

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA SU
APLICACIÓN EN LOS EQUIPOS HIDRÁULICOS DE APOYO Y
MANIOBRAS EN REDES ELÉCTRICAS AÉREAS DE LA E.E.Q.S.A.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNOLOGO
ELECTROMECÁNICO**

LUIS DANILO VELASCO BONILLA
danyluisv@hotmail.com

DIRECTOR: Ing. FERNANDO JÁCOME.
luisfernandojacome@epn.edu.ec

Quito, Septiembre 2009

DECLARACIÓN

Yo, Luis Danilo Velasco Bonilla, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Luis Danilo Velasco Bonilla

CERTIFICACIÓN

Yo Fernando Jácome profesor de Escuela de Formación Tecnológica de la Escuela Politécnica Nacional certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Luis Danilo Velasco Bonilla, bajo mi supervisión.

Ing. Luis Fernando Jácome.
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A la Empresa Eléctrica Quito y de manera especial con el departamento de mantenimiento, los cuales facilitaron el trabajo para el desarrollo de este proyecto.

A mí amada familia que son el pilar de mi formación ya que con su apoyo, confianza y dedicación hicieron posible que llegue hasta donde estoy.

Un agradecimiento especial para el Ingeniero Fernando Jácome, por su acertada dirección y paciencia, a mis profesores, amigos y a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron para la realización de este proyecto.

Danilo Velasco.

DEDICATORIA

A Dios por brindarme todo lo que tengo, a mi madre que ha sabido guiarme en mi camino y darme fortaleza cuando más lo necesitaba para superarme cada día. Por su infinito amor y paciencia un don que Dios le ha dado. A mi padre por su apoyo.

A mis hermanos por su incondicional apoyo y que permitieron fomentar en mí el gusto por compartir conocimiento

Danilo Velasco.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS	IX
RESUMEN	XI
PRESENTACIÓN	XII

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	1
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. DEFINICIÓN.	5
1.3. OBJETIVOS.....	6
1.4. HISTORIA DE LA ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	6
1.5. FINALIDAD DEL MANTENIMIENTO.....	7
1.6. ESTRATEGIAS O TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	8
1.6.1. MANTENIMIENTO DE FALLA.....	8
1.6.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	9
1.6.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	10
1.6.3.1. Objetivo del Mantenimiento Preventivo.....	11
1.6.3.2. Historia del Mantenimiento Preventivo.....	12
1.6.4. MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	17
1.6.5. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M.)	18
1.6.6. RCM - MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD.....	20
1.8. FALLO.....	34

1.9.	MODO POTENCIAL DE FALLO.....	35
1.10.	EFEECTO POTENCIAL DE FALLO.....	35
1.11.	PLANIFICACION Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO.....	35
1.12.	ORGANