periódico, por lo que asume que los equipos e instalaciones, presentan; una cierta clase de comportamiento Estadístico.

Preventivo por estado.- Servicios preventivos ejecutados en función de la condición operativa del equipo (reparación de defectos, predictivo, reforma o revisión general, etc). También es conocido como Mantenimiento Preventivo Indirecto, Predictivo o por Condición - CBM (Condition Based Maintenance). Con este tipo de mantenimiento se verifica muy de cerca la operación de cada máquina, operando en su entorno real (el desgaste del equipo está relacionado con la carga). Sus beneficios son difíciles de cuantificar ya que no se dispone de métodos tipos, para su cálculo. Por ello muchas empresas usan sistemas informales basados en los costos evitados, indicándose que por cada dólar gastado en su empleo, se economizan 10 dólares en costo de mantenimiento.

Ambos Mantenimientos no están en contraposición, por el contrario el predictivo nos dice cuando efectuar un preventivo.

2.2.3 Mantenimiento de Rutina ó Inspección

Actividad o servicio caracterizado por la alta frecuencia (baja periodicidad) y corta duración, normalmente efectuada utilizando los sentidos humanos y sin ocasionar la indisponibilidad del equipo, con el objeto de acompañar el desempeño de sus componentes Mantenimiento Preventivo por tiempo. Esta actividad puede ser desarrollada por el personal de operación, a partir de la programación desarrollada por el área de mantenimiento o por Supervisores vinculados al área de mantenimiento, con esta función específica.

Debido a su corta duración, exige control simplificado que debe, sin embargo ser procesado, pues ofrece una gran contribución al diagnóstico del estado de los equipos.

2.2.4 Mantenimiento Periódico ó Sistemático

Es la actividad, en cada equipo es puesta fuera de servicio, tras un periodo de funcionamiento, para que sean efectuadas: mediciones, ajustes y si es necesario cambio de piezas, en función de un programa preestablecido a partir de la experiencia operativa, recomendaciones de

los fabricantes o referencias externas – mantenimiento preventivo por tiempo. Para un buen control de este tipo de Mantenimiento, se requiere de registros históricos, debiendo por lo tanto ser implantado después de algún tiempo de funcionamiento de los equipos, ya que normalmente los fabricantes omiten o desconocen los puntos de falla de sus líneas de producción.

Como alternativa para la implantación inmediata puede ser atribuida una periodicidad en cada uno, en base a las experiencias profesionales de los ejecutantes del mantenimiento, que irán siendo ajustadas a través del acompañamiento de la incidencia de correctivos entre preventivos o por la inexistencia de defectos constatados en las paradas programadas.

2.2.5 Mantenimiento Selectivo:

Cambio de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, de acuerdo con entidades de investigación – mantenimiento preventivo por estado.

2.2.6 Mantenimiento Predictivo ó Previsivo:

Servicio de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, a través del análisis de síntomas o estimativas hecha por evaluación estadística, con el objetivo de predecir

en comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio o reparación. Se enfoca a los síntomas de falla, utilizando distintas técnicas:

- Inspecciones de maquinaria
- Medición de desempeño
- Análisis de lubricantes
- Análisis de vibraciones
- Ensayos no destructivos: radiografías, ultrasonido, termografía
- Análisis de corriente en máquinas eléctricas.

El mayor beneficio, es lograr una alerta temprana, de manera de programar una intervención correctiva, lo cual genera una disminución de las fallas catastróficas, y un consecuente aumento de la disponibilidad.

2.2.7 Gran Reparación ó Revisión General

Servicios en equipos de gran porte que interrumpen la producción – mantenimiento preventivo por estado. Es común para este tipo de actividad, la aplicación de la técnica del Método del Camino Crítico (CPM/PERT) y el análisis de costos específicos, que lo justifica una nomenclatura propia para facilitar la selección de los registros a esta concernientes.

2.3 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Partimos de la base de que una gestión se debe conceptualizar como un proceso sistemático para la correcta disposición de recursos, que debe asegurar el constante y adecuado desempeño de los bienes y activos administrados.

El “apagar incendios” o corregir constantemente no debe conceptualizarse como una gestión desarrollada cabalmente, sino como una excelente oportunidad de mejora y cambio, para ser conceptualizada la gestión de mantenimiento, de manera correcta ante la generación de la CONFIABILIDAD. Cualquier gestión que se realice en mantenimiento se basa en asegurar la confiabilidad en los equipos, sistemas y máquinas de una manera sistemática, segura y al menor costo posible.

Existen gestiones que se rigen por elementos modernos en la aplicación del mantenimiento (mantenimiento Preventivo, Predictivo, etc) y hay otros en pleno año 2000 que continúan apagando incendios con un alto nivel de Correctivo) generando muy baja confiabilidad en su gestión y también altos costos. La disyuntiva es: ¿se trabaja con calidad o no?

Se pueden realizar labores de mantenimiento siguiendo procedimientos muy básicos y simples. Por ejemplo en las inspecciones y utilizando, a su vez, registros manuales.

No obstante, la correcta disposición de toda esa información y aplicación de procedimientos claros y bien definidos hace que el personal desarrolle una labor de manera consistente respetando los estándares previamente definidos, obteniendo así resultados de gran calidad.

De ninguna manera son necesarios elementos de alto costo como software, analizadores de cualquier especie, para poder desarrollar una labor de calidad. La calidad de la gestión de mantenimiento está en las personas, en cada uno de sus actos, en la aplicación de herramientas de análisis adecuadas, en la obtención de resultados en base al raciocinio y no a la improvisación y al azar, como es habitual ver en muchas empresas.

La adecuada disposición de procedimientos y la sistematización de los procesos, aseguran la reproducibilidad de acciones con lo cual se garantiza la calidad y se solventa la necesidad del cliente: Es la confiabilidad que debe generar la gestión de mantenimiento. No se puede generalizar contundentemente, pero una gran mayoría de sistemas de mantenimiento reales en empresas o entes de servicio, no cuentan con planes de

mantenimiento establecidos, sistemas de trabajo claramente definidos, procedimientos que permitan que no siempre dependa de una sola persona para realizar determinada labor y lo que es peor, a veces se depende de un estado de ánimo.

Es común observar empresas en donde se produce una avería en un sistema y la respuesta común es: “Busquen a Fulano porque sólo él lo puede reparar”, ó ante una situación determinada, se obtienen como resultado respuestas, como las siguientes:

“No puedo opinar porque sólo, tal persona es la autorizada a tocar ese equipo”.
ó “No puedo revisarlo porque debe ser el encargado...”, “el encargado, lo revisará en el próximo turno de trabajo” o “nadie, me ha explicado esa falla” o “no puedo revisar el equipo, porque no poseo un plano”, etc.

Esto hace que cotidianamente cualquier gestión de mantenimiento con este tipo de actitud vea necesario una reconversión para implementar métodos que aseguren que cualquier persona que cuente con acceso a procedimientos escritos, con el nivel de responsabilidad previamente definido y con la actitud y aptitud apropiadas, pueda resolver cualquier problema. Porque la calidad se obtiene como resultado de un orden lógico no de la improvisación.

2.4 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Al principio de todo mejoramiento se exige como primera etapa, que se adquiera conciencia de la propia realidad. Posteriormente definir los objetivos a alcanzar y los medios para ello. Una vez iniciado el proceso de mejoramiento es necesario monitorear el progreso alcanzado. Ello se hace a través de observación y comparación a lo largo del tiempo, de parámetros, que definan claramente el grado de Calidad de nuestro desempeño, sin subjetivismos verificando si estamos en una posición mejor que la inicial o no. El mantenimiento es un conjunto de actividades orientadas a garantizar, al menor costo posible, la máxima disponibilidad del equipamiento para la operación en su máxima capacidad, dentro de los límites de alta seguridad y protección al medio ambiente: “Previniendo la ocurrencia de fallas”, “Identificando y solucionando las causas de rendimientos deficientes”.

En mantenimiento lo que no se mide no existe, por tanto sólo podrá haber gestión de mantenimiento si tenemos algo para medir esa gestión, y aunque es justo reconocer que los ratios sesgan parte de la información, está demostrado que son la herramienta más ágil y eficaz para medir la gestión del mantenimiento. Indicadores existen a centenares, sin embargo en la gestión de mantenimiento se debe tener presente dos cuestiones: que existen indicadores que no indican su medida y control; y de los indicadores que sí indican deben saber interpretarse en cada momento de la gestión. El

mantenimiento gira en torno a tres grandes ejes y con los indicadores apropiados para estimar cada una de estas áreas serán:

- Fiabilidad (MTTF y MTBF)
- Mantenibilidad (MTTR)
- Disponibilidad (A%)

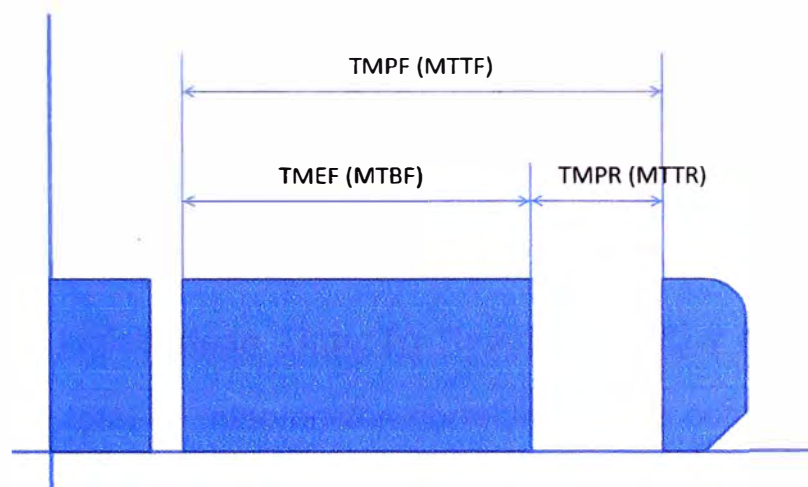


Figura 2.1: Interpretación gráfica de los índices TMPF (MTTF), TMEF (MTBF) y TMPR (MTTR).

2.4.1 Tiempo medio para fallas (TMPF)

Su nombre en inglés **Mean Time To Failure (MTTF)** y es la relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el período observado.

$$TMPF = MTTF = \frac{\sum HROP}{NTMC}$$

2.4.2 Tiempo medio entre fallas (TMEF):

Su nombre en ingles **Mean Time Between Failure (MTBF)** y es la relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas, en esos ítems en el período observado.

$$TMEF = MTBF = \frac{NOIT \times HROP}{\sum NTMC}$$

2.4.3 Tiempo medio para la reparación (TMPR)

Su nombre en ingles **Mean Time To Repair (MTTR)** y es la relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el período observado.

$$TMPR = MTTR = \frac{\sum HTMC}{NTMC}$$

2.4.4 Disponibilidad (DISP)

Su nombre en ingles **Availability A(t)**, la disponibilidad es una función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado. Relación entre la diferencia del número de horas del período considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento

preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del período considerado.

$$DISP = A(t) = \frac{\sum(HCAL - HRMN)}{\sum HCAL} \times 100\%$$

- HCAL = Horas calendario
- HRMN = Horas de intervención por mantenimiento correctivo + preventivo + otros servicios

Relación entre las horas de operación con el número de horas de mantenimiento en cada ítem controlado con las horas de operación.

$$DISP = A(t) = \left(\frac{HROP}{HROP + HTMN} \right) \times 100\%$$

- HROP = HOT: Horas operativas totales de alquiler
- HTMN = HCT: Horas de paradas totales por intervenciones correctivas

Otra expresión muy común, utilizada para el cálculo de la Disponibilidad de equipos sometidos exclusivamente a la reparación de fallas es obtenida por la relación entre el Tiempo medio Entre Falla (TMEF) y su suma con el Tiempo medio para Reparación y los Tiempos Ineficaces del Mantenimiento.

$$DISP = A(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) \times 100\%$$

2.4.5 Índice de Confiabilidad Operacional (ICO)

Es un aspecto directamente afectado por la eficacia del mantenimiento. Por lo tanto debe ser capaz de asegurar la máxima DISPONIBILIDAD para la operación, mediante una menor tasa de intervenciones posibles en el proceso operativo. Para minimizar el tiempo y costo de estas intervenciones, es necesario que ellas sean antes que nada, en tanto sea posible, planificadas.

$$ICO = \left(\frac{HOT}{HOT + HCT + HPT} \right) \times 100\%$$

- HOT = Horas de operación totales de alquiler
- HCT = Horas de parada totales por intervenciones Correctivas
- HPT = Horas de intervenciones Preventivas totales

2.4.6 Índice de Interferencia Correctiva (IMC)

$$IMC = \left(\frac{HCT}{HOT + HCT + HPT} \right) \times 100\%$$

2.4.7 Índice de de interferencia Preventiva ó Planificadas (IMP)

$$IMP = \left(\frac{HPT}{HOT + HCT + HPT} \right) \times 100\%$$

2.4.8 Índice de Costos de mantenimiento (ICM)

Existen muchos planteamientos al respecto, sin embargo lo más directos para su medición son los siguientes:

$$ICM = \left(\frac{CM}{CR} \right) \times 100\%$$

- CM = Costo de mantenimiento en el Período de análisis
- CR = Costo de reposición del equipamiento, del Sistema, de la instalación o la Planta que se está analizando.

$$CM = CMC + CMP + CIOM$$

- CMC = Costo de mantenimiento correctivo
- CMP = Costo de mantenimiento preventivo
- CIOM = costo de indisponibilidad operativa por mantenimiento

$$CR = CEN + NEF$$

- CEN = Costo de un equipo nuevo (Camión grúa articulado)
- NEF = Numero de equipos de la flota

2.4.9 Índice de Capacidad Productiva (ICP)

Aspecto que debe ser considerado con mucha precisión, debido a que si un equipamiento NO desempeña su plena capacidad, esto puede generar en problemas mucho mayores que pérdidas de producción. En el campo medio ambiental hay muchos problemas que resolver.

$$ICP = \left(\frac{CPR}{CPN} \right) \times 100\%$$

- CPR = Capacidad Productiva efectuada en el período de análisis

$$CPR = CAE * (HOT)$$

- CPN = Capacidad Productiva nominal en el periodo del análisis

$$CPR = CAE * (HOT - HCT - HCP)$$

- CAE = Costo de alquiler del equipo (US\$ / Hr)
- HOT = Horas de operación totales de alquiler
- HCT = Horas de parada totales por intervenciones Correctivas
- HPT = Horas de intervenciones Preventivas totales

2.5 HERRAMIENTAS DE CALIDAD DE MANTENIMIENTO

2.5.1 Definición de las herramientas de calidad

Las Herramientas de Calidad Sirven para todas estas etapas:

- **Situación actual**, requiero de un enfoque sistémico, ya sea genérico o un modelo específico.

- **Problema**, como analizo y planteo soluciones
- **Situación deseada**, requiero de actitud de cambio, de motivación, de creatividad, estudios, las experiencias. Donde quiero llegar, a quien deseo emular.

2.5.2 Objetivos de las Herramientas de Calidad

- Resolver problemas
- Realizar diagnostico
- Recopilar datos
- Analizar datos
- Plantear Soluciones
- Seguimiento de las Soluciones
- Estandarizar las soluciones

2.5.3 Características de las Herramientas de Calidad

Las herramientas de calidad tienen las siguientes características:

- Enfoque Sistémico, análisis y síntesis de distintas perspectivas.
- Es Participativo, todos los trabajadores involucrados con la problemática.
- Es Grafico, fácil edición para “madurar las ideas”
- Fácil de compartir
- Uso de datos numéricos y verbales

2.5.4 Tipos Herramientas de Calidad

2.5.4.1 Diagrama de Afinidad

Un Diagrama de Afinidad es una forma de organizar la información reunida en sesiones de lluvia de ideas. Está diseñado para reunir hechos, opiniones e ideas sobre áreas que se encuentran en un estado de desorganización. El Diagrama de Afinidad ayuda a agrupar aquellos elementos que están relacionados de forma natural. Como resultado, cada grupo se une alrededor de un tema o concepto clave. El uso de un Diagrama de Afinidad es un proceso creativo que produce consenso por medio de la clasificación que hace el equipo en vez de una discusión. El Diagrama fue creado por Kawakita Jiro y también es conocido como el método KJ.

¿Cuándo se utiliza?, Se debe utilizar un Diagrama de Afinidad cuando:

- El problema es complejo o difícil de entender.
- El problema parece estar desorganizado.
- El problema requiere de la participación y soporte de todo el equipo/grupo.
- Se quiere determinar los temas claves de un gran número de ideas y problemas.

2.5.4.2 Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa)

Un diagrama de Causa y Efecto es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto). Fue desarrollado en 1943 por el Profesor Kaoru Ishikawa en Tokio. Algunas veces es denominado Diagrama Ishikawa ó Diagrama Espina de Pescado por su parecido con el esqueleto de un pescado. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos, situaciones y para desarrollar un plan de recolección de datos.

¿Cuándo se utiliza?

El Diagrama de Causa y Efecto es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza gráfica del Diagrama permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales.

El Diagrama de Causa y Efecto se debe utilizar cuando se pueda contestar “sí” a una o a las dos preguntas siguientes:

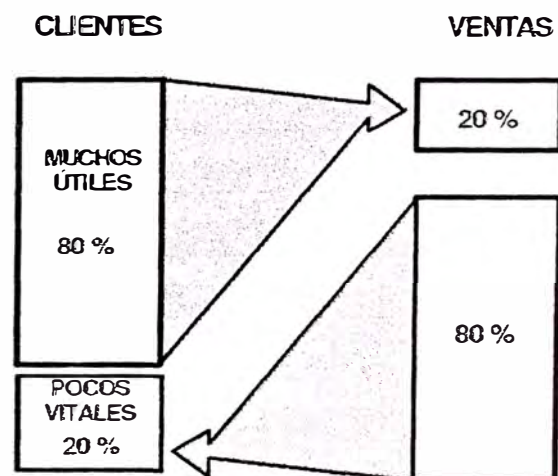
¿Es necesario identificar las causas principales de un problema?

¿Existen ideas y/u opiniones sobre las causas de un problema?

2.5.4.3 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto fue desarrollado por J.M. JURAN, quien lo denominó así en honor del economista Italiano Vilfredo Pareto (1848-1923). Pareto realizó estudio sobre la distribución de la riqueza (80% de riqueza en manos del 20% de la gente) Juran aplicó este concepto a la calidad: "Regla 80/20".

Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema. Técnica que separa los "pocos vitales" de los "muchos triviales".



Cuando en un esfuerzo de mejora se desea la identificación de problemas ó causas es importante realizar el ANÁLISIS PARETO con la ayuda de este gráfico. Así mismo, es necesario adquirir la MENTALIDAD PARETO, ya que si lo vemos, por ejemplo, en el caso de las ventas, el 20% de los clientes son los que realizan el 80% de las compras. Lo mismo sucede en cualquier fenómeno de la vida comercial o empresarial.

Por ello, los clientes, con relación a los cuales debemos hacer mayores esfuerzos para cuidarlos, son los vitales, que generalmente son unos pocos.

Construcción:

- Paso 1: Seleccionar los problemas a ser comparados y ordenarlos por categoría.
- Paso 2: Seleccionar la unidad de medición (categoría) o criterio de clasificación de los datos.
- Paso 3: Seleccionar el período de tiempo que va ser estudiado.
- Paso 4: Sumar la frecuencia de ocurrencia que observa cada categoría en el período fijado.
- Paso 5: Trazar los ejes del gráfico.
- Paso 6: Enumerar sobre el eje horizontal, en orden decreciente las categorías de izquierda a derecha.
- Paso 7: Dibujar las barras, la altura de cada barra corresponderá al valor de la frecuencia de casos observada en cada categoría.
- Paso 8: Trazar línea quebrada para indicar sobre el gráfico el total acumulado de cada categoría en términos porcentuales. Para ello, cual previamente se debe calcular los porcentajes de cada categoría con respecto al total de los casos.

2.6 CAMIONES GRÚAS ARTICULADAS

Grúa Articulada Palfinger más la tolva, montados en el camión Volkswagen.



Figura 2.2: Camión Grúa Articulada

2.6.1 Camiones Volkswagen

Camión Volkswagen sin ningún elemento adicional esta como de fábrica.



Figura 2.3: Camión Volkswagen

A continuacion se muestran las dimensiones de los camiones Volkswagen:

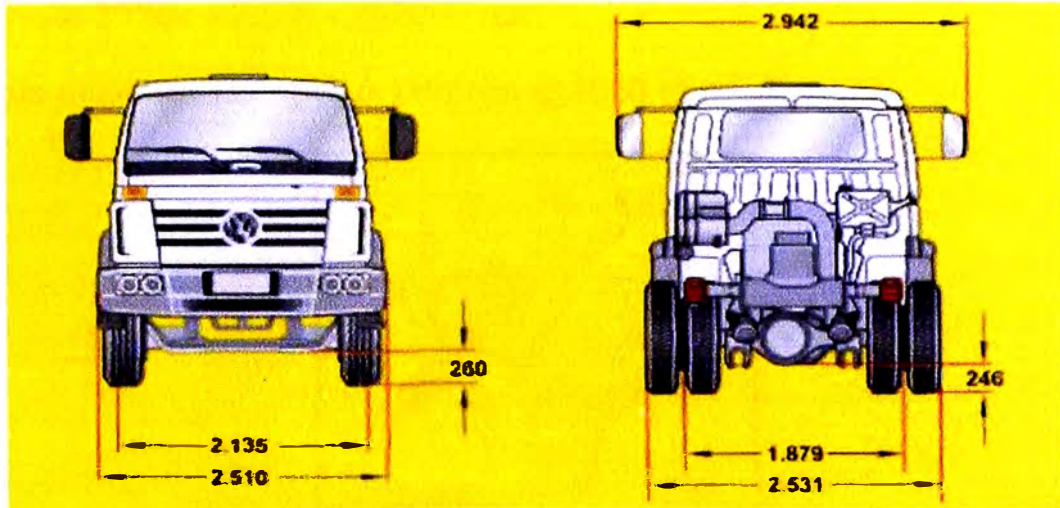


Figura 2.4: Vistas de las dimensiones frontal y posterior.

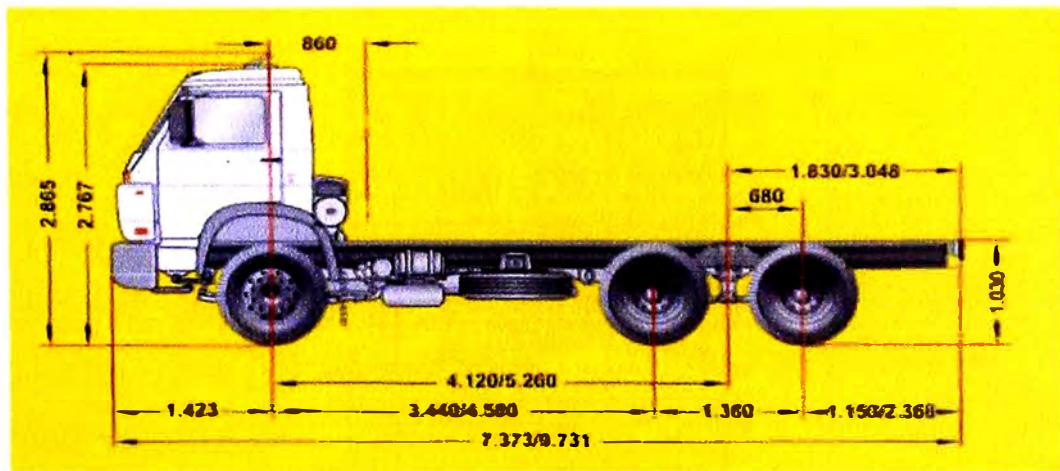


Figura 2.5: Vista de las dimensiones lateral izquierdo

2.6.1.1 Motor

Motor Cummins 6CTAA (Turbo e Intercooler)

6 cilindros en línea 8,270 cm³

Potencia: 303cv ó 223Kw @2200 rpm

Torque máximo: 122kgfm ó 1192Nm @1500 rpm

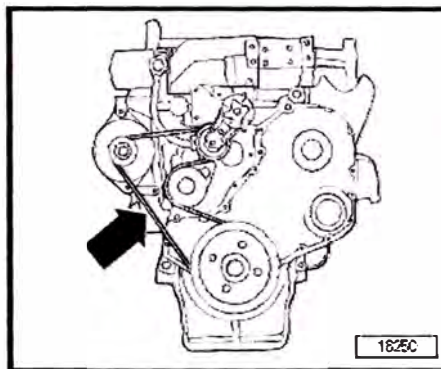


Figura 2.6: Vista frontal del motor Cummins

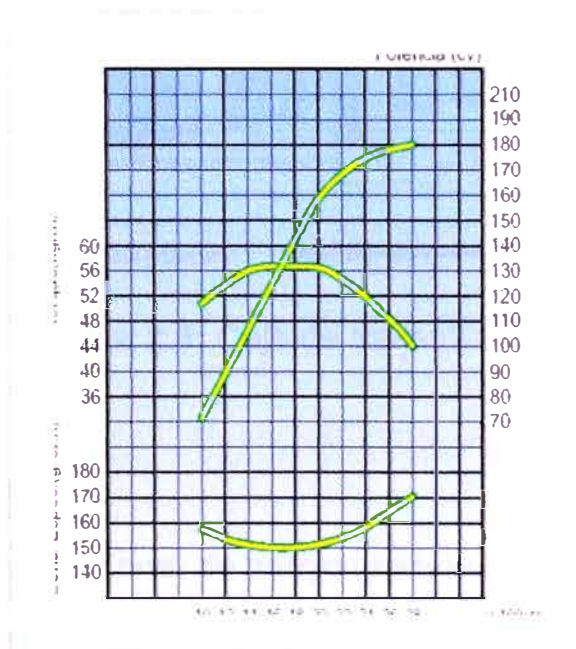


Figura 2. 7: Rango eficiente de operación del motor Cummins

2.6.1.2 Transmisión, diferencial

- Tracción 6x4 con diferencial de simple reducción.
- 10 marchas no sincronizadas mas 3 reversas
- Embrague de doble disco
- Caja: EATON RT, de dientes rectos con doble tren intermedio, sin sincronizadores.

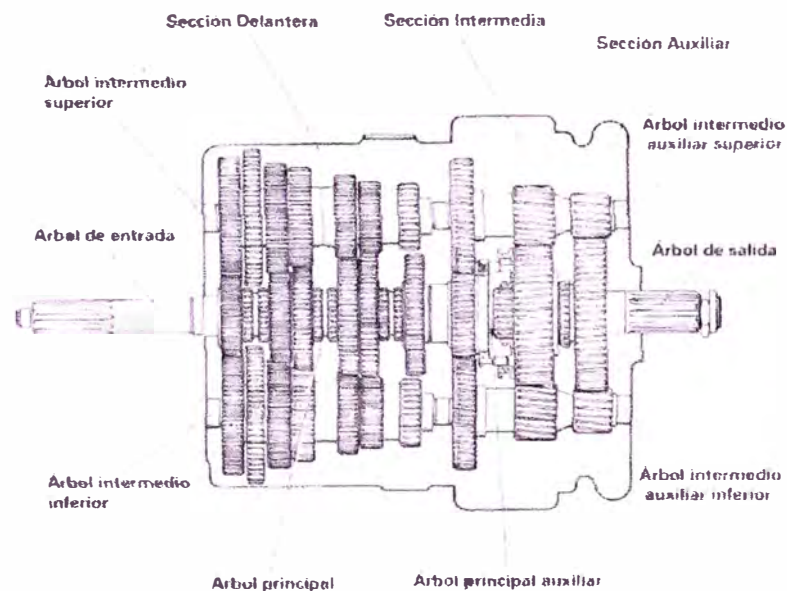


Figura 2.8: Caja de transmisión

Zonas del Tacómetro:

- ***Zona A (Verde)**, Zona de mayor torque y menor consumo de combustible. Zona ideal de operación.
- ***Zona B (Azul)**, Zona de transición de marchas. Acelerar a esta

zona antes de realizar el cambio para que la siguiente marcha entre al empezar la zona verde.

- ***Zona C (Roja)**, Velocidad elevada de giro. No recomendable por largos periodos.
- ***Zona D (Roja)**, Velocidad muy elevada de giro. Se pueden ocasionar daños al motor.



Figura 2.9: Zonas del Tacómetro

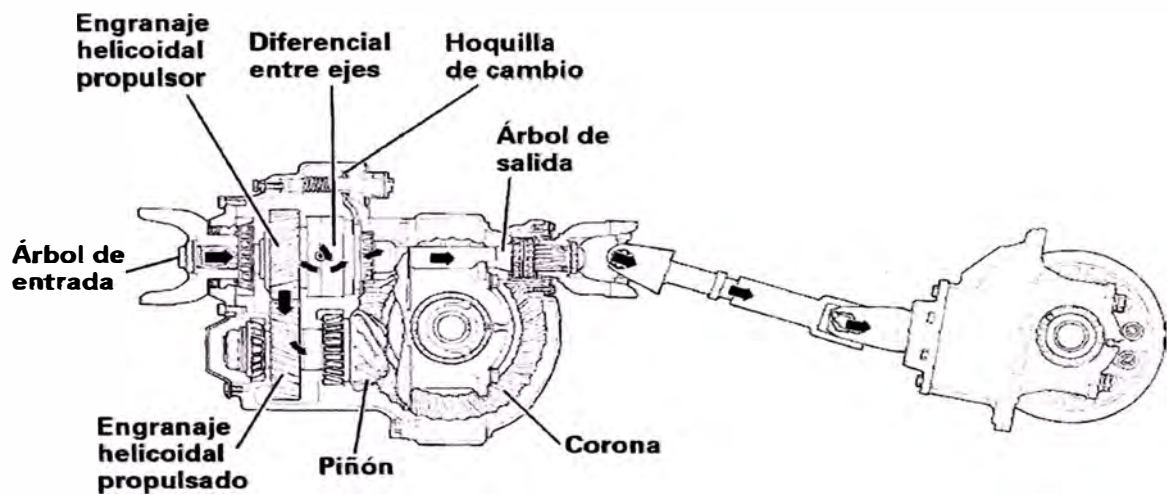


Figura 2.10: Diferencial Ejes Traseros: reducciones simples

2.6.1.3 Eléctrico

Todo el sistema eléctrico del equipo opera con 12 voltios y consta con una batería de 23 placas.

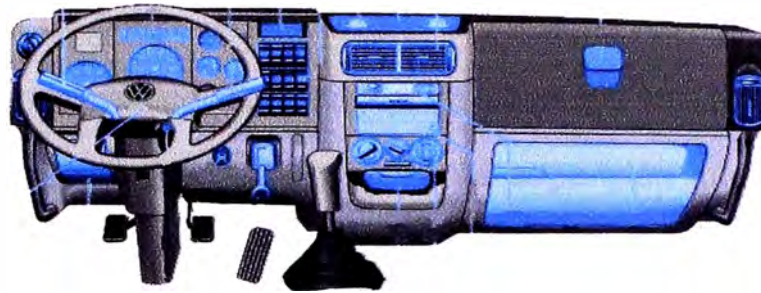


Figura 2.11: Tablero Principal



Figura 2.12: Panel de instrumentos

- Contador de rotaciones (tacómetro)
- Indicador de la presión de aire de los frenos.
- Indicador de la temperatura del líquido de refrigeración.
- Interruptor del freno motor.
- Interruptor del bloqueo entre ejes (6x4)
- Interruptor de las luces de emergencia.
- Interruptor del nivel del combustible.
- Indicador de la presión del aceite del motor.
- Velocímetro.

2.6.1.4 Frenos de servicio

Un freno es un mecanismo para lentificar, detener o sujetar un objeto. Los frenos se pueden aplicar con la fuerza aplicada en el pedal, al empujar o tirar de palancas por medio de varillajes mecánicos y también con sistemas neumático de aire. En el caso de los camiones grúas Volkswagen se tiene instalado el freno de expansión interna ya que la fuerza se aplica hacia afuera contra la superficie interna del tambor.

Un freno de dos zapatas de expansión interna tiene dos zapatas rígidas articuladas por un extremo en el plato de anclaje. Tiene un resorte que mantiene las zapatas juntas entre sí cuando el freno esta suelto y una excéntrica entre las dos puntas de las zapatas que se hace girar con el varillaje y las empuja para separarlas y empujarlas contra el tambor para aplicar el freno. El ajuste se hace en el varillaje o con una estrella de ajuste.



Figura 2.13: Pulmón de freno de aire (Maxibrake)

Este es un freno mecánico, sencillo de acción directa. Un freno de autoenergización está construido de modo que la fricción del forro contra el tambor haga que se apriete más el freno. Para ello, se utilizan zapatas, forros o ambos de longitud desigual; la zapata más larga esta en el lado en donde se separara de la excéntrica por la fricción en el tambor, o bien, si las articulaciones permiten que las zapatas se muevan en ellas para tener un contacto más fuerte.

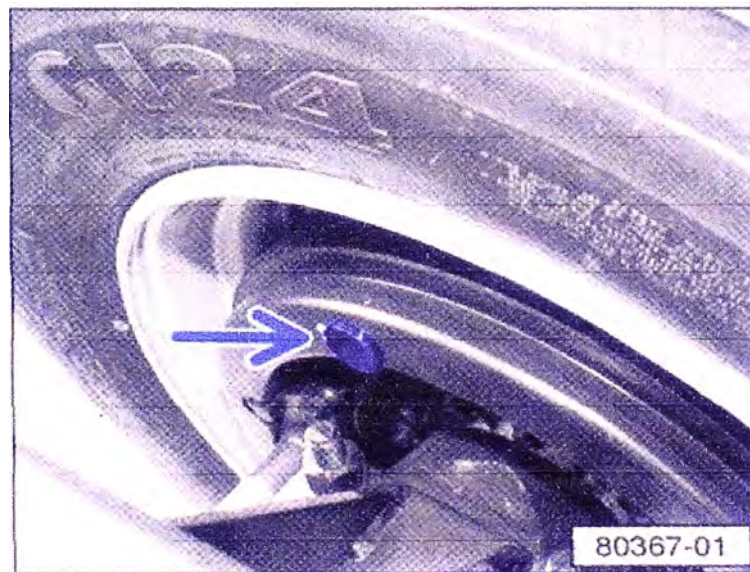


Figura 2.14: Visor de espesor de faja de zapata

Los frenos de autoenergización son más fáciles de aplicar, pero no tienen un control tan preciso como los de acción directa.

2.6.1.5 Neumáticos

Los neumáticos constituyen una parte considerable del costo, por lo general, entre $1/10$ y $1/4$ parte del precio de la maquina montada sobre ruedas.

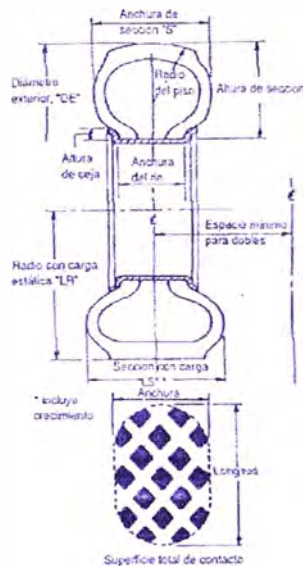


Figura 2.15: Dimensiones

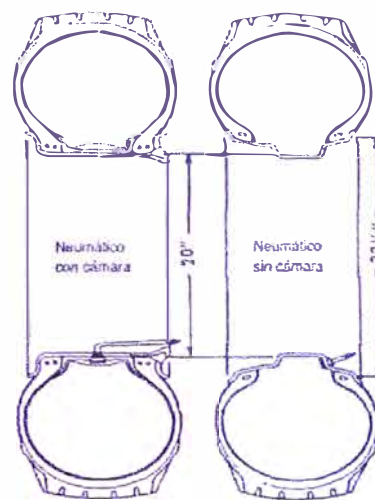


Figura 2.16: Neumático con y sin cámara.

Se desgastan con más rapidez que el resto de la maquina y hay que cambiarlos una o más veces en la duración útil de la maquina. Además necesitan reparaciones. El mecánico de equipo pesado suele trabajar mucho con los neumáticos hasta que adquiere especialización en otras ramas. Es esencial que entienda su construcción y comportamiento para darles el servicio correcto.

2.6.2 Grúas Articuladas Palfinger

Las Grúas Palfinger tienen igual capacidad de carga que otras grúas, sin embargo son más livianas, presentan mayor facilidad en su manejo, ocupan menos espacio y son más ligeras. El suave control hidráulico hace posible la aplicación de las grúas en los sectores más diversos. Palfinger cuenta con distintos modelos para adecuarse al trabajo específico ofreciendo soluciones específicas para las más variadas exigencias de carga.



Figura 2.17: Grúa Articulada Palfinger en posición de guardado.

2.6.2.1 Identificación de partes de la grúa articulada

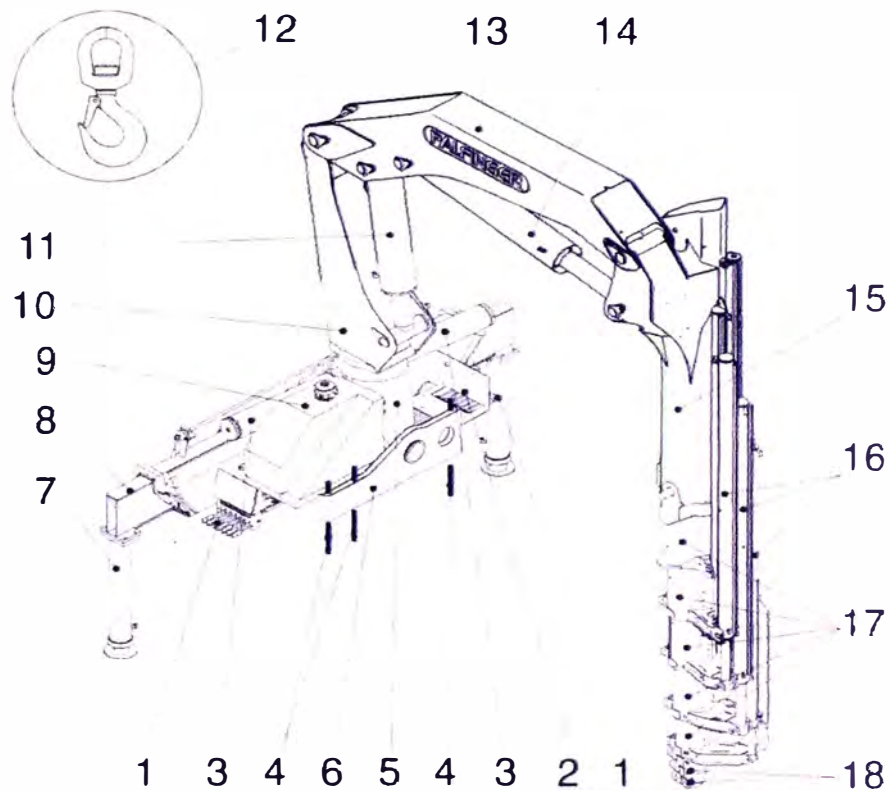


Figura 2.18: Vista general de grúa articulada Palfinger.

- (1) Palancas de mando.
- (2) Distribuidor.
- (3) Cilindro de giro (giro limitado).
- (4) Abarcones de montaje.
- (5) Base.
- (6) Balancín.
- (7) Gato.
- (8) Extensión.
- (9) Deposito de aceite hidráulico.
- (10) Columna.
- (11) Sistema de doble palancas.
- (12) Gancho.
- (13) brazo principal.
- (14) Cilindro de articulación.
- (15) Brazo articulado.
- (16) Cilindros de prolongas.
- (17) Prolongas hidráulicas.
- (18) Prolongas manuales.

Gracias al sistema de palancas PALFINGER que proporciona al brazo articulado potencia y velocidad constantes en todo su radio de trabajo.

Una gran distancia entre casquillo de columna superior e inferior garantiza una gran estabilidad. En este punto confluyen todos los esfuerzos.

La fabricación de alta precisión y una guía de apoyo para la cremallera garantizan un juego lateral mínimo. Ello es especialmente importante con grandes alcances.

Los elementos constructivos importantes como distribuidor y sistema electrónico van protegidos por sólidas cubiertas de acero.

2.6.2.2 Dimensiones y alcance de la grúa articulada

Dimensiones de la Grúa Articulada en posición de guardado de las tres vistas frontal, lateral y en elevación.

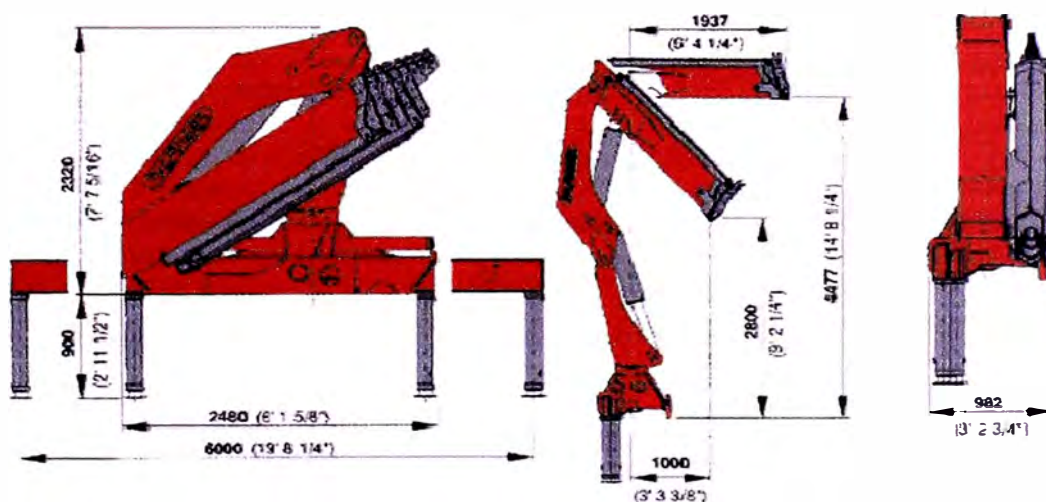


Figura 2.19: Dimensiones de la Grúa Articulada

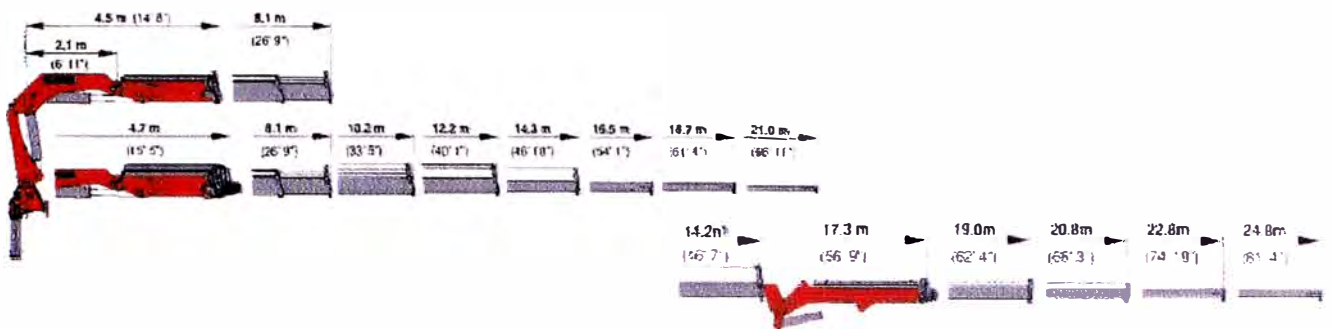


Figura 2.20: Alcance de la Grúa Articulada

2.6.2.3 Especificaciones técnicas de la grúa articulada

Technical specifications (DIN 15018 H1-B3):

PK 32080

Max. lifting moment		219880 ft.lbs/30.4 mt
Max. lifting capacity	18740 lbs/8500 kg at	11' 6" 3.5 m
Max. hydraulic outreach		46' 11" 14.3 m
Maximum outreach		68' 11" 21.0 m
Maximum outreach (with Fly-jib)		81' 8" 24.9 m
Slewing angle		400°
Standard crane:		
Slewing torque		27490 ft.lbs/3.8 mt
Outreach		26' 7" 8.1 m
Stabilizer spread	standard	19' 8" 6.0 m
	maximum	19' 8" 6.0 m
Fitting space required		3' 3" 0.97 m
Width folded		8' 3" 2.5 m
Operating pressure		4350 psi 300 bar
Recommended pump capacity	12.1-17.6 imp.gal./min (14.5-21.1 US gal./min)	from 55 l/min to 80 l/min
Recommended pump capacity with radio remote control and LS-System	17.6 imp.gal./min (21.1 US gal./min)	80 l/min
Dead weight (without mounting parts, pump and oil)	6900 lbs 3130 kg	

Figura 2.21: Hoja de Especificaciones Técnica

2.6.2.4 Sistemas Hidráulicos

Los sistemas hidráulicos del tipo dinámico o de flujo tienen una importancia grande y creciente en la maquinaria para construcción y en otras aplicaciones industriales.

Dependen del hecho de que los líquidos no se pueden comprimir excepto en condiciones extremas en un laboratorio, por lo cual la presión aplicada en cualquier parte de un líquido confinado se aplicara sin cambio en la superficie de confinamiento.

La bomba hidráulica, impulsada por un eje en rotación se produce presión por el flujo del líquido. El flujo queda confinado por los conductos, carcasas y mangueras, se dirige y controla con válvulas y hace funcionar cilindros y motores.

Las cañerías y mangueras, que conducen el líquido desde la bomba hasta las piezas móviles pueden ser muy largos, muy cortos o de un tamaño intermedio. La pérdida de potencia en las tuberías es muy pequeña si son de tamaño suficiente para el volumen de flujo. No hay necesidad de alinear las diferentes partes de un sistema, lo cual es una ventaja importante en relación con la propulsión mecánica.

Válvulas de retención de carga, Evitan que se baje el brazo de la grúa y están montadas de serie en los cilindros de elevación y de articulación así como en la prolonga. Van colocadas con protección.

CAPITULO III

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

3.1 MISIÓN

"Nuestra misión es resolver los requerimientos relacionados a trabajos de izaje con ingeniería, seguridad, calidad, economía y eficiencia, a través de una permanente actitud proactiva, de tal manera que satisfaga las necesidades de nuestros clientes, con la más alta calidad"

3.2 VISIÓN

"Como primera empresa peruana de alquiler de grúas y equipos para montajes, nuestra visión es convertirnos en la primera empresa latinoamericana del rubro y tener clientes satisfechos con la más alta calidad; contribuyendo activamente con nuestra presencia en la ejecución de los proyectos que generen el desarrollo de la región."

3.3 BREVE RESEÑA HISTÓRICA

Desde 1973 grandes y pequeñas empresas han venido a GRUAS

ALQUILERES SA, con sus proyectos de trabajos de izaje y maniobra, no hemos declinado ninguno porque fuera muy difícil o muy pequeño. Siempre encontramos un modo de hacerlo somos los mejores en nuestra especialidad. Luego de todos estos años tenemos especial orgullo de saber que la mayoría de nuestros contratos en estos días provienen de clientes satisfechos por la calidad del trabajo y servicio que han obtenido de nosotros. La reputación de GRUAS ALQUILERES S.A., por tener el equipo adecuado para cada trabajo es de especial interés para nuestros clientes. Somos lo suficientemente grandes para manejar proyectos de gran tamaño y lo suficientemente pequeños para que incluso el proyecto más modesto reciba nuestra mejor atención. Esta es la forma como opera GRUAS ALQUILERES S.A.

Cuando deba mover, remover o instalar maquinaria pesada, objetos voluminosos y grandes o equipos delicados y sensibles, Ud. podrá contar con alquilar nuestras grúas.

Nos especializamos en alquilar grúas e implementos en óptimas condiciones por períodos cortos y largos en todo el país. Lo invitamos a explorar con profundidad nuestra habilidad para cumplir con sus requerimientos y asistirlos en resolver sus problemas de izaje y maniobras.

3.4 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

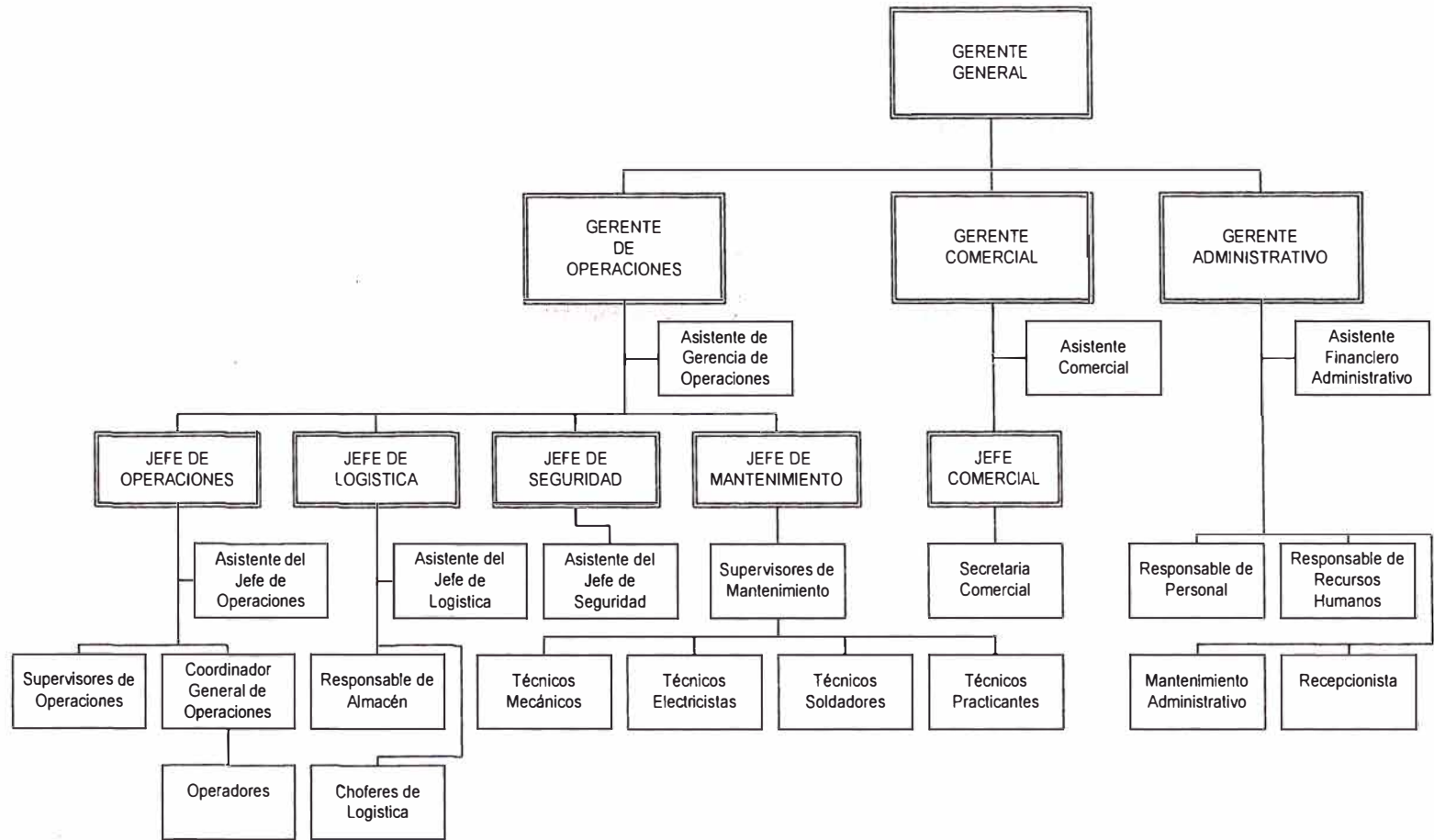



Figura 3.1: Organigrama Actual de la empresa Grúas Alquileres

3.5 FAMILIA DE EQUIPOS

3.5.1 Tipos

- Grúas
 - Grúas Telescópicas
 - Grúas Celosías
 - Grúas Articuladas
- Cargadores Frontales
- Montacargas
 - Montacargas Mástil
 - Montacargas Telescópico
- Elevadores
 - Manlift
 - Scissor lift
- Tractos Camiones
- Semi-Remolques
 - Cama-bajas
 - Cama-altas
- Camionetas

		BASE DE DATOS DE LOS EQUIPOS POR MODELO DE GRUAS ALQUILERES				
Nº	TIPO	MARCA	CAI EN TM	MODELO	CANT. POR MODELO	TIPO DE PLUMA
1	Grúa	LINK BELT	360.00	LS718HL	1	Celosía
2	Grúa	P&H	150.00	9150ATC	1	Celosía
3	Grúa	P&H	140.00	9125ATC	3	Celosía
4	Grúa	P&H	115.00	8115TC	1	Celosía
5	Grúa	P&H	100.00	ALPHA 100	1	Telescópica
6	Grúa	TEREX	90.00	RT190	1	Telescópica
7	Grúa	P&H	90.00	790BTC	9	Celosía
8	Grúa	LIMA	75.00	700TC	1	Celosía
9	Grúa	P&H	75.00	T750	1	Telescópica
10	Grúa	P&H	70.00	670ATC	3	Celosía
11	Grúa	AMERICAN	70.00	5300	1	Celosía
12	Grúa	P&H	66.00	OMEGA T650	2	Telescópica
13	Grúa	P&H	65.00	CN165 (R1)	2	Telescópica
14	Grúa	VILLARES	50.00	650VTC	1	Celosía
15	Grúa	TEREX	50.00	RT450	3	Telescópica
16	Grúa	P&H	50.00	OMEGA 50	1	Telescópica
17	Grúa	P&H	50.00	650ATC	1	Celosía
18	Grúa	P&H	50.00	OMEGA T500	2	Telescópica
19	Grúa	P&H	50.00	OMEGA T400	1	Telescópica
20	Grúa	KOEBRING	35.00	335	2	Celosía
21	Grúa	LINK BELT	35.00	HC78B	3	Celosía
22	Grúa	GROVE	35.00	RT65S	1	Telescópica
23	Grúa	TEREX	35.00	RT335	1	Telescópica
24	Grúa	LORAIN	35.00	LRT350	2	Telescópica
25	Grúa	LORAIN	33.00	LRT330	1	Telescópica
26	Grúa	TEREX	30.00	RT230	1	Telescópica
27	Grúa	BANTAM	30.00	T788	1	Telescópica
28	Grúa	P&H	28.00	CENTURY 28	1	Telescópica
29	Grúa	P&H	20.00	R200	6	Telescópica
30	Grúa	LORAIN	15.00	LRT15H	2	Telescópica
31	Grúa	P&H	12.00	R120	1	Telescópica
32	Camión Grúa	FORD / LUSTC	17.00	LT8501	1	Telescópica
33	Camión Grúa	FORD / JLG	14.00	F800	1	Telescópica
34	Camión Grúa	VW / PALFINGER	12.00	31-310 / PK32080	5	Articulada
35	Camión Grúa	VW / PALFINGER	12.00	26-310 / PK32080	5	Articulada
36	Camión Grúa	VW / PALFINGER	10.00	17-220 / PK23080	1	Articulada
37	Cargador Frontal	CAT	10.00	950F	9	
38	Montacarga	CAT	10.00	V225B	1	
39	Rodillo	BOMAG	7.76	BW172D2	1	
40	Camión Grúa	VW / PALFINGER	6.00	17-210 / PK15500	2	Articulada
41	Montacarga	CAT	6.00	V120	1	
42	Montacarga	CAT	4.00	DP40	3	
43	Montacarga	INGERSOLL RAND	4.00	VR843	1	Telescópica
44	Montacarga	CARELIFT	3.60	ZB-8038-44	2	Telescópica
45	Montacarga	HYSTER	3.00	H65XM	1	
46	Montacarga	HYSTER	2.00	H40XL	2	
47	Bevador	SCCISOR LIFT	0.34	CONDOR	1	
48	Bevador	SCCISOR LIFT	0.34	JLG LIFT	1	
49	Bevador	MANLIFT	0.23	60FR	1	
50	Bevador	MANLIFT	0.23	600AJ	1	
51	Bevador	MANLIFT	0.23	60HA	1	
52	Camión	KENWORTH		T800/99	6	
53	Camión	VOLVO		F614 4X2	1	
54	Camioneta	MAZDA		B2900	2	
55	Camioneta	NISSAN		Frontier	8	
56	Camioneta	MITSUBISHI		L200 4X4	2	
57	Semi-Remolque	KALYN / SIEBERT	50.00	Cama-Baja	1	
58	Semi-Remolque	INCOF	32.60	Cama-Baja	1	
59	Semi-Remolque	BIRMIS	30.16	Cama-Baja	1	
60	Semi-Remolque	FRUEHAUF	28.20	Cama-Alta	3	
61	Semi-Remolque	LAM	29.71	Cama-Baja	2	
62	Semi-Remolque	MONTENEGRO	27.90	Cama-Alta	1	
63	Semi-Remolque	FRUEHAUF	27.65	Cama-Baja	2	
64	Semi-Remolque	PAGE	26.80	Cama-Baja	3	
65	Semi-Remolque	VRAMEL	25.66	Cama-Alta	2	

TOATAL DE EQUIPOS

134

Figura 3.2: Lista del parque de equipos por modelo

CAPITULO IV

SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO

4.1 DESCRIPCIÓN

Es fundamental saber la situación actual del mantenimiento que se aplica en el área de mantenimiento de la empresa GASA, ya que es muy importante conocer cuáles son los problemas que se tienen en el área de mantenimiento, así como sus necesidades y carencias, para analizar algún tipo de implementación y poder proponer las mejoras viables en el área de mantenimiento.

4.2 LA ORGANIZACIÓN

4.2.1 El organigrama del área de mantenimiento

A continuación se ilustra el organigrama actual del área de mantenimiento.

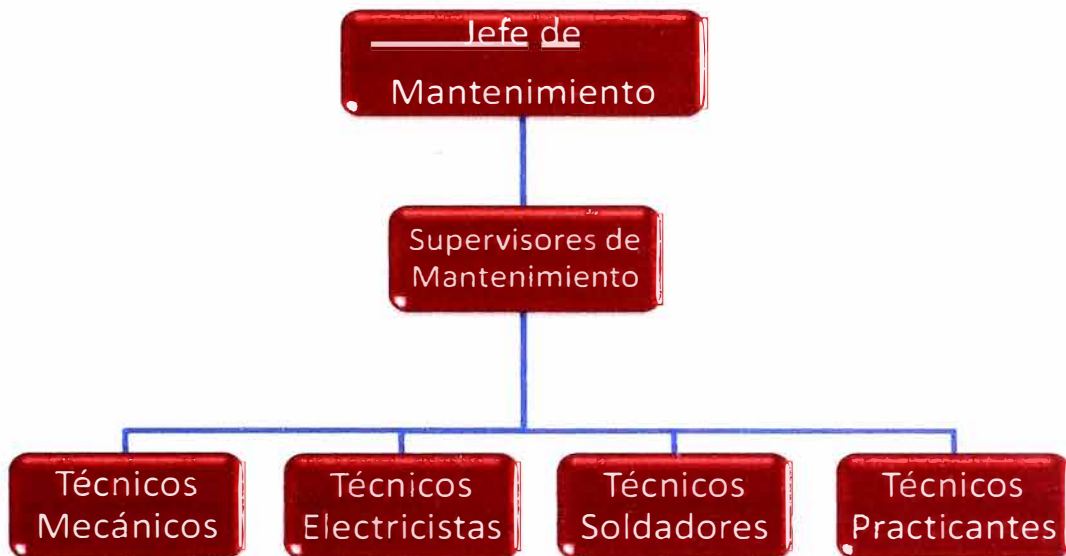


Figura 4.1: Organigrama del área de mantenimiento actual de GASA

Como primer paso del plan de mejora se requiere de una reestructuración del organigrama del área de mantenimiento actual, ya que es muy sencilla en la gestión y de la falta de personal para un mejor mantenimiento de los equipos.

4.2.2 Personal de mantenimiento

Se describe las funciones actuales del personal del área de mantenimiento, los cuales no se encuentran bien definidas dichas funciones y además de sus responsabilidades, se detalla lo siguiente:

4.2.2.1 Jefe de Mantenimiento

Coordina los trabajos programados en el taller y el estado de los equipos en obra.

4.2.2.2 Supervisores de Mantenimiento

Personal que controla la operación de la unidad y del desempeño del operador ya sea en obra y en el taller a todo el personal técnico, coordina con el Jefe de Mantenimiento sobre los acontecimientos de los equipos en obra y en el Taller en para su mantenimiento preventivo o correctivo.

4.2.2.3 Técnicos Mecánicos

Personal encargado de mantener el equipo en condición operativa ya sea mediante el mantenimiento preventivo y correctivo de la parte mecánica de la unidad.

4.2.2.4 Técnicos Electricistas

Personal encargado de mantener el equipo en condición operativa ya sea mediante el mantenimiento preventivo y correctivo de la parte eléctrica de la unidad.

4.2.2.5 Técnicos Soldadores

Personal encargado de la parte estructural de la unidad, desde la implementación de accesorios, reparación de fisuras y planchado de la tolva de la unidad.

4.2.2.6 Técnico Practicante

Personal que apoya a los Técnicos responsables de las tareas asignadas de mantenimiento ya sea correctivo o preventivo, el cual se nutre de la experiencia aplicando sus conocimientos teóricos en la práctica.

4.2.2.7 Operadores de Camiones Grúas

Son los encargados de la operación de los camiones grúas articuladas el cual están capacitados a operar la unidad como camión de transporte y de operar el brazo montado como grúa articulado en total son dos funciones en uno.

Uno de los principales inconvenientes del área de mantenimiento es que cuenta con poco personal, para cumplir con puntualidad el mantenimiento ya sea de gestión y de reparaciones que se tiene programado por el Jefe de mantenimiento para los equipos de la flota de camiones grúas articulados, se requiere la reestructuración de funciones de los responsables de mantenimiento y de la contratación del personal requerido tales como:

- Técnico especialista en Neumáticos

Muchas veces las funciones propias del área de operaciones y del área de seguridad son asignadas involuntariamente al área de mantenimiento, tal como la asignación del personal operario para los trabajos en el taller

4.3 EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA DE MANTENIMIENTO

4.3.1 Taller de mantenimiento

Se realizan todas las reparaciones menores y mayores, tal como el (overhaul) que difícilmente se pueden realizar en obra, se programa dichos trabajos en el taller, en el se preparan los camiones grúas articulados para su envío a obra.

El ambiente consta de una sola área sin divisiones de ambientes, tiene una sola entrada que es la misma para la salida de equipos, el personal técnico desarrolla su labor en las diversas secciones del taller sin una ubicación determinada, debido a que donde se estaciona el equipo este se le programa su reparación respectiva, no existe un orden; se carece de señales e implementos de seguridad, ya que donde se realiza las reparaciones también está el personal de operaciones realizando trabajos, esto implica que estén pasando cargas de izaje por encima de los diferentes grupos de trabajo asignados de mantenimiento, generando un lugar inseguro de trabajo

4.3.2 Infraestructura del área de mantenimiento

El área de mantenimiento cuenta con distintas áreas, dentro de las cuales tenemos:

- Oficina de Mantenimiento
- Zona de taller mecánico
- Zona de electricidad
- Zona de soldadura
- Almacén de repuestos: En el almacén de repuestos del taller de mantenimiento, están los repuestos para los camiones grúas articuladas. El problema con el manejo de los repuestos es que no existe una interrelación con el área de mantenimiento y el área de logística, por lo cual no se tiene un rango de máximos y mínimos de cada repuesto, por lo menos se debería de tener de los que se tiene un mayor consumo en el taller, como por ejemplo, los empaques, que muchas veces se tienen que fabricar manualmente en el taller, obteniendo tiempo perdido por la fabricación de los mismos. La falta de un programa electrónico de manejo de materiales que se interrelacione con el área de mantenimiento es necesaria para tener una comunicación por medio de códigos de materiales en el cual indique un stock mínimo, para realizar el pedido de los mismos y con esto mantener el almacén abastecido de repuestos.

Después de ver las diferentes áreas e nota que se pierde mucho tiempo y dinero debido a que existen demasiadas reparaciones y un consumo de llantas fuera del taller y en obra, no hay un control de llantas y menos aun no hay un técnico especialista de neumáticos.

4.3.3 Equipamiento del taller de mantenimiento

Dentro de los equipos que se tiene en el taller de mantenimiento, los más importantes son:

- Mesa metálica de trabajo.
- Esmeril de mano
- Esmeril de banco
- Prensa mecánica de banco
- Prensa hidráulica de banco
- Gatas hidráulicas de 12TM
- Taladro de dirección vertical
- Equipo de soldadura autógena
- Equipo de soldadura eléctrica
- Compresora de aire para la engrasadora neumática
- Cargador de baterías

4.3.4 Herramientas

Dentro de las herramientas que se utilizan para el mantenimiento en el taller, las más importantes para el mantenimiento de los camiones grúas articulados son:

- Llave francesa de 12"
- Llave Stillson 12"
- Llaves mixtas (mm)
- Llaves hexagonales (mm)
- Llaves tipo Allen (mm)
- Llave de cadena para sacar filtros
- Dados (mm) para encastre de ½"
- Extensión larga de 10", para encastre de ½"
- Extensión mediana 5", para encastre de ½"
- Extensión corta 2", para encastre de ½"
- Rache de 10" para encastre de ½"
- Desarmador estrella
- Desarmador plano
- Alicata de presión
- Alicata de pinza
- Alicata prensa terminales
- Piloto eléctrico

Pobre implementación de herramientas comunes y especiales a todo el personal técnico, la maleta de herramientas no se encuentra estandarizado para cada técnico, algunos tienen más herramientas que otros, además dentro del taller de mantenimiento existen pérdidas de las herramientas que tienen asignadas, esto se debe a que no existe un almacenero y por lo tanto no hay un control de herramientas.

4.4 ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO

El Área de mantenimiento es algo muy importante en la empresa GASA, ya que es el encargado de que los equipos de la flota de camiones grúas articulados estén en el mejor estado posible, para que puedan ser alquilados para los diferentes empresas a nivel nacional y para ello es necesario algún tipo de programa de mantenimiento. Existe pobre gestión del mantenimiento, las asignaciones de los grupos de técnicos para los trabajos programados lo realiza el jefe de mantenimiento. La falta de seguimiento y supervisión del trabajo programado por el supervisor de mantenimiento, pero solo revisa algunos trabajos en curso.

Incumplimiento de algunas normas de seguridad en el taller, necesidad de capacitación en camiones VW y grúa articulada Palfinger. Falta de capacitación actualizada del personal técnico y operadores.

4.4.1 Formularios de documentos de trabajo

A continuación se mencionan y se detallan los formularios con los que se trabaja actualmente en el área de mantenimiento.

4.4.1.1 Datos Técnicos de equipos

Se encuentra toda la información, pero de forma desordenada y difícil de ubicar los componentes (Ver Anexo 1).

4.4.1.2 Historial de equipos

El historial en lo que se encuentran los equipos en la actualidad se dividen en dos grupos que son: Reparaciones ejecutados y Reparaciones Pendientes. (Ver Anexo 2).

4.4.1.3 Orden de trabajo de mantenimiento

Por falta de tiempo del personal administrativo de mantenimiento y por no tener funciones definidas NO se aplica las órdenes de trabajo (OT).

4.4.2 El mantenimiento Correctivo, Preventivo

El área de mantenimiento se aplica solo dos tipos de Mantenimiento.

4.4.2.1 Mantenimiento correctivo

El cual se encarga de realizar el mantenimiento programado y no programado, de los problemas del día a día, reparaciones críticas de los equipos en el taller; como por ejemplo, fugas de aceite hidráulico y aceite de motor, mangueras rotas, fugas de aire, reparaciones de los sistemas de motor, hidráulicos y neumáticos etc.

4.4.2.2 Mantenimiento Preventivo

La función de mantenimiento preventivo es muy pobre solo se limita al cambio de filtros y aceites de la unidad, según las frecuencias cada 250 horas realizados por el fabricante, por ejemplo los filtros se cambian a mas de 250 horas o cuando los filtros se obstruyeran, por ende no había un seguimiento de control de horas en base a los horómetros de cada unidad y la fecha del cambio, además del engrase general de los puntos de lubricación, más no se realiza el cambio de repuestos preventivamente ya que no existe el área del mantenimiento predictivo y por eso no puede programar los mantenimientos preventivos como debe de ser.

4.5 **SERVICIO DE TERCEROS**

4.5.1 Cartera de servicio de Terceros

Para un mejor entendimiento como se explico en el capítulo I del marco teórico, dividiremos en los dos rubros principales de los camiones grúas

articulados o sea como camión y grúa articulada, las empresas que nos prestan servicios son:

RUBRO	PROVEEDOR
Venta de camiones VOLKSWAGEN, repuestos originales y servicio de certificación de los mismos	SAN BARTOLOME
Venta de la grúa articulada PALFINGER, repuestos y servicio de reparación de la misma	SITHEMSA
Servicio de venta y fabricación de mangueras y conectores hidráulicos	RAFER
Venta de filtros de aceite, combustible, aire e hidráulicos	FILTROS SAN JORGE
Servicio de venta, mantenimiento y reparación de solenoides, arrancadores, alternadores y componentes eléctricos varios	INTERDISA
Venta de repuestos originales de los motores CUMMINS	KOMATSU - MITSUI
Servicio de mantenimiento, reparación y fabricación de radiadores de aire y agua	RADIADORES ARNAO
Servicio de mantenimiento y reparación de los turbos	LA CASA DEL TURBO
Venta de repuestos equivalentes de los motores CUMMINS	REPRESENTACIONES SAI
Servicio de mantenimiento y reparación de las fajas de zapatas y rectificado de tambores de ruedas	FRENOSA
Servicio de reparación de embragues de transmisión	BENVENUTO
Venta de repuestos originales de las cajas de transmisión EATON FULLER	PARTES Y TRANSMISIONES
Venta y servicio de reparación de hojas y paquetes de muelles	MUELLECENTRO
Servicio de venta de repuestos de válvulas neumáticas y pulmones de freno (maxibrake)	FRENOS Y PARTES

4.6 ANÁLISIS DEL MANTENIMIENTO ANTERIOR

Según lo mencionado en el capítulo anterior se realiza un análisis mediante los fallas y ocurrencias generados en la flota, equipos y sistemas críticos, comparándolos con los costos generados por los mantenimientos correctivos y preventivos, para ello obtendríamos indicadores que nos darían un panorama de la situación actual.

4.6.1 Criticidad de Flota

Como primer paso de toda la flota de equipos de la empresa necesitamos hallar la flota crítica, para ello se muestra la tabla de prioridades para evaluar los equipos.

TABLA DE PRIORIDADES PARA EVALUAR LOS EQUIPOS

ITEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDERACION	OBSERVACIONES
1	Efecto sobre el servicio que proporciona (Operaciones y Medio Ambiente)			
		Para	4	Afecta al medio ambiente
		Reduce	2	
		No para	0	
2	Valor Tecnico - Economico			
	Considerar el costo de adquisicion, Operación y Mantenimiento	Alto	3	Mas de U\$ 50 000
		Medio	2	
		Bajo	1	Menos de U\$ 10 000
3	La falla afecta			
a.	Al equipo en si	Si	1	¿Deteriora otros componentes?
		No	0	
b.	Al Servicio	Si	1	¿Origina problemas a otros equipos?
		No	0	
c.	Al operador	Riesgo	1	¿Posibilidad de accidente del operador?
		Sin riesgo	0	
d.	A la Seguridad en general	Si	1	¿Posibilidad de accidente a otras personas u otros equipos cercanos?
		No	0	
4	Probabilidad de falla (Confiabilidad)			
		Alta	2	¿Se puede asegurar que el equipo va a trabajar correctamente cuando se le necesite?
		Baja	0	
5	Flexibilidad del equipo en el sistema			
		Único	2	No existe otro igual o similar
		By pass	1	el sistema puede seguir funcionando
		Stand by	0	Existe otro igual o similar no instalado
6	Dependencia Logística			
		Extranjero	2	Repuestos se tiene que importar
		Loc. / Ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente
		Local	0	Repuestos se consiguen localmente
7	Dependencia de la mano de obra			
		Terceros	2	El mantenimiento requiere contratar a terceros
		Propia	0	El mantenimiento se realiza con personal propio
8	Facilidad de reparación (Mantenibilidad)			
		Baja	1	Mantenimiento difícil
		Alta	0	Mantenimiento fácil

ESCALA DE REFERENCIA		
A	CRITICA	16 a 20
B	IMPORTANTE	11 a 15
C	REGULAR	06 a 10
D	OPCIONAL	00 a 05

Se asignan los valores de la ponderación calificándolo a los diferentes tipos de equipos por su incidencia sobre cada variable. Este paso requiere un buen conocimiento del equipo, su sistema, su operación, su valor y los daños que podría ocasionar una falla. Todo se muestra en la **hoja de asignación de criticidad por flotas de equipos.**

HOJA DE ASIGNACION DE CRITICIDAD POR FLOTAS DE EQUIPOS

Nº	CODIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	PONDERACION											TOTAL	ESCALA DE REFERENCIA	SE INCLUYE EN EL PLAN
			1	2	3a	3b	3c	3d	4	5	6	7	8			
1	GC	Gruas Celosias	4	3	1	1	0	1	0	2	2	0	1	15	IMPORTANTE	
2	GT	Gruas Telescopicas	4	3	1	1	0	1	0	2	2	0	1	15	IMPORTANTE	
3	CG	Camiones Gruas Articulados	4	3	1	1	0	1	2	2	1	2	0	17	CRITICO	OK
4	CF	Cargadores Frontales	2	3	1	0	0	1	2	2	0	0	1	12	IMPORTANTE	
5	MC	Montacargas	0	2	1	0	0	1	0	2	2	0	0	8	REGULAR	
6	MT	Montacargas Telescopicos	2	2	1	0	0	1	0	2	2	0	0	10	REGULAR	
7	TC	Tractos Camiones	2	3	1	1	0	1	2	2	0	0	0	12	IMPORTANTE	
8	ML	Man Lift	0	2	1	0	1	1	0	2	0	0	0	7	OPCIONAL	
9	SL	Siccor Lift	0	1	1	0	1	1	0	2	0	0	0	6	OPCIONAL	
10	CR	Semi Remolques	0	2	1	1	0	1	0	2	0	0	0	7	OPCIONAL	
11	CM	Camionetas	0	2	1	0	0	1	0	2	0	2	0	8	REGULAR	

Se obtiene el valor ponderado para cada tipo de equipo y se agrupa clasificándolas de acuerdo con la escala de referencia.

ESCALA DE REFERENCIA		CANT.
A	CRITICO	16 a 20
B	IMPORTANTE	11 a 15
C	REGULAR	06 a 10
D	OPCIONAL	00 a 05

Después de realizar el análisis anterior, se determina por la escala de referencia que la flota de camiones grúas articuladas esta con un puntaje de ponderación de 17 puntos por encima del resto, encontrándose en la zona critica del análisis, por ende seria a partir de ahora la flota de

Camiones Grúas Articulados para el análisis del plan de mejora de mantenimiento de la empresa GASA.

4.6.2 Criticidad de los equipos

Se requiere determinar los equipos críticos de la flota de los Camiones Grúas Articulados para poder tener un panorama del estado de los equipos, del cual contamos con un numero de flota de diez equipos, para ello se obtendría mediante el análisis del grado de antigüedad y el grado de criticidad de los equipos el cual lo representamos en el siguiente cuadro resumen para hallar los equipos críticos que impactan en las ganancias de alquiler.

EQUIPO y HOROMETRO			GRADO DE CRITICIDAD				
			CLASE				
GRADO DE ANTIGÜEDAD			1	2	3	4	5
CLASE	CONDICION	ANTIGÜEDAD (Hr)	TIPO				
			Esencial	Critico	Importante	Uso General	Auxiliares
A	Nuevos	0 - 5000	Yellow	Green	Green	Green	Green
B	Usados	5000 - 10000	Red	Yellow	Green	Green	Green
C	Viejos	10000 - 20000	Red	Red	Yellow	Green	Green

Luego de cruzar la información de datos como los horómetros de las unidades, los años de fabricación de los equipos y la importancia de los equipos dentro de la flota de la empresa, obtenemos el cuadro consolidado con los valores respectivos

N°	TIPO DE EQUIPO	CAMION VOLKSWAGEN			GRUA PALFINGER			AÑO FAB.	HOROMETROS (Hrs)	ANTIGÜEDAD	CRITICIDAD
		MODELO	CAP. (TM)	PLACA	MODELO	CAP. (TM)	N° SERIE				
1	Camion Grua Articulado	26-310	12.0	XO-6081	PK32080D	6.7	100028426	2003	11657.0	C	2
2	Camion Grua Articulado	26-310	12.0	XO-6113	PK32080D	6.7	611532	2003	10040.0	C	2
3	Camion Grua Articulado	26-310	12.0	XO-8142	PK32080D	6.7	100022145	2005	7830.0	B	1
4	Camion Grua Articulado	26-310	12.0	XO-8143	PK32080D	6.7	100022253	2005	5966.0	B	1
5	Camion Grua Articulado	26-310	12.0	XO-8992	PK32080D	6.7	100078/64	2005	5257.0	B	3
6	Camion Grua Articulado	31-310	12.0	XO-8144	PK32080D	6.7	100022254	2005	7392.0	B	3
7	Camion Grua Articulado	31-310	12.0	XO-8183	PK32080D	6.7	100022330	2005	8490.0	B	3
8	Camion Grua Articulado	31-310	12.0	WGB-778	PK32080D	6.7	100052429	2006	3454.0	A	3
9	Camion Grua Articulado	31-310	12.0	WGB-844	PK32080D	6.7	100052309	2006	3242.3	A	1
10	Camion Grua Articulado	31-310	12.0	WGB-845	PK32080D	6.7	100052530	2006	3953.0	A	1

A continuación se muestra los cuadros resumen llenados, para hallar los equipos críticos (Zona roja) que impactan en las ganancias de alquiler.

CAMION GRUA X0-6081 HR=11667			GRADO DE CRITICIDAD				
			CLASE				
GRADO DE ANTIGÜEDAD			TIPO				
CLASE	CONDICION	ANTIGÜEDAD (Hr)	Esencial	Critico	Importante	Uso General	Auxiliares
A	Nuevos	0 - 5000					
B	Usados	5000 - 10000					
C	Viejos	10000 - 20000		X			

CAMION GRUA X0-6113 HR=10040			GRADO DE CRITICIDAD				
			CLASE				
GRADO DE ANTIGÜEDAD			TIPO				
CLASE	CONDICION	ANTIGÜEDAD (Hr)	Esencial	Critico	Importante	Uso General	Auxiliares
A	Nuevos	0 - 5000					
B	Usados	5000 - 10000					
C	Viejos	10000 - 20000		X			

CAMION GRUA X0-8142 HR=7830			GRADO DE CRITICIDAD				
			CLASE				
GRADO DE ANTIGÜEDAD			TIPO				
CLASE	CONDICION	ANTIGÜEDAD (Hr)	Esencial	Critico	Importante	Uso General	Auxiliares
A	Nuevos	0 - 5000					
B	Usados	5000 - 10000	X				
C	Viejos	10000 - 20000					

CAMION GRUA X0-8143 HR=5966			GRADO DE CRITICIDAD				
			CLASE				
GRADO DE ANTIGÜEDAD			TIPO				
CLASE	CONDICION	ANTIGÜEDAD (Hr)	Esencial	Critico	Importante	Uso General	Auxiliares
A	Nuevos	0 - 5000					
B	Usados	5000 - 10000	X				
C	Viejos	10000 - 20000					

CAMION GRUA X0-8992 HR=6267			GRADO DE CRITICIDAD				
			CLASE				
GRADO DE ANTIGÜEDAD			TIPO				
CLASE	CONDICION	ANTIGÜEDAD (Hr)	Esencial	Critico	Importante	Uso General	Auxiliares
A	Nuevos	0 - 5000					
B	Usados	5000 - 10000			X		
C	Viejos	10000 - 20000					

CAMION GRUA X0-8144 HR=7392			GRADO DE CRITICIDAD				
			CLASE				
GRADO DE ANTIGÜEDAD			TIPO				
CLASE	CONDICION	ANTIGÜEDAD (Hr)	Esencial	Critico	Importante	Uso General	Auxiliares
A	Nuevos	0 - 5000					
B	Usados	5000 - 10000			X		
C	Viejos	10000 - 20000					

CAMION GRUA X0-8183 HR=8490			GRADO DE CRITICIDAD				
			CLASE				
GRADO DE ANTIGÜEDAD			TIPO				
CLASE	CONDICION	ANTIGÜEDAD (Hr)	Esencial	Critico	Importante	Uso General	Auxiliares
A	Nuevos	0 - 5000					
B	Usados	5000 - 10000			X		
C	Viejos	10000 - 20000					

CAMION GRUA WGB-778 HR=3464			GRADO DE CRITICIDAD				
			CLASE				
GRADO DE ANTIGÜEDAD			TIPO				
CLASE	CONDICION	ANTIGÜEDAD (Hr)	Esencial	Critico	Importante	Uso General	Auxiliares
A	Nuevos	0 - 5000			X		
B	Usados	5000 - 10000					
C	Viejos	10000 - 20000					

CAMION GRUA WGB-844 HR=3242			GRADO DE CRITICIDAD				
			CLASE				
GRADO DE ANTIGÜEDAD			TIPO				
CLASE	CONDICION	ANTIGÜEDAD (Hr)	Esencial	Critico	Importante	Uso General	Auxiliares
A	Nuevos	0 - 5000	X				
B	Usados	5000 - 10000					
C	Viejos	10000 - 20000					

CAMION GRUA WGB-846 HR=3963			GRADO DE CRITICIDAD				
			CLASE				
GRADO DE ANTIGÜEDAD			TIPO				
CLASE	CONDICION	ANTIGÜEDAD (Hr)	Esencial	Critico	Importante	Uso General	Auxiliares
A	Nuevos	0 - 5000	X				
B	Usados	5000 - 10000					
C	Viejos	10000 - 20000					

4.6.3 Ocurrencias de fallas

Luego se tiene que preparar un listado de fallas comunes obtenidas durante un periodo de 03 meses, donde se especifica el sistema, la descripción de las fallas y el número de ocurrencias de las fallas que son un total de 347 ocurrencias; a continuación se detalla lo siguiente:

N°	SISTEMA	DESCRIPCION DE LA FALLA	OCURRENCIAS
1	Motor	Pase de aceite de motor por el Turbo alimentador	2
2	Motor	Rotura de la faja del motor	4
3	Motor	Válvulas de la bomba de transferencia de combustible se encuentran obstruidas	3
4	Motor	Radiador de aire (Intercooler) con aceite	3
5	Motor	Fuga de liquido refrigerante por el desfogue de la borra de agua	4
6	Motor	Baja concentración del liquido refrigerante	12
7	Motor	Fuga de liquido refrigerante por el tanque de expansión, presenta rajaduras	9
8	Eléctrico	Alternador no genera carga	4
9	Eléctrico	La batería no retiene carga	5
10	Eléctrico	Luces laterales de la tolva, no encienden	53
11	Eléctrico	Alarma de retroceso no funciona	4
12	Eléctrico	El arrancador no responde, eficiencia de arranque es muy baja	3
13	Eléctrico	Solenoides de apagado de motor no acciona	2
14	Eléctrico	Faros de luz baja no enciende	16
15	Eléctrico	Faros de luz alta no enciende	18
16	Eléctrico	Faro de luz de retroceso no enciende	6
17	Eléctrico	Soquete de faros delanteros se encuentran quemados	11
18	Eléctrico	Conectores del arnés de faros delanteros se encuentran quemados	7
19	Transmisión	Pedal de embrague se encuentra muy arriba, cambio de embrague	6
20	Transmisión	Reten de rueda delantera de grasa en mal estado	4
21	Transmisión	Fuga de aceite por el reten de rueda posterior	5
22	Frenos	Fugas de aire por las cañerías de freno	4
23	Frenos	Fuga de aire por la válvula dosificadora	4
24	Frenos	Regulación de los frenos de las ruedas	13
25	Frenos	Pulmón de freno (maxibrake) no responde debido por rotura del resorte interno	5
26	Frenos	Desgaste interior de los tambores de las ruedas	5
27	Frenos	Fajas de las zapatas de freno se encuentran desgastadas	6
28	Neumáticos	Neumático se baja	30
29	Neumáticos	Neumáticos con desgaste de cocada	10
30	Dirección	Fuga de aceite por la bomba hidráulica de dirección	3
31	Dirección	Terminales de la barra larga de dirección se encuentran en mal estado	2
32	Hidráulico	El resorte para seguros de gancho de grúa articulada esta rota	16
33	Hidráulico	Desgaste de las guías de extensión de las prolongas	6
34	Hidráulico	Desgaste de las guías tipo patín de riel de cilindro de prolonga	12
35	Hidráulico	Ruido en el interior de la Toma de fuerza (TDF)	1
36	Hidráulico	Fuga de aceite por el switch de la Toma de fuerza (TDF)	2
37	Hidráulico	Fuga de aceite por la manguera del filtro de alta presión al banco de válvulas	7
38	Hidráulico	Fuga de aceite por el niple de las mangueras de estabilizadores verticales	13
39	Hidráulico	Fuga de aceite por el reten del 1er cilindro de prolonga	1
40	Hidráulico	Fuga de aceite por el reten del cilindro de estabilizadores verticales	4
41	Hidráulico	Fuga de aceite por la electroválvula del banco de válvulas	1
42	Estructural	Parachoques posterior se encuentra doblado	9
43	Estructural	Barandas de la tolva se encuentran en mal estado	7
44	Estructural	Fisuras de los travesaños entre la tolva y el descanso del chasis	5

Total de Ocurrencias 347

4.6.4 Calculo de los costos totales de mantenimiento

Para ello se requiere de cierta información de la empresa ya sea como sueldos del personal, costos de repuestos y consumibles, costos de alquiler del equipo, tiempos de parada por mantenimiento correctivo, preventivo y otros. Se muestra un cuadro de sueldos variables del personal de mantenimiento administrativo.

N°	Descripcion del Personal	Sueldos Mensual (S/.)		Sueldo Promedio (S/.)	Jornada Diaria (S/./ dia)	Tarifa horaria (S/./Hr)	Tarifa horaria (U\$/Hr)
		Minimo	Maximo				
1	Jefatura de Mantenimiento	6000	8000	7000			
2	Supervisor de Mantenimiento	4000	5000	4500			
3	Operador de Camion Grua	1200	3500	2350	106.82	13.35	4.45
4	Tecnico Mecanico	1200	4000	2600	118.18	14.77	4.92
5	Tecnico Electricista	1200	3500	2350	106.82	13.35	4.45
6	Tecnico Soldador	1200	3000	2100	95.45	11.93	3.98
7	Tecnico Mecanico Practicante	550	550	550	25	3.13	1.04
				1990		11.31	3.8

4.6.4.1 Costo de Mantenimiento correctivo (CMC):

Para poder hallar los costos de mantenimiento correctivo se requiere de los siguientes datos:

- JH = Jornal Horario (U\$/hr) = 3.8
- HDP = Horas de parada del equipo
- CPM = Cantidad de personal para el mantenimiento
- HH = Horas Hombre

$$HH = HDP * CPM$$

- MO = Costo de mano de obra

$$MO = JH * HH$$

- CRTO = Costo de repuestos (U\$)
- CMCF = Costo de mantenimiento correctivo por falla

$$CMCF = (MO + CRTO) * (OCURRENCIA)$$

- CMC = Costo de mantenimiento correctivo por falla

$$CMC = \sum CMCF$$

- HO = Horas de operación de alquiler

$$HO = NDM * NHM * NME$$

- HOT = Horas de operación totales de alquiler

$$HOT = NEF * HO$$

Calculo de los costos de mantenimiento Correctivo:

CODIGOS DE FALLAS	SISTEMAS	SUB-SISTEMAS	FALLAS	HORAS DE PARADA	CANT. DE PERSONAL	HORAS HOMERES (HH)	COSTO DE REPUESTOS (CCTG)	COSTO DE MANO OBRA (MCO)	COSTO TOTAL (CT)	OCCURENCIAS	HORAS RECIDAS (HP)	COSTO POR FALLA
1	Motor	Motor	Pase de aceite de motor por el Turbo alimentador	24	3	72	60	271.4	331.4	2	48	662.7
2	Motor	Motor	Rotura de la faja del motor	3	2	6	100	22.6	122.6	4	12	460.5
3	Motor	Combustible	Válvulas de la bomba de transferencia de combustible se encuentran obstruidas	1	1	1	75	3.8	78.8	3	3	238.3
4	Motor	Enfriamiento	Radiador de aire (intercooler) con aceite	48	2	96	150	381.8	511.8	3	144	1533.3
5	Motor	Enfriamiento	Fuga de liquido refrigerante por el desfogue de la bomba de agua	4	1	4	80	15.1	95.1	4	16	380.3
6	Motor	Enfriamiento	Baja concentración del liquido refrigerante	1	2	2	60	7.5	67.5	12	12	810.5
7	Motor	Enfriamiento	Fuga de liquido refrigerante por el tanque de expansión, presenta rajaduras	3	2	6	324	22.6	346.6	9	27	3119.5
8	Eléctrico	Eléctrico	Alternador no genera carga	12	1	12	350	45.2	395.2	4	48	1580.9
9	Eléctrico	Eléctrico	La batería no rebene carga	12	1	12	160	45.2	205.2	5	60	1028.1
10	Eléctrico	Eléctrico	Luces laterales de la tolva, no encienden	1	2	2	20	7.5	27.5	53	53	1459.5
11	Eléctrico	Eléctrico	Alarma de retroceso no funciona	1	1	1	70	3.8	73.8	4	4	295.1
12	Eléctrico	Eléctrico	El arrancador no responde, eficiencia de arranque es muy baja	12	1	12	400	45.2	445.2	3	36	1335.7
13	Eléctrico	Eléctrico	Solenoides de apagado de motor no acciona	12	1	12	400	45.2	445.2	2	24	890.5
14	Eléctrico	Eléctrico	Faros de luz baja no enciende	1	2	2	10	7.5	17.5	16	16	280.6
15	Eléctrico	Eléctrico	Faros de luz alta no enciende	1	2	2	10	7.5	17.5	16	16	315.7
16	Eléctrico	Eléctrico	Faro de luz de retroceso no enciende	1	1	1	5	3.8	8.8	8	8	52.6
17	Eléctrico	Eléctrico	Soquetes de faros delanteros se encuentran quemados	2	1	2	23	7.5	30.5	11	22	335.9
18	Eléctrico	Eléctrico	Conectores del armés de faros delanteros se encuentran quemados	2	1	2	26	7.5	33.5	7	14	234.8
19	Transmisión	Embrague	Pedal de embrague se encuentra muy arriba, cambio de embrague	32	4	128	300	482.4	782.4	6	192	4694.5
20	Transmisión	Ejes	Reten de rueda delantera de grasa en mal estado	4	2	8	80	30.2	110.2	4	16	440.6
21	Transmisión	Ejes	Fuga de aceite por el reten de rueda posterior	4	2	8	153	30.2	183.2	5	20	915.8
22	Frenos	Frenos	Fugas de aire por las cañerías de freno	3	2	6	60	22.6	82.6	4	12	330.5
23	Frenos	Frenos	Fuga de aire por la válvula dosificadora	4	2	8	120	30.2	150.2	4	16	600.6
24	Frenos	Frenos	Regulación de los frenos de las ruedas	1	2	2	10	7.5	17.5	13	13	228.0
25	Frenos	Frenos	Pulmón de freno (maxibrake) no responde debido por rotura del resorte interno	4	2	8	60	30.2	90.2	5	20	450.8
26	Frenos	Frenos	Desgaste interior de los tambores de las ruedas	32	3	96	300	361.8	661.8	5	160	3309.1
27	Frenos	Frenos	Fajas de las zapatas de freno se encuentran desgastadas	32	2	64	100	241.2	341.2	6	192	2047.3
28	Neumáticos	Neumáticos	Neumático se baja	16	4	64	100	241.2	341.2	30	480	10236.4
29	Neumáticos	Neumáticos	Neumáticos con desgaste de cocada	16	2	32	1000	120.6	1120.6	10	160	11206.1
30	Dirección	Dirección	Fuga de aceite por la bomba hidráulica de dirección	8	1	8	200	30.2	230.2	3	24	690.5
31	Dirección	Dirección	Terminales de la barra larga de dirección se encuentran en mal estado	16	2	32	250	120.6	370.6	2	32	741.2
32	Hidráulico	Hidráulico	El resorte para seguros de gancho de grúa articulada esta rota	2	1	2	15	7.5	22.5	16	32	360.6
33	Hidráulico	Hidráulico	Desgaste de las guías de extensión de las prolongas	16	3	48	50	180.9	230.9	6	96	1385.5
34	Hidráulico	Hidráulico	Desgaste de las guías tipo path de riel de cilindro de prolonga	8	2	16	600	60.3	660.3	12	96	7923.6
35	Hidráulico	Hidráulico	Ruido en el interior de la Toma de fuerza (TDF)	16	2	32	114	120.6	234.6	1	16	234.6
36	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el switch de la Toma de fuerza (TDF)	2	1	2	50	7.5	57.5	2	4	115.1
37	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por la manguera del filtro de alta presión al banco de válvulas	1	1	1	60	3.8	63.8	7	7	446.4
38	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el niple de las mangueras de estabilizadores verticales	1	1	1	180	3.8	183.8	13	13	2389.0
39	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el reten del cilindro de prolonga	16	3	48	83	180.9	263.9	1	16	263.9
40	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el reten del cilindro de estabilizadores verticales	16	2	32	90	120.6	210.6	4	64	842.4
41	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por la electroválvula del banco de válvulas	8	1	8	100	30.2	130.2	1	8	130.2
42	Estructural	Estructural	Parachoques posterior se encuentra doblado	4	2	8	50	30.2	80.2	9	36	721.4
43	Estructural	Estructural	Barandas de la tolva se encuentran en mal estado	8	2	16	1050	60.3	1110.3	7	56	7772.1
44	Estructural	Estructural	Fisuras de los travesaños entre la tolva y el descanso del chasis	4	2	8	70	30.2	100.2	5	20	500.8
										347		74019.2

Numero de equipos de la flota = NEF	10
Numero de dias al mes = NDM	21
Numero de horas al dia = NHM	8
Numero de meses a evaluar las ocurrencias = NME	3
Horas de operacion de alquiler = HO = NDM*NHM*NME	504
Horas de operacion totales de alquiler = HOT = NEF*NDM*NHM*NME	5040
Total de Ocurrencias	347
Horas de paradas totales por intervenciones correctivas = HCT	2204
Costo de mantenimiento correctivo = CMC	74019.2

4.6.4.2 Costo de Mantenimiento Preventivo (CMP):

Calculando los costos de Mantenimiento Preventivo en base a los costos de consumibles (filtros, aceites y grasa).

COSTOS DE CONSUMIBLES PARA EL MP (US\$)

FILTROS CAMION VW					SERVICIO DE MP
DESCRIPCION	CODIGO	CANT. (UN)	COSTO (US\$)		
			UNITARIO	TOTAL	
COMBUSTIBLE PRIMARIO	FBS2627	1	21.06	21.06	SERV-250
COMBUSTIBLE SECUNDARIO	FF5052	1	10.00	10.00	SERV-250
ACETE MOTOR	LF3000	1	55.57	55.57	SERV-250
AGUA	WF2073	1	25.23	25.23	SERV-250
AIRE PRIMARIO	C27830	1	69.62	69.62	SERV-250
AIRE SECUNDARIO	CF1550	1	32.96	32.96	SERV-500
ACETE CAJA DIRECCION	HIC 5001	1	12.00	12.00	SERV-1000

FILTROS GRUA ARTICULADA PALFINGER					SERVICIO DE MP
DESCRIPCION	CODIGO	CANT. (UN)	COSTO (US\$)		
			UNITARIO	TOTAL	
HIDRAULICO (Alta Presion)	EA 1392	1	65.5	65.50	SERV-1000
HIDRAULICO (Retorno)	EA 1761	1	80.00	80.00	SERV-1000
HIDRAULICO (Respiradero)	EA 1814	1	14.5	14.50	SERV-1000

ACEITES					SERVICIO DE MP
DESCRIPCION	CODIGO	CANT. (GAL)	COSTO (US\$)		
			UNITARIO	TOTAL	
MOTOR	RIMULA X15W40	5.8	30.73	178.22	SERV-250
DIRECCION	ATF SPECIAL	1	24.83	24.83	SERV-1000
SISTEMA HIDRAULICO	TELLUS 46	37	12.47	461.49	SERV-1000
CAJA DE TRANSMISION	SAE 50	3.5	15.42	53.96	SERV-1000
CORONAS / DIFERENCIAL	SAE 85W40	4.5	15.18	68.32	SERV-1000
CUBOS	SAE 85W40	4.5	15.18	68.32	SERV-1000
LIQUIDO REFRIGERANTE		6	10.00	60.00	SERV-1000

GRASAS					SERVICIO DE MP
DESCRIPCION	CODIGO	CANT. (GAL)	COSTO (US\$)		
			UNITARIO	TOTAL	
PUNTOS DE LUBRICACION	MPG EP2	1	30.00	30.00	SERV-250
GUAS DE LAS EXTENSIONES	MPG EP2	2	30.00	60.00	SERV-250

En base a los costos de consumibles de MP hallamos los costos de MP por servicio

COSTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR TIPO DE SERVICIO (US\$)

Mes y medio	Trimestral	Mes y medio	Semestral	Mes y medio	Trimestral	Mes y medio	Anual
L	MP1	L	MP2	L	MP3	L	MP4
SERV-250	SERV-500	SERV-250	SERV-1000	SERV-250	SERV-500	SERV-250	SERV-1000
449.70	482.66	449.70	1379.58	449.70	482.66	449.70	1379.58

CC = Costo de consumibles por servicio de MP (U\$)

$$CC = \frac{L + MP1 + L + MP2}{4}$$

CMP = Costo total de mantenimiento preventivo

$$CMP = NME * (CC + CMP)$$

Para hallar los costos totales de mantenimiento preventivo (CMP)

se requiere los siguientes datos:

NDM = Número de días al mes	21
NHM = Número de horas al día	8
HPT = Horas de intervenciones preventivas	120
HOT = Horas operativas totales de alquiler	5040
HP = Horas preventivas del equipo	4
CPM = Cantidad de personal para el MP	3
HH = Horas Hombre = HP*CPM	12
JH = Jornal Horario (U\$/hr)	3.8
MO = Costo de mano de obra = MO = JH*HH	45.6
CC = Costo de consumibles MP (U\$)	690.41
CMP = Costo de mantenimiento preventivo (1 mes)	736.01
NEF = Número de equipos de la flota	10
NME = Número de meses a evaluar el MP	3
CMP = Costo total de mantenimiento preventivo	22080.29

4.6.4.3 Costo de Mantenimiento total (CMT):

Con los datos de mantenimiento correctivo y preventivo totales hallamos el costo de mantenimiento total (CMT):

Horas de operacion totales de alquiler = HOT	5040.00
Horas de paradas totales por intervenciones correctivas = HCT	2204.00
Horas de intervenciones preventivas totales = HPT	120.00
Costo de mantenimiento correctivo = CMC	74019.23
Costo de mantenimiento preventivo = CMP	22080.29
Costo de indisponibilidad operativa por mantenimiento = CIOM	65072.00
Costo de mantenimiento = CM = CMC + CMP + CIOM	161171.52
Costo de un equipo nuevo (Camion grua articulado) = CEN	150000.00
Costo de reposicion = CR = CEN*NEF	1500000.00
Costo de alquiler del equipo (US\$ / Hr) = CAE	28.00
Capacidad productiva efectuada = CPR	76048.00
Capacidad productiva nominal = CPN	141120.00

4.6.5 Cálculo de indicadores de mantenimiento

a. Disponibilidad

Ahora determinamos la disponibilidad actual de los camiones grúas articuladas, el cual se encuentra en el análisis.

$$DISP = A(t) = \left(\frac{HROP}{HROP + HTMN} \right) \times 100\%$$

$$= \left(\frac{HOT}{HOT + HCT} \right) \times 100\%$$

$$DISP = A(t) = \left(\frac{5040}{5040 + 2204} \right) \times 100\% = 69.57\%$$

- HROP = HOT: Horas operativas totales de alquiler

- HTMN = HCT: Horas de paradas totales por intervenciones correctivas.

Disponibilidad = A(t)	69.57
-----------------------	-------

- b. Tiempo medio entre fallas (TMEF):

$$TMEF = MTBF = \frac{NOIT \times HROP}{\sum NTMC} = \frac{NEF \times HO}{TO}$$

$$TMEF = \frac{NEF \times HO}{TO} = \frac{10 \times 504}{347} = 14.52$$

- c. Tiempo medio para la reparación (TMPR):

$$TMPR = MTTR = \frac{\sum HTMC}{NTMC} = \frac{HCT}{TO}$$

$$TMPR = \frac{HCT}{TO} = \frac{2204}{347} = 6.35$$

- d. Tiempo medio para fallas (TMPF):

$$TMPF = MTTF = \frac{\sum HROP}{NTMC} = TMEF + TMPR$$

$$TMPF = TMEF + TMPR = 14.52 + 6.35 = 20.88$$

- e. Disponibilidad (DISP):

$$DISP = A(t) = \left(\frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) \times 100\%$$

$$DISP = A(t) = \left(\frac{14.52}{14.52 + 6.35} \right) \times 100\% = 69.57\%$$

TMEF (MTBF)	14.52
TMPR (MTTR)	6.35
TMPF (MTTF)	20.88
Disponibilidad = A (%) = (TMEF) / (TMEF+TMPR)	69.57

La disponibilidad obtenida de la flota de camiones grúas articulados es baja, el cual se debería de incrementar dicho valor mediante la aplicación herramientas de gestión de calidad.

Además se obtienen los siguientes índices de mantenimiento

Índice de interferencia Correctiva = IMC	29.93	%
Índice de interferencia preventiva = IMP	1.63	%
Índice de confiabilidad operacional = ICO	68.44	%
Índice de costo de mantenimiento = ICM	10.74	%
Índice de capacidad productiva = ICP	53.89	%

CAPITULO V

PLAN DE MEJORA DEL MANTENIMIENTO

No obstante, existe conciencia de que las cosas no están bien y el deseo de implementar un mejoramiento continuo en todos los aspectos. Por lo tanto, se desarrolló un plan de mejora para ser ejecutado por la empresa, el cual contempla el mejoramiento de la Gestión del área de mantenimiento y del mantenimiento en sí de los equipos.

Atendiendo a la urgencia de implementar mejoras significativas en el menor tiempo posible se tiene compatibilizar aquella con la capacidad de absorción y adaptación de la Empresa a los cambios requeridos paralelamente, se confeccionó un plan de mejora trabajo de tres meses de duración.

Dicho plan de mejora propuesto incluye 7 tareas que buscan superar las fallas estructurales, que en acuerdo con la gerencia, se consideran como las más urgentes a solucionar.

5.1 REVISAR Y ESTABLECER EL NUEVO ORGANIGRAMA

Como primer plan de mejora es de revisar y establecer el nuevo organigrama del área de mantenimiento y se vio conveniente de replantearlo agregando cuatro nuevos puestos de trabajo que abarcan la parte de gestión y técnica del área de mantenimiento y estos son:

- El encargado del taller de mantenimiento, del cual se escogió entre los supervisores con más experiencia de taller.
- El Planner de mantenimiento, que también se escogió dentro los supervisores con conocimientos de herramientas de gestión de mantenimiento.
- El Practicante de mantenimiento, para el apoyo al Encargado del taller y de los supervisores
- El Técnico en neumáticos que se tuvo que contratar, además de reorganizar los puestos según el organigrama mostrado

Después de mencionar el replanteo de los nuevos puestos de trabajo el nuevo organigrama del área de mantenimiento quedaría de la siguiente manera:



Organigrama Nro. 5.1 Nuevo Organigrama del Plan de Mantenimiento

5.2 REPLANTEO DE LAS FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

5.2.1 Jefe de Mantenimiento

NOMBRE DEL PUESTO	Jefe de mantenimiento
PERTENECE A	Gerencia de Operaciones
REPORTA A	Gerente de Operaciones
SUPERVISA A	Encargado de taller, Supervisores de Mantenimiento, Planner de Mantenimiento, Técnicos Mecánicos, Electricistas, Soldadores y Terceros (Sub-Contratistas).
FUNCIONES / RESPONSABILIDADES	
Planificar, Organizar, Dirigir y Controlar el Mantenimiento de todos los equipos de la empresa.	
Responsable de todas las actividades de mantenimiento por los técnicos mecánicos y electricistas.	
Coordinar con el encargado del taller y supervisor para la asignación de tareas	
Coordinar y supervisar las reparaciones atendidas por terceros (sub-contratistas).	
Reportar a la Gerencia de Operaciones sobre la gestión de mantenimiento, a través de los índices seleccionados, que permitan evaluar costos, operatividad, confiabilidad, disponibilidad de los equipos y de las actividades realizadas.	
Elaborar los planes de mantenimiento preventivos de los equipos de la empresa.	
Coordinar y determinar con la Jefatura de Logística el stock mínimo necesario de repuestos e insumos que debe haber en almacén.	
Reportar estimados y proyecciones de insumos, tal como llantas, aceites, filtros	
Elaborar la relación de repuestos estratégicos que la empresa debe tener listos para ser utilizados para garantizar el rápido reemplazo de las partes averiadas.	
Realizar tareas afines asignadas por la jefatura de mantenimiento.	
Garantizar el cumplimiento de normas y procedimientos de seguridad en taller.	

5.2.2 Encargado del Taller de Mantenimiento

NOMBRE DEL PUESTO	Encargado de taller de Mantenimiento
PERTENECE A	Mantenimiento
REPORTA A	Jefe de Mantenimiento
SUPERVISA A	Supervisores de mantenimiento, Planner de Mantenimiento, Técnicos Mecánicos, Electricistas, Soldadores y Terceros (Sub-Contratistas).

FUNCIONES / RESPONSABILIDADES
Responsable de las actividades de mantenimiento en el taller, por los técnicos mecánicos y electricistas.
Supervisar las reparaciones atendidas por los técnicos mecánicos y electricistas.
Coordinar y supervisar las reparaciones atendidas por terceros.
Mantener actualizado el historial de eventos.
Informar al Jefe de Mantenimiento la disponibilidad diaria de los equipos
Apoyo en el mantenimiento correctivo de los equipos en provincias
Realizar tareas afines asignadas por la jefatura de mantenimiento.

5.2.3 Supervisores de Mantenimiento

NOMBRE DEL PUESTO	Supervisor de Mantenimiento
PERTENECE A	Mantenimiento
REPORTA A	Jefe de Mantenimiento
SUPERVISA A	Técnicos Mecánicos, Electricistas, Soldadores y Terceros (Sub-Contratistas).

FUNCIONES / RESPONSABILIDADES
Supervisa reparaciones atendidas por los técnicos mecánicos y electricistas.
Informa al Jefe de Mantenimiento la disponibilidad diaria de los equipos
Recepción los reportes de trabajo diario de los técnicos y entrega los mismos al Planner de mantenimiento
Dirección técnica en la solución de fallas en los equipos.
Diseñar mejoras de métodos de trabajo.

5.2.4 Planner de mantenimiento

NOMBRE DEL PUESTO	Planner de Mantenimiento
PERTENECE A	Mantenimiento
REPORTA A	Jefe de Mantenimiento
SUPERVISA A	Técnicos Mecánicos, Electricistas, Soldadores y Terceros (Sub-Contratistas).

FUNCIONES / RESPONSABILIDADES
Efectúa el seguimiento de los mantenimientos preventivos e informa al supervisor para la programación de ingreso de unidades al taller
Asiste al jefe de mantenimiento en la documentación y valorización de los costos de mantenimiento.
Crea las OT según las asignaciones de tareas y/o servicios.
Alimenta y mantiene actualizada los programas y formatos de mantenimientos.
Entrega al Jefe de mantenimiento los documentos y formatos de mantenimiento para su revisión.

5.2.5 Técnicos Mecánicos

NOMBRE DEL PUESTO	Técnico Mecánico
PERTENECE A	Mantenimiento
REPORTA A	Jefe de Mantenimiento, Encargado de taller, Supervisores de Mantenimiento
SUPERVISA A	N.A.

FUNCIONES / RESPONSABILIDADES
Evaluación y diagnóstico de fallas, en coordinación con el Encargado del taller ó supervisor inmediato para cambio de repuestos.
Ejecutar las reparaciones mecánicas, mantenimientos preventivos y correctivos.
Elaborar reportes de las reparaciones u otras que le solicite su jefe inmediato.
Estar en buenas condiciones físicas y mentales durante el trabajo
Es responsable de su presentación personal

5.2.6 Técnicos electricistas

NOMBRE DEL PUESTO	Técnico Electricista
PERTENECE A	Mantenimiento
REPORTA A	Jefe de Mantenimiento, Encargado de taller, Supervisores de Mantenimiento
SUPERVISA A	N.A.

FUNCIONES / RESPONSABILIDADES
Evaluación y diagnóstico de fallas, en coordinación con el Encargado del taller ó supervisor inmediato para cambio de repuestos.
Ejecutar las reparaciones de electricidad, mantenimientos preventivos y correctivos.
Elaborar reportes de las reparaciones u otras que le solicite su jefe inmediato.
Mantenimiento integral del sistema eléctrico en los equipos
Diagnóstico y programación de sistemas de seguridad de carga
Estar en buenas condiciones físicas y mentales durante el trabajo
Es responsable de su presentación personal

5.2.7 Técnicos soldadores

NOMBRE DEL PUESTO	Soldador
PERTENECE A	Mantenimiento
REPORTA A	Jefe de Mantenimiento, Encargado de taller, Supervisores de Mantenimiento
SUPERVISA A	N.A.

FUNCIONES / RESPONSABILIDADES
Evaluación y diagnóstico de fallas, en coordinación con el Encargado del taller ó supervisor inmediato.
Ejecutar las reparaciones de soldadura (Plumas, piezas, fabricación de diseños.
Elaborar reportes de las reparaciones u otras que le solicite su jefe inmediato.
Estar en buenas condiciones físicas y mentales durante el trabajo
Es responsable de su presentación personal.

5.2.8 Técnico en Neumáticos

NOMBRE DEL PUESTO	Técnico en neumáticos
PERTENECE A	Mantenimiento
REPORTA A	Jefe de Mantenimiento, Encargado de taller, Supervisores de Mantenimiento
SUPERVISA A	N.A.

FUNCIONES / RESPONSABILIDADES
Evaluación y diagnóstico de fallas de los neumáticos de los equipos, en coordinación con el Encargado del taller ó supervisor inmediato.
Controlar y evaluar las condiciones de los neumáticos de las unidades de transportes, equipos y plataformas.
Generar reportes de control de neumáticos.
Evaluar la continuidad de los neumáticos
Reparar neumáticos en mal estado

5.3 ELABORAR PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO.

Toda Gerencia de Mantenimiento debe considerar estas actividades como prioritarias para lograr así el desarrollo y desempeño profesional de su planilla, independientemente de su posición y nivel educativo. En consecuencia, en el plan de mejora deberá incluirse metodología a emplear para su desarrollo e incentivos a aplicar para estimular al personal en su capacitación y entrenamiento continuos. Los programas permanentes de capacitación y entrenamiento tienen, entre otras, las metas siguientes:

- Facilitar una ejecución más eficiente de sus tareas específicas;
- Introducir nuevas tecnologías y/o equipos;

- Insistir en los conceptos básicos de seguridad e higiene industriales;
- Adiestrarlos en el control preventivo de siniestros y en su combate en caso éstos se desarrollen;
- Conocer los fundamentos de los procesos de elaboración utilizados en la empresa con particular énfasis en vincular la incidencia de la operación de los equipos e instalaciones en la calidad y cantidad de los productos resultantes de aquélla, así como de los desechos y/o rechazos debidos a su mal o regular funcionamiento.
- Mejorar la capacidad profesional y de gestión del personal y de sus supervisores.
- Inducir la introducción de un manejo computarizado de la información del área de mantenimiento.
- Estos programas se desarrollarán periódicamente bajo el control del área responsable de los Recursos Humanos y la participación de mantenimiento. La capacitación será en grupo o individual tanto en la empresa como en los institutos técnicos privados o públicos que mejor ameriten para los fines propuestos.

La capacitación y entrenamiento va dirigido al siguiente personal:

- Supervisores de Mantenimiento
- Técnicos mecánicos
- Técnicos electricistas
- Operadores de camiones grúas articulados

5.4 NUEVO FLUJO DE DOCUMENTOS Y REGISTROS

5.4.1 Datos de Técnicos

Este nuevo formato es más ordenado y fácil de interrelacionar los componentes críticos de cada equipo comparado con el antiguo formato.

		DATOS TECNICOS DE EQUIPOS				FOR-MTO-001	
						Rev.: 1,0	
						Fecha: 16-mar-10	
DATOS GENERALES							
Camion		Grúa Articulada		Pesos		Longitudes	
MARCA		GRUA		TOTAL		LARGO	RADIO DE TRAB.
MODELO		MODELO		CARRIER		ANCHO	CARGA MAX.
N° DE SERIE		N° DE SERIE		UPPER		ALTO	CARGA CERTIF.
AÑO		AÑO		CONTRAPESO		FLUMA	FLUMA
PROCEDENCIA		PROCEDENCIA		BUMPER		FLUMIN	
COLOR		COLOR		GANCHO			
REGISTRO DE COMPONENTES							
DESCRIPCION SISTEMAS	CANT.	MARCA	MODELO	SERIE	CPL	TYPE	V / A
MOTOR	MOTOR						
	BOMBA DE AGUA						
	TURBOCOMPRESOR						
	ARRANCADOR						
	ALTERNADOR						
	COMPRESORA						
TRANSMISION	BOMBA DE AGUA						
	BOMBA DE TRANSFERENCIA						
	FAJA						
	CAJA TRANSMISION						
	RETEN DE CAJA DELANTERO						
	RETEN DE CAJA POSTERIOR						
HIDRAULICA	EMBRAQUE						
	CRUCETAS DE CARDAN						
	CORONA DELANTERA						
	CORONA POSTERIOR						
	RETEN DE RUEDA DELANTERA						
	RETEN DE RUEDA POSTERIOR						
ELECTRICO	BOMBA HIDRAULICA						
	TOMA DE FUERZA						
	MANGUERA DE PRESION						
	MANGUERA DE ESTAB. POST.						
	GANCHO						
	SOLENOIDE A PAGADO MOTOR						
FRENO	SOLENOIDE PARADA EMERGEN.						
	ALTERNADOR						
	ARRANCADOR						
	AUXILIAR DE ARRANQUE						
	SWITCH DE TOMA DE FUERZA						
	SWITCH DE VELOCIMETRO						
DIRECCION	SWITCH DE CAJA DE RETROCESO						
	SOCKET DE FARO DELANTERO						
	ARNES DE FARO DELANTERO						
	FOCO DE FARO DELANTERO						
	FOCO DE FARO PIRATA						
	FOCO DE LUCES LATERALES						
PULMON	PULMON DE FRENO (MAXIBRAKE)						
	DIAPHRAGMA GRANDE						
	DIAPHRAGMA CHICO						
	RESORTE						
	VALVULA DOSIFICADORA						
	VALVULA DE 04 VIAS						
PULMON	RODILLOS						
	BOMBA HIDRAULICA DIRECCION						
	CAJA DE DIRECCION						
	BARRA LARGA DE DIRECCION						
	BARRA CORTA DE DIRECCION						
	FIN DE DIRECCION						
PULMON	LLANTAS DELANTERAS						
	LLANTAS POSTERIORES						
	LLANTA DE REPUESTO						
	AROS						

5.4.2 Historial de Eventos


Este formato contiene mayor columnas para albergar más información ordenada y precisa para un mayor entendimiento, búsqueda y seguimiento (status) del control de los trabajos ejecutados.

GRUAS		HISTORIAL DE EVENTOS CAMION XO-6081 VOLKSWAGEN - GRÚA PK 32080 DE 12 TONS.								FOR-MTO-002 Rev. : 1.0 Fecha : 25-mar-10		
STATUS	Nº	FECHA DEL REPORTE	SISTEMA	HR ACTUAL	HR ACTUAL	ZONA DE UBICACIÓN	REPORTE DE FALLAS	MEDIDA CORRECTIVA PROPUESTA	SOLUCIÓN DE REPORTE DE FALLAS	FECHA DE TRABAJOS COMPLETADOS	RESPONSABLE DE MANTEN	FECHAS
	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											

5.4.3 Elaborar ordenes de trabajo (OT)

La orden de trabajo es un documento importante para el éxito de un mantenimiento moderno por lo que se debe establecer un procedimiento claro y solido para su adecuada utilización. El procedimiento de las OT debe guardar concordancia con la realidad de las exigencias técnicas y administrativas del taller de la empresa, en especial en lo referente a la información fluida, completa y confiable, la eficiencia en el cumplimiento de las metas y al control de los costos.

Todo trabajo, que deba realizarse a cualquiera de los equipos del taller debe estar respaldado por una OT, para este plan de mejora solo se tratara de implementar el formato a prueba para poder implementar el procedimiento completo y correcto.

		ORDEN DE TRABAJO (OT)		FOR-MTO-003 Rev.: 1,0 Fecha: 16-mar-10	
DATOS DE LA UNIDAD		TIPO DE MANTTO		TECNICOS DE MANTTO	
Unidad		Emergencia		Mecanico	
Serie/Placa		Correctivo		Electricista	
Capacidad		Preventivo		Soldador	
Horometro		Inspección		Ayudante	
Kilometraje		Otro		Otro	
				N° de OT	
				FECHA DE INICIO	
				FECHA DE TERMINO	
				HORAS / DIAS ESTIMADOS	
ACTIVIDAD					
PERSONAL EJECUTANTE			CARGO		
OBSERVACIONES					
ACCION					
Responsable		Supervisor de Mantenimiento		Jefe de Mantenimiento	

5.5 APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE CALIDAD

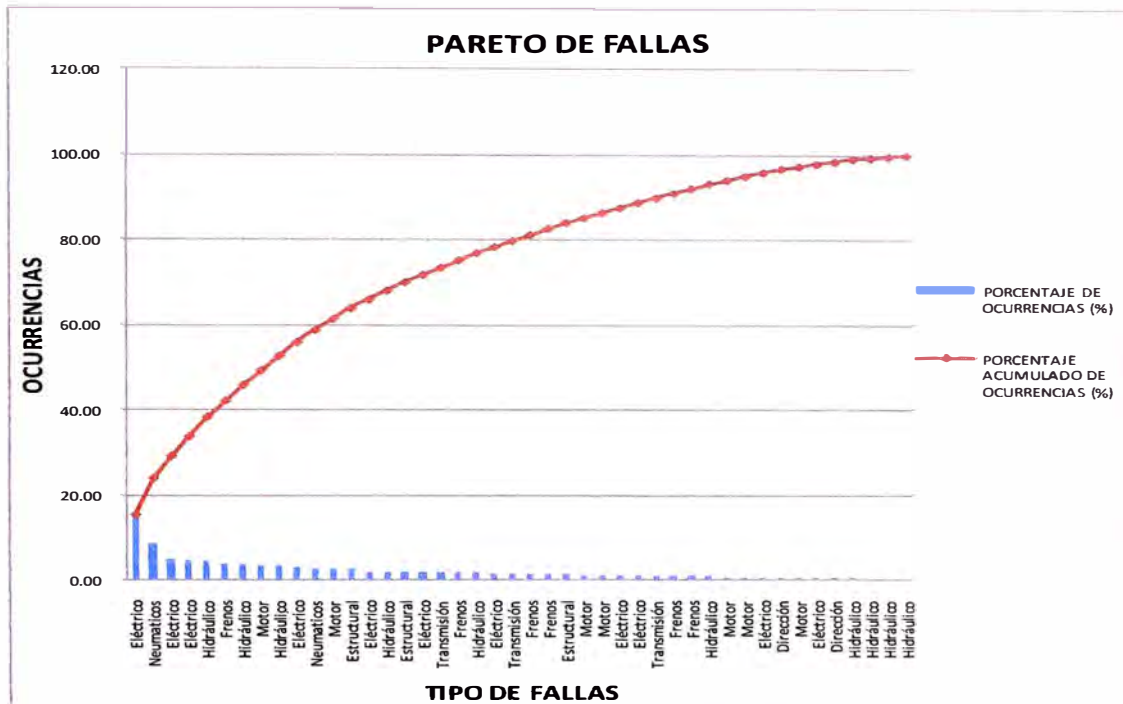
5.5.1 Diagrama de Pareto

Al elaborar el Diagrama de Pareto es importante seleccionar el criterio más significativo para su construcción, para ello se realiza el análisis de Pareto de Ocurrencias que se basa de la cantidad de ocurrencias versus el tipo de fallas, este tiene una magnitud de 22 de 44 fallas totales; sin embargo cuando analizamos el Pareto de Costos que se basa en los costos versus el tipo de fallas, se utiliza otro criterio de clasificación que son 13 fallas que solo 9 coinciden con el primer criterio de clasificación de 22 fallas. Al utilizar otra categoría con los mismos datos puede cambiar el gráfico y con él la prioridad en la solución del problema.

CUADRO DE PORCENTAJES DE OCURRENCIAS EN 03 MESES PARA EL ANALISIS DE PARETO

Nº	SISTEMA	SUB-SISTEMAS	DESCRIPCION DE LA FALLA	OCURRENCIAS	PORCENTAJE DE OCURRENCIAS (%)	PORCENTAJE ACUMULADO DE OCURRENCIAS (%)
10	Eléctrico	Eléctrico	Luces laterales de la tolva, no encienden	53	15.27	15.27
28	Neumáticos	Neumáticos	Neumático se baja	30	8.85	23.92
15	Eléctrico	Eléctrico	Faros de luz alta no enciende	18	5.19	29.11
14	Eléctrico	Eléctrico	Faros de luz baja no enciende	16	4.61	33.72
32	Hidráulico	Hidráulico	El resorte para seguros de gancho de grúa articulada esta rota	16	4.61	38.33
24	Frenos	Frenos	Regulación de los frenos de las ruedas	13	3.75	42.07
38	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el niple de las mangueras de estabilizadores verticales	13	3.75	45.82
6	Motor	Enfriamiento	Baja concentración del líquido refrigerante	12	3.46	49.28
34	Hidráulico	Hidráulico	Desgaste de las gulas tipo patín de riel de cilindro de prolonga	12	3.46	52.74
17	Eléctrico	Eléctrico	Soquete de faros delanteros se encuentran quemados	11	3.17	55.91
29	Neumáticos	Neumáticos	Neumáticos con desgaste de cocada	10	2.88	58.79
7	Motor	Enfriamiento	Fuga de líquido refrigerante por el tanque de expansión, presenta rajaduras	9	2.59	61.38
42	Estructural	Estructural	Parachoques posterior se encuentra doblado	9	2.59	63.98
18	Eléctrico	Eléctrico	Conectores del amés de faros delanteros se encuentran quemados	7	2.02	65.99
37	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por la manguera del filtro de alta presión al banco de válvulas	7	2.02	68.01
43	Estructural	Estructural	Barandas de la tolva se encuentran en mal estado	7	2.02	70.03
16	Eléctrico	Eléctrico	Faro de luz de retroceso no enciende	6	1.73	71.76
19	Transmisión	Embrague	Pedal de embrague se encuentra muy arriba, cambio de embrague	6	1.73	73.49
27	Frenos	Frenos	Fajas de las zapatas de freno se encuentran desgastadas	6	1.73	75.22
33	Hidráulico	Hidráulico	Desgaste de las guías de extensión de las prolongas	6	1.73	76.95
9	Eléctrico	Eléctrico	La batería no retiene carga	5	1.44	78.39
21	Transmisión	Ejes	Fuga de aceite por el reten de rueda posterior	5	1.44	79.83
25	Frenos	Frenos	Pulmón de freno (maxibrake) no responde debido por rotura del resorte interno	5	1.44	81.27
26	Frenos	Frenos	Desgaste interior de los tarribores de las ruedas	5	1.44	82.71
44	Estructural	Estructural	Fisuras de los travesaños entre la tolva y el descanso del chasis	5	1.44	84.15
2	Motor	Motor	Rotura de la faja del motor	4	1.15	85.30
5	Motor	Enfriamiento	Fuga de líquido refrigerante por el desfogue de la bomba de agua	4	1.15	86.46
8	Eléctrico	Eléctrico	Alternador no genera carga	4	1.15	87.61
11	Eléctrico	Eléctrico	Alarma de retroceso no funciona	4	1.15	88.76
20	Transmisión	Ejes	Reten de rueda delantera de grasa en mal estado	4	1.15	89.91
22	Frenos	Frenos	Fugas de aire por las cañerías de freno	4	1.15	91.07
23	Frenos	Frenos	Fuga de aire por la válvula dosificadora	4	1.15	92.22
40	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el reten del cilindro de estabilizadores verticales	4	1.15	93.37
3	Motor	Combustible	Válvulas de la bomba de transferencia de combustible se encuentran obstruidas	3	0.86	94.24
4	Motor	Enfriamiento	Radiador de aire (intercooler) con aceite	3	0.86	95.10
12	Eléctrico	Eléctrico	El arrancador no responde, eficiencia de arranque es muy baja	3	0.86	95.97
30	Dirección	Dirección	Fuga de aceite por la bomba hidráulica de dirección	3	0.86	96.83
1	Motor	Motor	Pase de aceite de motor por el Turbo alimentador	2	0.58	97.41
13	Eléctrico	Eléctrico	Solenoides de apagado de motor no acciona	2	0.58	97.98
31	Dirección	Dirección	Terminales de la barra larga de dirección se encuentran en mal estado	2	0.58	98.56
36	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el switch de la Toma de fuerza (TDF)	2	0.58	99.14
35	Hidráulico	Hidráulico	Ruido en el interior de la Toma de fuerza (TDF)	1	0.29	99.42
39	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el reten del 1er cilindro de prolonga	1	0.29	99.71
41	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por la electroválvula del banco de válvulas	1	0.29	100.00
Total de Ocurrencias				347	100	

El cuadro de ocurrencias de fallas presentado, que se encuentra ordenado de mayor a menores ocurrencias, el cual nos reordena el porcentaje acumulado de ocurrencias, para ello tendremos que aplicar el concepto del análisis de Pareto de captar el 80% de ocurrencias acumuladas que serian las fallas más significativas



Luego presentamos el cuadro de costos de fallas que se encuentra ordenado de mayor a menor costo, el cual nos reordena el porcentaje acumulado de costos, para ello tendremos que aplicar el concepto del análisis de Pareto de captar el 80% de costos acumuladas que serian las fallas más significativas, pero si analizamos el cuadro respectivo en el ítem 12 seria el límite.

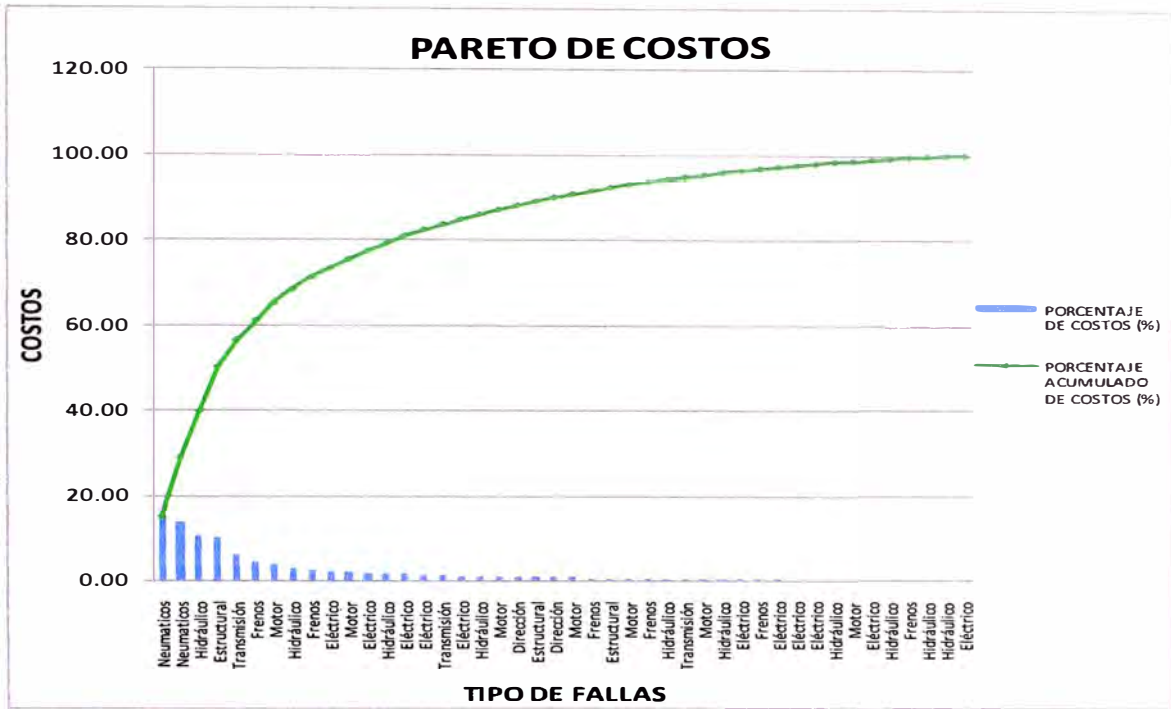
Además se han marcado de color amarillo los ítems que coinciden con respecto al Pareto de ocurrencias

CUADRO DE PORCENTAJES DE COSOTOS EN 03 MESES PARA EL ANALISIS DE PARETO

Nº	SISTEMA	SUB-SISTEMAS	DESCRIPCION DE LA FALLA	OCURRENCIAS	PORCENTAJE DE OCURRENCIAS (%)	PORCENTAJE ACUMULADO DE OCURRENCIAS (%)	COSTO TOTAL (%)	PORCENTAJE DE COSTOS (%)	PORCENTAJE ACUMULADO DE COSTOS (%)
29	Neumaticos	Neumaticos	Neumáticos con desgaste de cocada	10	2.88	2.88	11206.06	15.14	15.14
28	Neumaticos	Neumaticos	Neumático se baja	30	8.65	11.53	10236.36	13.83	28.97
34	Hidráulico	Hidráulico	Desgaste de las guías tipo patin de riel de cilindro de prolonga	12	3.46	14.99	7923.64	10.70	39.67
43	Estructural	Estructural	Barandas de la tolva se encuentran en mal estado	7	2.02	17.00	7772.12	10.50	50.17
19	Transmisión	Embrague	Pedal de embrague se encuentra muy arriba, cambio de embrague	6	1.73	18.73	4694.55	6.34	56.52
26	Frenos	Frenos	Desgaste interior de los tambores de las ruedas	5	1.44	20.17	3309.09	4.47	60.99
7	Motor	Enfriamiento	Fuga de líquido refrigerante por el tanque de expansión, presenta rajaduras	9	2.59	22.77	3119.52	4.21	65.20
38	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el niple de las mangueras de estabilizadores verticales	13	3.75	26.51	2389.00	3.23	68.43
27	Frenos	Frenos	Fajas de las zapatas de freno se encuentran desgastadas	6	1.73	28.24	2047.27	2.77	71.19
8	Eléctrico	Eléctrico	Alternador no genera carga	4	1.15	29.39	1580.91	2.14	73.33
4	Motor	Enfriamiento	Radiador de aire (Intercooler) con aceite	3	0.86	30.26	1535.45	2.07	75.40
10	Eléctrico	Eléctrico	Luces laterales de la tolva, no encienden	53	15.27	45.53	1459.51	1.97	77.38
33	Hidráulico	Hidráulico	Desgaste de las guías de extensión de las prolongas	6	1.73	47.26	1385.45	1.87	79.25
12	Eléctrico	Eléctrico	El arrancador no responde, eficiencia de arranque es muy baja	3	0.86	48.13	1335.88	1.80	81.05
9	Eléctrico	Eléctrico	La batería no retiene carga	5	1.44	49.57	1026.14	1.39	82.44
21	Transmisión	Ejes	Fuga de aceite por el reten de rueda posterior	5	1.44	51.01	915.76	1.24	83.68
13	Eléctrico	Eléctrico	Solenoides de apagado de motor no acciona	2	0.58	51.59	890.45	1.20	84.88
40	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el reten del cilindro de estabilizadores verticales	4	1.15	52.74	842.42	1.14	86.02
6	Motor	Enfriamiento	Baja concentración del líquido refrigerante	12	3.46	56.20	810.45	1.09	87.11
31	Dirección	Dirección	Terminales de la barra larga de dirección se encuentran en mal estado	2	0.58	56.77	741.21	1.00	88.11
42	Estructural	Estructural	Parachoques posterior se encuentra doblado	9	2.59	59.37	721.36	0.97	89.09
30	Dirección	Dirección	Fuga de aceite por la bomba hidráulica de dirección	3	0.86	60.23	690.45	0.93	90.02
1	Motor	Motor	Pase de aceite de motor por el Turbo alimentador	2	0.58	60.81	662.73	0.90	90.92
23	Frenos	Frenos	Fuga de aire por la válvula dosificadora	4	1.15	61.96	600.61	0.81	91.73
44	Estructural	Estructural	Fisuras de los travesaños entre la tolva y el descanso del chasis	5	1.44	63.40	500.76	0.68	92.40
2	Motor	Motor	Rotura de la faja del motor	4	1.15	64.55	490.45	0.66	93.07
25	Frenos	Frenos	Pulmón de freno (maxibrake) no responde debido por rotura del resorte interno	5	1.44	65.99	450.76	0.61	93.68
37	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por la manguera del filtro de alta presión al banco de válvulas	7	2.02	68.01	446.38	0.60	94.28
20	Transmisión	Ejes	Reten de rueda delantera de grasa en mal estado	4	1.15	69.16	440.61	0.60	94.87
5	Motor	Enfriamiento	Fuga de líquido refrigerante por el desfogue de la bomba de agua	4	1.15	70.32	380.30	0.51	95.39
32	Hidráulico	Hidráulico	El resorte para seguros de gancho de grúa articulada esta rota	16	4.61	74.93	360.61	0.49	95.88
17	Eléctrico	Eléctrico	Soquete de faros delanteros se encuentran quemados	11	3.17	78.10	335.92	0.45	96.33
22	Frenos	Frenos	Fugas de aire por las cañerías de freno	4	1.15	79.25	330.45	0.45	96.78
15	Eléctrico	Eléctrico	Faros de luz alta no enciende	18	5.19	84.44	315.68	0.43	97.20
11	Eléctrico	Eléctrico	Alarma de retroceso no funciona	4	1.15	85.59	295.08	0.40	97.60
14	Eléctrico	Eléctrico	Faros de luz baja no enciende	16	4.61	90.20	280.61	0.38	97.98
39	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el reten del 1er cilindro de prolonga	1	0.29	90.49	263.91	0.36	98.34
3	Motor	Combustible	Válvulas de la bomba de transferencia de combustible se encuentran obstruidas	3	0.86	91.35	236.31	0.32	98.66
18	Eléctrico	Eléctrico	Conectores del amés de faros delanteros se encuentran quemados	7	2.02	93.37	234.77	0.32	98.97
35	Hidráulico	Hidráulico	Ruido en el interior de la Toma de fuerza (TDF)	1	0.29	93.66	234.61	0.32	99.29
24	Frenos	Frenos	Regulación de los frenos de las ruedas	13	3.75	97.41	227.99	0.31	99.60
41	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por la electroválvula del banco de válvulas	1	0.29	97.69	130.15	0.18	99.77
36	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el switch de la Toma de fuerza (TDF)	2	0.58	98.27	115.08	0.16	99.93
16	Eléctrico	Eléctrico	Faro de luz de retroceso no enciende	6	1.73	100.00	52.61	0.07	100.00

347

Total de Costos 74019.23



ANALISIS FINAL DE PARETO


Nº	SISTEMA	DESCRIPCION DE LA FALLA	OCURRENCIAS	PORCENTAJE DE OCURRENCIAS (%)	PORCENTAJE ACUMULADO DE OCURRENCIAS (%)	COSTO TOTAL (%)	PORCENTAJE DE COSTOS (%)	PORCENTAJE ACUMULADO DE COSTOS (%)
29	Neumáticos	Neumáticos con desgaste de cocada	10	2.88	2.88	11206.06	15.14	15.14
28	Neumáticos	Neumático se baja	30	8.65	11.53	10236.36	13.83	28.97
34	Hidráulico	Desgaste de las guías tipo patín de riel de cilindro de prolonga	12	3.46	14.99	7923.64	10.70	39.67
43	Estructural	Barandas de la tolva se encuentran en mal estado	7	2.02	17.00	7772.12	10.50	50.17
19	Transmisión	Pedal de embrague se encuentra muy arriba, cambio de embrague	6	1.73	18.73	4694.55	6.34	56.52
7	Motor	Fuga de líquido refrigerante por el tanque de expansión, presenta rajaduras	9	2.59	22.77	3119.52	4.21	65.20
38	Hidráulico	Fuga de aceite por el niple de las mangueras de estabilizadores verticales	13	3.75	26.51	2389.00	3.23	68.43
27	Frenos	Fajas de las zapatas de freno se encuentran desgastadas	6	1.73	28.24	2047.27	2.77	71.19
10	Eléctrico	Luces laterales de la tolva, no encienden	53	15.27	45.53	1459.51	1.97	77.38
33	Hidráulico	Desgaste de las guías de extensión de las prolongas	6	1.73	47.26	1385.45	1.87	79.25

5.6 MEJORA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

En base al análisis de Pareto se identificó las fallas más significativas de las cuales se tomaría de referencia para realizar la mejora del Plan de mantenimiento preventivo proporcionado por el fabricante.


Esto implica a que se debería de verificar si es que se encuentra dentro del plan para insertarlo ó en su caso reducir la frecuencia del servicio para prevenir la falla y realizar el cambio antes de que falle, para que no haya pérdidas de tiempo, horas hombre y con ello se reduciría los costos de mantenimiento.

A continuación se muestra el plan de mantenimiento preventivo mejorado el cual se encuentra resaltado de color amarillo los cambios en base a las fallas más significativas.


		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CAMION VOLKSWAGEN		FOR-MTO-001 Rev.: 1.0 Fecha: 16-mar-10	
UNIDAD	VolksWagen	OPERADOR		HORÓMETRO	
Nº PLACA		CAPACIDAD	12 Tons.	TBOA	
					M P L
REVISION DE LUBRICACION MPL (Cada 12000 Kms ó 250 Horas)					
Nº	MOTOR CUMMINS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Aceite y elemento filtrante	Cambiar			
2	Filtro de aire	Verificar la necesidad de mantenimiento a través de luz indicadora en el tablero			
3	Filtro de Combustible	Cambiar elementos filtrantes			
4	Sistema de refrigeracion	Cambiar filtro (utilizar filtro de servicio).			
5	Sistema de refrigeracion	Verificar nivel del liquido y posibles fugas			
6	Fajas de motor	Verificar estado y tension			
7	Sistema de escape	Verificar estado y fijaciones			
Nº	EMBRAGUE	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Embrague	Verificar nivel del liquido			
2	Embrague	Lubricar bujes del eje de la horquilla de accionamiento			
Nº	CAJA DE CAMBIOS Y DIFERENCIAL	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Caja de cambios	Verificar si al kilometraje actual requiere el cambio de aceite de acuerdo con la tabla de aplicación de revision. Caso contrario verificar el nivel de aceite, limpiar respiradero.			
2	Caja de cambios	Lubricar articulaciones del varillaje de control remoto (Solamente RT7608LL, RT8609A, RT11710B)			
3	Eje de transmision:	Lubricar juntas universales y manguito deslizantes			
4	Diferencial	Verificar si al kilometraje actual requiere el cambio de aceite de acuerdo con la tabla de aplicación de revision. Caso contrario verificar el nivel de aceite, limpiar respiradero.			
Nº	CUBOS DE RUEDAS, EJE DELANTERO, DIRECCION, RUEDAS Y NEUMATICOS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Direccion hidraulica	Verificar nivel del liquido, fugas y estado de las mangueras, tuberías y conexiones			
2	Junta universal de la columna de direccion	Lubricar			
3	Neumaticos	Verificar nivel de desgaste de cocada			
Nº	FRENOS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Tanque de aire de los frenos	Purgar			
2	Zapatas de freno (ajustador manual)	Verificar desgaste y regular luego si es necesario			
4	Ejes de levas y ajustadores	Lubricar			
Nº	SUSPENSION	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Suspension delantera y trasera	Lubricar			
2	Vehiculos 6x4	Verificar las planchas de desgaste, verificar las placas de tope del eje, revisando el estado de goma			
Nº	OTROS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Traba de seguridad de la cabina y alarma	Comprobar			
2	Sistema de iluminacion externa	Comprobar funcionamiento			
3	Barandas de la Tolva	Verificar estado de las barandas y bisagras			
Operador de la unidad		Tecnico Responsable		Supervisor Responsable	

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CAMION VOLKSWAGEN		FOR-MTO-001 Rev.: 1.0 Fecha: 16-mar-10	
UNIDAD	VolksWagen	OPERADOR		KILOMETRO	
Nº PLACA		CAPACIDAD	12 Tons.	FBC	
					MP 1
REVISION DE MP1 (Cada 24000 Kms ó 500 Horas)					
Nº	MOTOR CUMMINS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Aceite y elemento filtrante	Cambiar			
2	Filtro de aire	Verificar necesidad de mantenimiento a través de luz indicadora en el tablero.			
3	Filtro de Combustible	Cambiar elementos filtrantes			
4	Sistema de refrigeracion	Verificar nivel del liquido			
5	Sistema de refrigeracion	Cambiar filtro (utilizar filtro de servicio).			
8	Valvulas	Regular huelgo (luces)			
10	Conductos de admision entre filtro de aire y motor.	Verificar estado y fijaciones			
12	Fijacion del motor	Apretar los soportes de gorna			
11	Fajas de motor	Verificar estado y tension			
13	Sistema de escape	Verificar estado y fijaciones			
Nº	EMBRAGUE	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Embrague	Verificar nivel del liquido			
2	Embrague	Lubricar bujes del eje de la horquilla de accionamiento			
Nº	CAJA DE CAMBIOS Y DIFERENCIAL	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Caja de cambios	Verificar si al kilometraje actual requiere el cambio de aceite de acuerdo con la tabla de aplicación de revision. Caso contrario verificar el nivel de aceite, limpiar respiradero			
2	Caja de cambios	Limpiar filtro de aire (Solamente RT7608LL, RT8609A, RT11710B)			
3	Caja de cambios	Lubricar articulaciones del varillaje de control remoto (Solamente RT7608LL, RT8609A, RT11710B)			
6	Eje de transmision:	Verificar juntas universales, manguito deslizante y soporte central en relacion a huelgos			
6	Eje de transmision:	Lubricar juntas universales y manguito deslizante			
7	Diferencial	Verificar si al kilometraje actual requiere el cambio de aceite de acuerdo con la tabla de aplicación de revision. Caso contrario verificar el nivel de aceite, limpiar respiradero			
Nº	FRENOS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Ejes de levas y ajustadores	Lubricar			
2	Zapatas de freno (ajustador manual)	Verificar desgaste y regular huelgo si es necesario			
4	Tanque de aire de los frenos	Purgar			
Nº	CUBOS DE RUEDAS, EJE DELANTERO, DIRECCION, RUEDAS Y NEUMATICOS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Direccion hidraulica	Verificar nivel del liquido, perdidas y estado de las mangueras, tuberias y conexiones			
2	Caja de direccion	Verificar fijacion en el chasis			
3	Sistema de direccion	Verificar desgaste de los neumaticos y regular convergencia si es necesario			
4	Brazos y barras de union y direccion	Verificar fijacion y estado de las rotulas			
5	Junta universal de la columna de direccion	Lubricar			
6	Frenos maestro	Lubricar			

N°	SUSPENSION	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES
1	Suspension delantera y trasera	Lubricar		
2	Grapas y soportes de los muelles.	Verificar fijacion		
3	Amortiguadores, gemelos, ojales y barras estabilizadoras	Verificar estado y fijaciones		
4	Vehiculos 6x4	Retirar la tapa de la chumacera central y verificar el estado del buje de goma referente a daños y deformaciones		
5	Vehiculos 6x4	Verificar las planchas de desgaste, verificar las placas de tope del eje, revisando el estado de goma		
N°	SISTEMA ELECTRICO	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES
2	Bateria	Limpiar y apretar los terminales		
3	Bateria	Verificar nivel del electrolito		
4	Bateria	Verificar la densidad del electrolito		
5	Sistema de Iluminacion externa	Comprobar funcionamiento		
N°	OTROS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES
1	Traba de seguridad de la cabina y alarma	Comprobar		
2	Cabina	Verificar puntos de fijacion		
3	Limitadores de las puertas y trabas de la cabina	Lubricar		
N°	PRUEBAS DE RODAMIENTO	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES
1	Test de Rodaje	Despues de la revision, el vehiculo debe ser probado dinamicamente (Prueba dinamica) : Direccion, frenos de servicio y estacionamiento, instrumentos del tablero, sistema electrico, embrague, caja de cambios y desempeño del motor.		
2	Test de Rodaje	Revisión de ruidos y fugas		
Operador de la unidad		Tecnico Responsable	Supervisor Responsable	

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CAMION VOLKSWAGEN		FOR-MTO-001 Rev.: 1.0 Fecha: 16-mar-10	
UNIDAD	VolksWagen	OPERADOR		HOROMETRO	
Nº PLACA		CAPACIDAD	12 Tons.	FECHA	
					MP 2
REVISION DE MP2 (Cada 48000 Kms ó 1000 Horas)					
Nº	MOTOR CUMMINS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Aceite y elemento filtrante	Cambiar			
2	Filtro de aire	Verificar necesidad de mantenimiento a través de luz indicadora en el tablero.			
3	Filtro de Combustible	Cambiar elementos filtrantes			
4	Sistema de refrigeracion	Verificar nivel del liquido			
6	Sistema de refrigeracion	Cambiar filtro (utilizar filtro de servicio).			
8	Valvulas	Regular huelgo (luces)			
9	Embrague viscoso del ventilador	Verificar estado y fijaciones			
10	Conductos de admision entre filtro de aire y motor.	Verificar estado y fijaciones			
11	Fajas de motor	Verificar estado y tension			
12	Fijacion del motor	Apretar los soportes de goma			
13	Sistema de escape	Verificar estado y fijaciones			
Nº	EMBRAGUE	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Embrague	Verificar nivel del liquido			
2	Embrague	Lubricar bujes del eje de la horquilla de accionamiento (excepto 13-150)			
3	Embrague	Corregir la regulación del pedal del embrague			
Nº	CAJA DE CAMBIOS Y DIFERENCIAL	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Caja de cambios	Verificar si al kilometraje actual requiere el cambio de aceite de acuerdo con la tabla de aplicación de revision. Caso contrario verificar el nivel de aceite, limpiar			
2	Caja de cambios	Limpiar filtro de aire (Solamente RT7608LL, RT8609A, RT11710B)			
3	Caja de cambios	Lubricar articulaciones del varillaje y la palanca de cambios (solamente RT 7608LL, RT 8609A y RT 11710B)			
4	Eje de transmision:	Verificar juntas universales, manguito deslizante y soporte central en relacion a huelgos			
5	Eje de transmision:	Lubricar juntas universales y manguito deslizante			
7	Diferencial	Verificar si al kilometraje actual requiere el cambio de aceite de acuerdo con la tabla de aplicación de revision. Caso contrario verificar el nivel de aceite, limpiar respiradero			
Nº	FRENOS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Ejes de levas y ajustadores	Lubricar			
2	Zapatras de freno (ajustador manual)	Verificar desgaste y regular luego si es necesario			
4	Tanque de aire de los frenos	Purgar			
Nº	CUBOS DE RUEDAS, EJE DELANTERO, DIRECCION, RUEDAS Y NEUMATICOS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Direccion hidraulica	Verificar nivel del liquido, fugas y estado de las mangueras, tuberias y conexiones			
2	Caja de direccion	Verificar fijacion en el chasis			
3	Brazos y barras de union y direccion	Verificar fijacion y estado de las rotulas			
4	Sistema de direccion	Verificar desgaste de los neumaticos y regular convergencia si es necesario			
5	Junta universal de la columna de direccion	Lubricar			
7	Pernos maestros	Lubricar			

Nº	SUSPENSION	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES
1	Suspension delantera y trasera	Lubricar		
2	Grapas y sosportes de los muelles.	Verificar fijacion		
3	Amortiguadores, gemelos, ojales y barras estabilizadoras	Verificar estado y fijaciones		
4	Vehiculos 6x4	Retirar la tapa de la chumacera central y verificar el estado del buje de goma referente a daños y deformaciones		
5	Vehiculos 6x4	Verificar las planchas de desgaste, verificar las placas de tope del eje, revisando el estado de goma		
Nº	SISTEMA ELECTRICO	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES
1	Alternador	Verificar escobillas		
2	Bateria	Limpiar y apretar los terminales		
3	Bateria	Verificar nivel del electrolito		
4	Bateria	Verificar la densidad del electrolito		
5	Sistema de Iluminacion externa	Comprobar funcionamiento		
Nº	OTROS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES
1	Traba de seguridad de la cabina y alarma	Comprobar		
2	Cabina	Verificar puntos de fijacion		
3	Limitadores de las puertas y trabas de la cabina	Lubricar		
4	Puertas	Limpiar agujeros de drenaje		
5	Carroceria	Ajustar fijaciones		
Nº	PRUEBAS DE RODAMIENTO	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES
1	Test de Rodaje	Despues de la revision, el vehiculo debe ser probado dinamicamente y observar los sgtes items: Direccion, frenos de servicio y estacionamiento, instrumentos del tablero, sistema electrico, embrague, caja de cambios y desempeño del motor.		
2	Test de Rodaje	Revision de ruidos y fugas		
Operador de la unidad		Tecnico Responsable	Supervisor Responsable	

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CAMION VOLKSWAGEN		FOR-MTO-001 Rev.: 1.0 Fecha: 16-mar-10	
UNIDAD	VolksWagen	OPERADOR		HORARIO	
N° PLACA		CAPACIDAD	12 Tons.	FECHA	
					MP 3
REVISION DE MP3 (Cada 72000 Kms ó 1500 Horas)					
N°	MOTOR CUMMINS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Aceite y elemento filtrante	Cambiar			
2	Filtro de aire	Verificar necesidad de mantenimiento a traves de luz indicadora en el tablero.			
3	Filtro de Combustible	Cambiar elementos filtrantes			
5	Sistema de refrigeracion	Drenar, limpiar y cambiar filtro (usar filtro de servicio). Reabastecer con la mezcla de agua y etilenglicol			
6	Inyectores	Retirar y probar			
7	Bombas Inyectoras	Retirar y enviar a un servicio autorizado del fabricante para su revision			
8	Valvulas	Regular huelgo (luces)			
9	Embrague viscoso del ventilador	Verificar estado y fijacion			
10	Conductos de admision entre filtro de aire y motor.	Verificar estado y fijaciones			
11	Faja de motor	Verificar estado y tension			
12	Fijacion del motor	Apretar los soportes de goma			
13	Sistema de escape	Verificar estado y fijaciones			
N°	EMBRAGUE	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Embrague	Cambiar liquido			
2	Embrague	Lubricar bujes del eje de la horquilla de accionamiento			
N°	CAJA DE CAMBIOS Y DIFERENCIAL	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Caja de cambios	Verificar si al kilometraje actual necesita cambio de aceite conforme a la tabla de aplicacion de revisiones. Caso contrario verificar solamente el nivel de aceite y limpiar respiradero.			
4	Eje de transmision	Verificar manguito deslizando			
5	Eje de transmision	Verificar juntas universales			
6	Eje de transmision	Verificar y Lubricar soporte central en relacion a huelgos			
7	Diferencial	Verificar si al kilometraje actual requiere el cambio de aceite conforme a la tabla de aplicacion de revisiones. Caso contrario verificar solamente el nivel de aceite y limpiar respiradero.			
N°	FRENOS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES	
1	Ejes de levas y ajustadores	Lubricar			
2	Zapatas de freno (ajustador manual)	Verificar desgaste y regular luego si es necesario			
4	Tanque de aire de los frenos	Purgar			

Nº	CUBOS DE RUEDAS, EJE DELANTERO, DIRECCION, RUEDAS Y NEUMATICOS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES
1	Direccion hidraulica	Verificar nivel del liquido, fugas y estado de las mangueras, tuberias y conexiones		
2	Caja de direccion	Verificar fijacion en el chasis		
3	Brazos y barras de union y direccion	Verificar fijacion y estado de las rotulas		
4	Sistema de direccion	Verificar desgaste de los neumaticos y regular convergencia si es necesario.		
5	Junta universal de la columna de direccion	Lubricar		
6	Rodamientos de los cubos de ruedas	Desmontar, verificar estado y cambiar si es necesario		
7	Pernos maestro	Lubricar		
8	Pernos maestro	Verificar huelgo		
Nº	SUSPENSION	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES
1	Suspension delantera y trasera	Lubricar		
2	Grapas y soportes de los muelles.	Verificar fijacion		
3	Amortiguadores, gemelos, ojales y barras estabilizadoras	Verificar estado y fijacion		
4	Vehiculos 6x4	Retirar la tapa de la chumacera central y verificar el estado del buje de goma referente a daños y deformaciones		
5	Vehiculos 6x4	Verificar las planchas de desgaste, verificar las placas de tope del eje, revisando el estado de gorra		
Nº	SISTEMA ELECTRICO	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES
1	Alternador	Verificar escobillas		
2	Bateria	Limpiar y apretar los terminales		
3	Bateria	Verificar nivel del electrolito		
4	Bateria	Verificar la densidad del electrolito		
5	Sistema de Iluminacion externa	Comprobar funcionamiento		
Nº	OTROS	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES
1	Traba de seguridad de la cabina y alarma	Comprobar		
2	Cabina	Verificar puntos de fijacion		
3	Limitadores de las puertas y trabas de la cabina	Lubricar		
4	Puertas	Limpiar agujeros de drenaje		
5	Carrocería	Ajustar fijaciones		
Nº	PRUEBAS DE RODAMIENTO	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES
1	Test de Rodaje	Despues de la revision, el vehiculo debe ser probado dinamicamente y observar los sgtes items: Direccion, frenos de servicio y estacionamiento, instrumentos del tablero, sistema electrico, embrague, caja de cambios y desempeño del motor.		
2	Test de Rodaje	Revision de ruidos y fugas		
Operador de la unidad		Tecnico Responsable	Supervisor Responsable	

 GASA - Grúas Alquileres S.A.	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA GRUA ARTICULADA PALFINGER PK32080	FOR-MTO-001 Rev.: 1.0 Fecha: 16-mar-10
	UNIDAD: Palfinger N° PLACA:	OPERADOR: CAPACIDAD: 12 Tons.

UNIDAD	Palfinger	OPERADOR		HOROMETRO	
N° PLACA		CAPACIDAD	12 Tons.	FECHA	

PRIMER SERVICIO (Cada 250 horas)				
N°	IDENTIFICACION	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES
1	Daños en la grua	Control visual		
2	Tornillos de sujecion, cilindro de afianzamiento	Apretar tornillos, Control visual		
3	conductos / tubos hidraulicos	Apretar tornillos, Control visual		
4	Sujecion de la base de la grua	Apretar tornillos, Control visual		
5	Cilindro giratorio, engranaje giratorio, nivel del aceite de engranaje	Apretar tornillos, Control visual		
6	Amarre, seguridad del balancin	Grasa, Control visual		
7	Posicionamiento de la columna de la grua / barra dentada (giro 360°)	Grasa		
8	Posicionamiento del cilindro cilindro acodado e hidraulico	Grasa, Control visual		
9	Posicionamiento de la palanca acodada	Grasa, Control visual		
10	Posicionamiento del brazo principal y del brazo articulado	Grasa, Control visual		
11	Cordones de soldadura de las partes estructurales	Control visual		
12	Cilindro de empuje, guias deslizantes	Grasa, Control visual		
13	Brazo de empuje / prolongas mecanicas	Grasa, Control visual		
14	Palanca de control, barras de conexión	Aceite lubricante, Lubricante, Controles de funcionamiento		
15	Nivel de aceite hidraulico (Sin afianzamiento y en posicion de transporte)	Control visual		
16	Ganchos de carga, controles del funcionamiento de la seguridad de los ganchos	Aceite lubricante, Control visual		
17	Torno de cable, cable, aceite de engranaje (1000hrs de servicio)	SAE 90, Control visual, Grasa para cables		
18	Colgantes para la carga	Grasa, Control visual		
19	Sujecion de la grua giratoria	Apretar tornillos, Control visual, Grasa		
20	Paquete de filtros de aceite	Cambiar, aceite Tellus 46		
21	control remoto	Controles de funcionamiento		
22	Todas las funciones hidraulicas, estanqueidad	Controles de funcionamiento, Control visual, Apretar tornillos		
23	Todos los dispositivos de seguridad	Controles de funcionamiento		
24	Lubricacion central	Controles de funcionamiento		
25	Desarrollo de los conductos	Controles de funcionamiento		
26	Aparatos adicionales	Controles de funcionamiento, Control visual		
27	Rendimiento de la bomba, revoluciones	Control visual		
28	Perno columna de la grua juego de	Control visual		
29	Aceite hidraulico (1000 hrs de servicio)	Cambiar, aceite Tellus 46		

C. INSPECCION CADA 1000 HORAS (o al menos 01 vez al año)				
N°	IDENTIFICACION	SERVICIO	OK	OBSERVACIONES
1	Filtros de aceite hidraulico	Cambiar		
2	Aceite hidraulico	Tellus 46		
3	Prueba de carga	Realizar		
4	Guías Tipo patin	Cambiar		
5	Cañerías	Control Visual		
6	Pernos de las guías tipo patin	Apretar pernos		
7	Pastillas de los estabilizadores	Cambiar		
8	Manguera del filtro a la bomba	Control Visual		
9	Bomba Hidraulica	Control Visual		
10	Toma de fuerza (TDF)	Control Visual		
11	Mangueras de estabilizadores delanteros	Control Visual		
12	Mangueras de estabilizadores posteriores	Control Visual		
13	Manguera del filtro a la bomba	Control Visual		

Operador de la Unidad	Técnico Responsable	Supervisor Responsable

5.7 MEJORA DE INDICADORES

La implementación de más personal para la gestión al aplicar los planes de mejora anteriormente mencionados podremos apreciar mejoras. Aplicando la herramienta de calidad del diagrama de Pareto se obtiene las fallas más significativas de los cuales se aplican en el Plan de mantenimiento preventivo para mejorarlo. Con todo esto se vuelve analizar las ocurrencias en 03 meses siguientes después de implementación de los planes de mejora y se obtiene una reducción significativa de las ocurrencias de las fallas el cual se vuelve a mostrar en un nuevo cuadro.

CUADRO MEJORADO DE OCURRENCIAS DE FALLAS EN 03 MESES

Nº	SISTEMA	DESCRIPCION DE LA FALLA	OCURRENCIAS
1	Motor	Pase de aceite de motor por el Turbo alimentador	2
2	Motor	Rotura de la faja del motor	4
3	Motor	Válvulas de la bomba de transferencia de combustible se encuentran obstruidas	3
4	Motor	Radiador de aire (Intercooler) con aceite	3
5	Motor	Fuga de liquido refrigerante por el desfogue de la bomba de agua	4
6	Motor	Baja concentración del liquido refrigerante	12
7	Motor	Fuga de liquido refrigerante por el tanque de expansión, presenta rajaduras	9
8	Eléctrico	Alternador no genera carga	4
9	Eléctrico	La batería no retiene carga	5
10	Eléctrico	Luces laterales de la tolva, no encienden	30
11	Eléctrico	Alarma de retroceso no funciona	4
12	Eléctrico	El arrancador no responde, eficiencia de arranque es muy baja	3
13	Eléctrico	Solenoides de apagado de motor no acciona	2
14	Eléctrico	Faros de luz baja no enciende	16
15	Eléctrico	Faros de luz alta no enciende	18
16	Eléctrico	Faro de luz de retroceso no enciende	6
17	Eléctrico	Soquete de faros delanteros se encuentran quemados	11
18	Eléctrico	Conectores del arnés de faros delanteros se encuentran quemados	7
19	Transmisión	Pedal de embrague se encuentra muy arriba, cambio de embrague	2
20	Transmisión	Reten de rueda delantera de grasa en mal estado	4
21	Transmisión	Fuga de aceite por el reten de rueda posterior	5
22	Frenos	Fugas de aire por las cañerías de freno	4
23	Frenos	Fuga de aire por la válvula dosificadora	4
24	Frenos	Regulación de los frenos de las ruedas	13
25	Frenos	Pulmón de freno (maxibrake) no responde debido por rotura del resorte interno	5
26	Frenos	Desgaste interior de los tambores de las ruedas	5
27	Frenos	Fajas de las zapatas de freno se encuentran desgastadas	3
28	Neumáticos	Neumático se baja	10
29	Neumáticos	Neumáticos con desgaste de cocada	4
30	Dirección	Fuga de aceite por la bomba hidráulica de dirección	3
31	Dirección	Terminales de la barra larga de dirección se encuentran en mal estado	2
32	Hidráulico	El resorte para seguros de gancho de grúa articulada esta rota	16
33	Hidráulico	Desgaste de las guías de extensión de las prolongas	6
34	Hidráulico	Desgaste de las guías tipo patín de riel de cilindro de prolonga	12
35	Hidráulico	Ruido en el interior de la Toma de fuerza (TDF)	1
36	Hidráulico	Fuga de aceite por el sw itch de la Toma de fuerza (TDF)	2
37	Hidráulico	Fuga de aceite por la manguera del filtro de alta presión al banco de válvulas	7
38	Hidráulico	Fuga de aceite por el niple de las mangueras de estabilizadores verticales	13
39	Hidráulico	Fuga de aceite por el reten del 1er cilindro de prolonga	1
40	Hidráulico	Fuga de aceite por el reten del cilindro de estabilizadores verticales	4
41	Hidráulico	Fuga de aceite por la electroválvula del banco de válvulas	1
42	Estructural	Parachoques posterior se encuentra doblado	9
43	Estructural	Barandas de la tolva se encuentran en mal estado	7
44	Estructural	Fisuras de los travesaños entre la tolva y el descanso del chasis	5

Total de Ocurrencias 291

De los cuales las ocurrencias resaltadas en color verde son las que reducido significativamente, teniendo ahora un total de 291 ocurrencias.

CALCULO MEJORADO DE LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

CODIGOS DE FALLAS	SISTEMAS	SUB-SISTEMAS	FALLAS	HORAS DE PARADA	CANT. DE PERSONAL	HORAS HOMBRES (HH)	COSTO DE REPUESTOS (CRTO)	COSTO DE MANO OBRA (MO)	COSTO TOTAL (CT)	OCCURENCIAS	HORAS PERDIDAS (HP)	COSTO POR FALLA
1	Motor	Motor	Pase de aceite de motor por el Turbo alimentador	24	3	72	60	262.5	322.5	2	48	645.0
2	Motor	Motor	Rotura de la faja del motor	3	2	6	100	21.9	121.9	4	12	487.5
3	Motor	Combustible	Válvulas de la bomba de transferencia de combustible se encuentran obstruidas	1	1	1	75	3.6	78.6	3	3	235.9
4	Motor	Enfriamiento	Radiador de aire (intercooler) con aceite	48	2	96	150	350.0	500.0	3	144	1500.0
5	Motor	Enfriamiento	Fuga de líquido refrigerante por el desfogue de la bomba de agua	4	1	4	80	14.6	94.6	4	16	378.3
6	Motor	Enfriamiento	Baja concentración del líquido refrigerante	1	2	2	60	7.3	67.3	12	12	807.5
7	Motor	Enfriamiento	Fuga de líquido refrigerante por el tanque de expansión, presenta rajaduras	3	2	6	324	21.9	345.9	9	27	3112.9
8	Béctrico	Béctrico	Alternador no genera carga	12	1	12	350	43.8	393.8	4	48	1575.0
9	Béctrico	Béctrico	La batería no retiene carga	12	1	12	160	43.8	203.8	5	60	1018.8
10	Béctrico	Béctrico	Luces laterales de la tolva, no encienden	1	2	2	20	7.3	27.3	3	30	818.8
11	Béctrico	Béctrico	Alarma de retroceso no funciona	1	1	1	70	3.6	73.6	4	4	294.6
12	Béctrico	Béctrico	El arrancador no responde, eficiencia de arranque es muy baja	12	1	12	400	43.8	443.8	3	35	1331.3
13	Béctrico	Béctrico	Solenoides de apagado de motor no acciona	12	1	12	400	43.8	443.8	2	24	887.5
14	Béctrico	Béctrico	Faros de luz baja no enciende	1	2	2	10	7.3	17.3	16	16	276.7
15	Béctrico	Béctrico	Faros de luz alta no enciende	1	2	2	10	7.3	17.3	18	18	311.3
16	Béctrico	Béctrico	Faro de luz de retroceso no enciende	1	1	1	5	3.6	8.6	6	6	51.9
17	Béctrico	Béctrico	Soquete de faros delanteros se encuentran quemados	2	1	2	23	7.3	30.3	11	22	333.2
18	Béctrico	Béctrico	Conectores del armés de faros delanteros se encuentran quemados	2	1	2	26	7.3	33.3	7	14	233.0
19	Transmisión	Embrague	Pedal de embrague se encuentra muy amba, cambio de embrague	16	4	64	300	233.3	533.3	2	32	1066.7
20	Transmisión	Ejes	Reten de rueda delantera de grasa en mal estado	4	2	8	80	29.2	109.2	4	16	436.7
21	Transmisión	Ejes	Fuga de aceite por el reten de rueda posterior	4	2	8	153	29.2	182.2	5	20	910.8
22	Frenos	Frenos	Fugas de aire por las cañerías de freno	3	2	6	60	21.9	81.9	4	12	327.5
23	Frenos	Frenos	Fuga de aire por la válvula dosificadora	4	2	8	120	29.2	149.2	4	16	596.7
24	Frenos	Frenos	Regulación de los frenos de las ruedas	1	2	2	10	7.3	17.3	13	13	224.8
25	Frenos	Frenos	Huínón de freno (maxibrake) no responde debido por rotura del resorte interno	4	2	8	60	29.2	89.2	5	20	445.8
26	Frenos	Frenos	Desgaste interior de los tambores de las ruedas	32	3	96	300	350.0	650.0	5	160	3250.0
27	Frenos	Frenos	Fajas de las zapatas de freno se encuentran desgastadas	32	2	64	100	233.3	333.3	3	96	1000.0
28	Neumáticos	Neumáticos	Neumático se baja	2	2	4	50	14.6	64.6	10	20	645.8
29	Neumáticos	Neumáticos	Neumáticos con desgaste de cocada	3	2	6	1000	21.9	1021.9	4	12	4087.5
30	Dirección	Dirección	Fuga de aceite por la bomba hidráulica de dirección	8	1	8	200	29.2	229.2	3	24	687.5
31	Dirección	Dirección	Terminales de la barra larga de dirección se encuentran en mal estado	16	2	32	250	116.7	366.7	2	32	733.3
32	Hidráulico	Hidráulico	El resorte para seguros de gancho de grúa articulada esta rota	2	1	2	15	7.3	22.3	16	32	356.7
33	Hidráulico	Hidráulico	Desgaste de las guías de extensión de las prolongas	16	3	48	50	175.0	225.0	6	96	1350.0
34	Hidráulico	Hidráulico	Desgaste de las guías tipo path de riel de cilindro de prolonga	8	2	16	600	58.3	658.3	12	96	7900.0
35	Hidráulico	Hidráulico	Ruido en el interior de la Torre de fuerza (TDF)	16	2	32	114	116.7	230.7	1	16	230.7
36	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el swítch de la Torre de fuerza (TDF)	2	1	2	50	7.3	57.3	2	4	114.6
37	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por la manguera del filtro de alta presión al banco de válvulas	1	1	1	60	3.6	63.6	7	7	445.5
38	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el niple de las mangueras de estabilizadores verticales	1	1	1	180	3.6	183.6	13	13	2387.4
39	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el reten del cilindro de prolonga	16	3	48	83	175.0	258.0	1	16	258.0
40	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por el reten del cilindro de estabilizadores verticales	16	2	32	90	116.7	206.7	4	64	826.7
41	Hidráulico	Hidráulico	Fuga de aceite por la electroválvula del banco de válvulas	8	1	8	100	29.2	129.2	1	8	129.2
42	Estructural	Estructural	Parachoques posterior se encuentra doblado	4	2	8	50	29.2	79.2	9	36	712.5
43	Estructural	Estructural	Barandas de la tolva se encuentran en mal estado	8	2	16	1050	58.3	1108.3	7	56	7758.3
44	Estructural	Estructural	Fisuras de los travesaños entre la tolva y el descanso del chasis	4	2	8	70	29.2	99.2	5	20	495.8
										291	1465	61677.6

Numero de equipos de la flota = NEF	10
Numero de dias al mes = NDM	21
Numero de horas al dia = NHM	8
Numero de meses a evaluar las ocurrencias = NME	3
Horas de operacion de alquiler = HO = NDM*NHM*NME	504
Horas de operacion totales de alquiler = HOT = NEF*NDM*NHM*NME	5040
Horas de paradas totales por intervenciones correctivas = HCT	1465
Disponibilidad = A (%) = (HOT / (HOT+HCT))	77.48

La disponibilidad y los demás indicadores han mejorado notablemente después de la implementación del plan de mejora, el cual se está cumpliendo los objetivos de este informe.

TMEF (MTBF)	17.32
TMPR (MTTR)	5.03
TMPF (MTTF)	22.35
Disponibilidad = A (%) = (TMEF) / (TMEF+TMPR)	77.48

Horas de operacion totales de alquiler = HOT	5040.00
Horas de paradas totales por intervenciones correctivas = HCT	1465.00
Horas de intervenciones preventivas = HPT	120.00
Costo de mantenimiento correctivo = CMC	51582.25
Costo de mantenimiento preventivo = CMP	22080.29
Costo de indisponibilidad operativa por mantenimiento = CIOM	44380.00
Costo de mantenimiento = CMC + CMP + CIOM	118042.53
Costo de un equipo nuevo (Camion grua articulado) = CEN	150000.00
Costo de reposicion = CR = CEN*NEF	1500000.00
Costo de alquiler del equipo (US\$ / Hr)	28.00
Capacidad productiva efectuada = CPR	96740.00
Capacidad productiva nominal = CPN	141120.00

Indice de interferencia Correctiva = IMC	22.11	%
Indice de interferencia preventiva = IMP	1.81	%
Indice de confiabilidad operacional = ICO	76.08	%
Indice de costo de mantenimiento = ICM	7.87	%
Indice de capacidad productiva = ICP	68.55	%

CAPITULO VI

VENTAJA ECONÓMICA

6.1 COSTOS DE MANTENIMIENTO

En el análisis del mantenimiento actual nos presenta como un costo total de mantenimiento alto, pero con la implementación de los planes de mejora el costo de mantenimiento es menor.

Costo de mantenimiento total anterior en 3 meses	156916.48	\$
Costo de mantenimiento total mejorado en 3 meses	113882.73	\$
Diferencia de costos en 03 meses	43128.99	\$
Diferencia de costos en 01 mes	14376.33	\$

Se muestra al final la diferencia entre los costos de mantenimiento anterior y el mejorado en tres meses y un mes, de los cuales nos sirve este ultimo para el análisis de ahorro de costos.

6.2 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL PERSONAL NUEVO Y CAPACITACIÓN

Este es el nuevo cuadro del personal administrativo y técnicos del área de mantenimiento, el cual solo se analiza el jornal diario (U\$/Hrs) del personal técnico ya que de estos son los que influyen en el trabajo de mantenimiento. El jornal diario promedio del personal es de (U\$/Hrs) 3.61.

N°	Descripcion del Personal	Sueldos Mensual (S/.)		Sueldo Promedio (S/.)	Jornada Diaria (S./ dia)	Tarifa horaria (S./Hr)	Tarifa horaria (U\$/Hr)
		Mínimo	Maximo				
1	Jefatura de Mantenimiento	6000	8000	7000			
2	Encargado de Mantenimiento	4000	5000	4500			
3	Supervisor de Mantenimiento	4000	5000	4500			
4	Planner de Mantenimiento	2500	2500	2500			
5	Practicante de Mantenimiento	550	550	550			
6	Operador de Camion Grua	1200	3500	2350	106.82	13.35	4.45
7	Tecnico Mecanico	1200	4000	2600	118.18	14.77	4.92
8	Tecnico Electricista	1200	3500	2350	106.82	13.35	4.45
9	Tecnico Soldador	1200	3000	2100	95.45	11.93	3.98
10	Tecnico en Neumaticos	1500	1500	1500	68.18	8.52	2.84
11	Tecnico Mecanico Practicante	550	550	550	25	3.13	1.04
				1908.3333		10.84	3.61

En el caso del personal nuevo la única variable es el ingreso del técnico en neumáticos (llantas), ya que el resto de personal nuevo tal como el Encargado del Taller y del Planner de Mantenimiento son supervisores que han sido transferidos a dichos puestos.

Además de la capacitación mensual a los operadores de camiones grúas articulados en el mejor desempeño de los sistemas tal como buen uso de las cajas de transmisión EATON FULLER.

Sueldo mensual del técnico en neumáticos (llanero)	500.00	\$
Capacitación mensual de los operadores en cajas	750.00	\$
Gastos mensual adicional	1250.00	\$

Sumando estos dos puntos obtenemos Costo de inversión mensual adicional después de haber implementado los planes de mejora propuesta.

6.3 COSTO AHORRADO DESPUÉS DE IMPLEMENTAR EL PLAN DE MEJORA

Analizando los costos de mantenimiento y el costo de implementación del personal técnico nuevo con la capacitación, se obtiene mediante la diferencia de estos dos puntos el costo ahorrado después de implementar el plan de mejora.

Diferencia de costos en 01 mes	14576.33	\$
Gastos mensuales	1250.00	\$
Costo ahorrado después de implementar el plan de mejora	13126.33	\$

CONCLUSIONES

- La disponibilidad actual de las diez unidades de la flota de camiones grúas articulados se incremento del **69.57%** al **77.48%** aplicando el nuevo plan de mejora.
- A partir del análisis de Pareto, se analizo las ocurrencias de las fallas y por lo tanto se ubicaron los componentes críticos, y por mas que se apliquen los mantenimientos correctivos y preventivos según el fabricante, se llega a la conclusión que uno de los factores que afectan la disponibilidad de los equipos es la operación inadecuada por parte de los operadores sobre algunos sistemas de los equipos.
- Además del análisis de Pareto, se propone como parte del plan de mejora de la capacitación de los operadores en la correcta operación de la caja de cambios no sincronizados EATON FULLER del camión Volkswagen, debido a que constantemente se repara el embrague en muy poco tiempo; con ello se bajarían las fallas ocurrentes y de poder aumentar la disponibilidad de los equipos.

- La implementación del taller de neumáticos y la contratación de un técnico especialista del mismo, baja considerablemente las excesivas reparaciones correctivas en talleres de terceros, el cual no se podía controlar la ejecución de la reparación y los gastos respectivos; ya que no se debe esperar que se baje uno de los neumáticos, en cambio se inspecciona constantemente el estado de todos los neumáticos, cámaras y aros del equipo, así logrando reducir horas de paradas correctivas y gastos innecesarios no sustentados.
- Con respecto a los costos del plan de mantenimiento se concluye que reduciendo los tiempos de servicio de los componentes críticos, en base al análisis de las ocurrencias comunes y la experiencia adquirida por el personal de mantenimiento, se realiza revisiones preventivas bajando las horas de parada de mantenimiento correctivo y preventivo además bajando los costos de mantenimiento.
- La ejecución del nuevo organigrama y el replanteo de las funciones del personal involucrado del área de mantenimiento, permitió optimizar la sobrecarga de funciones que tenían y ahora existe una jerarquía más ordenada, mayor comunicación y el círculo del trabajo de mantenimiento en los equipos, se cierra desde el personal técnico hasta la Jefatura de mantenimiento.

- Al implementar las ordenes de trabajo nos ayuda a tener un mayor control del personal, repuestos, herramientas y del tiempo empleado de los trabajos programados.
- La mejora del formulario del historial de eventos de los equipos, nos facilita el ingreso y la búsqueda de la información de las fallas acontecidas sea más rápida y ordenada, optimizando el tiempo perdido del personal de mantenimiento teniendo mayor tiempo de supervisión en el campo.
- Para poder cumplir los trabajos programados, el área de mantenimiento determino seis componentes críticos, así el área de logística pueda tener un stock mínimo de dichos repuestos en base a la información brindada por el área de mantenimiento. además se requiere que dicha área apoye al área de logística en la parte técnica, para la adquisición de repuestos apropiados.

RECOMENDACIONES

- Para poder tener a los camiones grúas articulados con la mejor disposición es necesario cumplir a cabalidad el plan de mantenimiento preventivo propuesto, de lo contrario se pueden dar problemas serios en los equipos.
- El plan de mantenimiento preventivo del fabricante sirve como una guía para efectuar los mantenimientos de las unidades cuando son nuevas, pero conforme pasa el tiempo la unidad no se encuentra en las mismas condiciones de operatividad el cual reduce la disponibilidad de las unidades.
- Es necesario darle a los trabajadores capacitaciones constantes en el proceso de implementación de los planes de mejora, para que sepan la importancia y las medidas que se deben de seguir dentro del taller con respecto a esto.
- La importancia de la interrelación entre el departamento de mantenimiento y el almacén es sumamente importante para cumplir con los mantenimientos programados.
- La labor del supervisor debe ser lo más estricto posible, en el sentido del cumplimiento de las tareas de mantenimiento programadas a los técnicos ya sea en el taller o en el campo.

- Es importante darle seguimiento a las mejoras en el uso de herramienta y equipo, ya que es motivo de problema el no contar con la herramienta en buen estado.
- Antes de encender un equipo que se encuentra parado, el operador debe de realizar una inspección general al equipo, tal como revisión de niveles, búsqueda de conexiones eléctricas, neumáticas e hidráulicas sueltas y si algún compañero se encuentra dentro, debajo ó por encima del equipo con el fin de alertar sobre la acción a tomar.

ANEXOS

Anexo 1 – Formato Datos Técnicos (Antiguo Formato)

FICHA DE REGISTRO DE CAMIONES GRUAS ARTICULADAS

CAMION	
Placa de rodaje:	XO-6081
Marca:	VOLKSWAGEN
Modelo:	26 310
N° Serie:	98WZR82U53R312722
Formula ejes	6 X 4
Capacidad:	10 Ton.
Color:	BLANCO
Carroceria:	BARANDA REBATIBLE
Año:	2003
Peso seco:	7,430 kg
Carga util:	19,470 kg
Peso bruto:	26,900 kg
N° Asientos:	2
N° Pasajeros:	2
N° Puertas:	2
N° Ejes:	3
D.E.E.:	5,260 mm
Largo:	9,850 mm
Ancho:	2,500 mm
Alto:	2,865 mm
N° Ruedas :	10

MOTOR	
Marca:	CUMMINS
Cilindraje:	6,300cc
N° Motor:	30488335
Modelo:	C 8.3
N° Cilindros:	Seis
Combustible:	Diesel
CPL:	2531
N° Fabrica:	S02 4068
Espec. Cilente:	2VT 100 005
HP / RPM:	300 HP/2200 rpm
FAMILY:	
FAMILY:	

GRUA			
Antigua		Actual	
Capacidad:	7400 kgs.	Capacidad:	6700 kgs.
Marca:	PALFINGER	Marca:	PALFINGER
Modelo:	PK23080	Modelo:	PK23080
Año de Fab.:	2001	Año de Fab.:	2005
Serie N°:	071 2418	Serie N°:	100028426
Code:		Code:	PK3140
Extens. Hidr.:	05(D)	Extens. Hidr.:	
Filtro Alta Presion:	HDF01	Filtro Alta Presion:	
Anchura de Apoyo:	R3X (6rtrs)	Anchura de Apoyo:	
Estabilizadores:	STZS3 (Rigidos)	Estabilizadores:	
Estabil. Adic.:		Estabil. Adic.:	
Parada de Emerg.:	AUS01	Parada de Emerg.:	
Acc. De Anclaje:	UZ286	Acc. De Anclaje:	
Bomba Hidraulica:	PARKER P01-R	Bomba Hidraulica:	REXROTH KFA2F045/63-MEK64

Bomba de Inyeccion		BOMBA HIDRAULICA	
Marca:	Bosch	Marca:	REXROTH
Modelo:	908	Type:	KFA2F045/63-MEK64
N° Serie:	PE5 6 P120 A	MNR:	2077428
	120 RS 7390	SN:	20950068 (7202)
	F 000 409 107	FD:	05W28
	38430 09269		

TURBIDCOMPRESOR		TOMAFUERZA	
Marca:	Cummins	Marca:	CHELSEA
N° Serie:	B0300509052	Model:	X89XLAHX-A3XK
		Date:	
		S/N:	4325

CAJA de TRANSMISION	
Marca:	
Modelo:	
Nro serie:	
Ratio:	

FLTROS	MARCA	CODIGO	EQUIVAL	EQUIVAL	CANT.
Filtro de combustible	Fleetguard	FF 5052	FF 5018		Uno
Filtro sep. de agua	VW	ZRO 127 177	RACOR R28	VOX FBS 2627	Uno
Filtro de aceite motor	Fleetguard	LF 9009	P 553000	LF 3000	Uno
Filtro de aire primario	Fram	CA5626PU 23132	VW 250 129 820	VOX HD 2631	Uno
Filtro de aire secund.	Fram	CA5626SY PU 28232		VOX HDS 2634	Uno
Filtro de refrigerante	Fleetguard	WF 2172	WF 2073		Uno
Filtro de ac. hidraulico	PALFINGER	EA 1761			Uno
Filtro de ac. hidraulico	PALFINGER	EA 1392			Uno
Filtro ac. transmision					
Filtro ac. Hid. direccion					

TANQUES DE COMBUSTIBLE	TANQUE ACBTE HIDRAULICO	REFRIGERANTE
TIPO	TIPO PENNZBELLAW 46	DEPOSITO TIPO CAP(GAL)
CANTIDAD	CANTIDAD	
CAPACIDAD	CAPACIDAD	

FAJAS	
VENTILADOR	BOMBA DE AGUA
Marca	Marca
código	código
Cantidad	Cantidad

ALTERNADOR		BATERIAS		ACBTES	
Marca	Bosch	MARCA		DEPOSITO Ó SISTEMA	TIPO
código	9 120 080 184	MODELO		Motor	CAP GAL.
Volt-Amp	K1 14v. 23-65 A	# DE PLACAS		Sistema Hidráulico	
		VOLTAJE		Caja	
		CANTIDAD		Sistema de frenos	
	TJG 903 015.A				

LLANTAS						
EJE	DELANTERO	EJE	POSTEROR	REPUES TO	DELANTERO	POSTEROR
LLANTAS		LLANTAS		LLANTAS		
CANTIDAD		CANTIDAD		CANTIDAD		
MARCA		MARCA		MARCA		
MODELO		MODELO		MODELO		

Anexo 2 – Archivo de Reparaciones Ejecutadas

(Antiguo Historial de eventos)

FECHA OEL PROBLEMA	PROBLEMA	DIAGNOSTICO	SOLUCION	FECHA DE REPARACION	OBSERVACIONES
01-ene-05	Realizar MP al motor de la unidad	Horometro: 3020, Km.:	Cambio de aceite y filtro de aceite al motor.	01-ene-05	Patño, Chingel
	Unidad continua en Alto Chicama	Proximo PM: 3270 hrs.	cambio de filtros de combustible y de aire		
30-ene-05	Lavado y engrase de motor				
15-ene-05	Horometro: 3076 hrs			15-ene-05	Patño
15-ene-05	Programar trabajos de reparación con soldadura en la tolva				Patño
15-ene-05	Avería de faros laterales de tolva	Programar roubar los soportes.			Patño
15-ene-05	Revisar faros neblineros				Patño
25-feb-05	Inspeccion do sistema do luces	Requerir dos faros neblineros rectangulares	Usan foco H3 (Faros delanteros son H1)		Marcos
31-mar-05	Avería de pernos de estabilizadores lado izquierdo	Se retiro pernos con soldadura	Se retiro, compro e instalo pernos nuevos en Huamachuco		Chinguel
31-mar-05	Fuga de agua por bina superior de radiador.	Programar soldadura URGENTE.			Chinguel, Patño
31-mar-05	Junta cardán de accionamiento de bomba hidraulica con cruceta pequeña y yugo con mucho juego.				Chinguel, Patño
31-mar-05	Puertas rebatibles y parantes de tolva averiados	Reparar con soldadura			Chinguel, Patño
28-jun-05	Registro horometro: 4126.6	Registro kilometraje: 12020	Ultimo MP: 3523 / (Diferencia Horometro 202.9)		Chinguel
28-jun-05	Fuga de agua por conexión de manguera a bina superior del radiador.				Chinguel.
28-jun-05	Revisar operación de luces delanteras: Solo funciona luz alta				Chinguel.
28-jun-05	Luces laterales de tolva averiadas.	Se reubicó bases y cambio indicadores laterales			Berrospl, Marcos
28-jun-05	Revisar operación de palancas de mando estabilizadores				Chinguel
28-jun-05	Templador posterior de ultimo eje suelo				Chinguel.
28-jun-05	Revisar operación de seguros de estabilizador lado izquierdo.				Chinguel.
28-jun-05	Fuga de aceite por valvula de cilindro levante de pluma				Chinguel
28-jun-05	Tapa de tanque combustible averiada (se rompio por mala instalacion)	Se realizo requerimiento a San Bartolome	OJO PENDIENTE.		Avarez
28-jun-05	Manguera de reboso de tanque combustible averiada				Chinguel
28-jun-05	Mantenimiento sistema direccion y suspension				Chinguel.
28-jun-05	Revisar estado de llantas posteriores (B).	Llantas delanteras se cambiaron nuevas en Alto Chicama			Chinguel
28-jun-05	Parachoque posterior averiado	Verificar altura de instalacion			Chinguel
28-jun-05	Revisar instalacion y operacion de patas delanteras				Chinguel
28-jun-05	Revisar nivel de piston de extension.				Chinguel.
28-jun-05	Modificar seguros y reforzar columnas de bandas.				Chinguel
28-jun-05	Mantenimiento sistema de frenos.				Chinguel
28-jun-05	Revisar juego de cardan de accionamiento bomba hidraulica				Chinguel.
11-jul-05	Trabajos de mantenimiento y reparacion de Grua: PALFINGER	Registro kilometraje: (Costo Total: US\$880 inc. IGV)	Fec. Inicio: 11-Julio; Fec. Final: 04-Agto, 2005		SITHEMSA, Chinguel
11-jul-05	Cambio de crucetas de cardan.			08-Agto-05	SITHEMSA, Chinguel
11-jul-05	Cambio de patin de guia de segundo piston de extension.			08-Agto-05	SITHEMSA, Chinguel
11-jul-05	Cambio de una cruceta de extension			08-Agto-05	SITHEMSA, Chinguel
11-jul-05	Cambio de juego de sellos de control de estabilizadores.			08-Agto-05	SITHEMSA, Chinguel
11-jul-05	Cambio de juego de sellos de distribuidor hidraulico.			08-Agto-05	SITHEMSA, Chinguel
11-jul-05	Reconstruccion de dos controles de estabilizadores.			08-Agto-05	SITHEMSA, Chinguel
11-jul-05	Recarga de veinte galones de aceite hidraulico			08-Agto-05	SITHEMSA, Chinguel.
11-jul-05	Cambio de filtros hidraulicos: Alta presion, Retorno, respiradero			08-Agto-05	SITHEMSA, Chinguel
11-jul-05	Cambio de dos juegos de sellos de valvulas de retencion de carga de elevacion y basculante.			08-Agto-05	SITHEMSA, Chinguel
11-jul-05	Revisión del sistema de parada de emergencia.			08-Agto-05	SITHEMSA, Chinguel
11-jul-05	Mantenimiento preventivo de la unidad: 1000 horas.			08-Agto-05	SITHEMSA, Chinguel

BIBLIOGRAFÍA

1. VARGAS P. y LA MADRID J. *Implementación del mantenimiento preventivo, Predictivo y Productivo Total (TPM)*, Colegio de ingenieros del Perú, 1995.
2. HERBERT L. y NICHOLS Jr. *Manual de Reparación y mantenimiento de Maquinaria Pesada*, 2° Edición, Tomo I, McGraw Hill, Mexico, 1993.
3. VOLKSWAGEN *Instrucciones de Operación*, 1° Edición, Brasil, Enero 2003.
4. VOLKSWAGEN *Garantía y Mantenimiento*, 1° Edición, Brasil, Enero 2003.
5. PALFINGER *Manual de Partes*, 1° Edición, Austria, 2003
6. PALFINGER *Manual de Uso*, 1° Edición, Austria, 2003
7. PALFINGER *Manual de Mantenimiento*, 1° Edición, Austria, 2003
8. CUADROS J. *Curso de Gestión Integral de la Calidad, XIII Programa*, Perú, Enero 2009.
9. ORTIZ V. *Curso de Gestión de Mantenimiento, XIII Programa*, Perú, Febrero 2009.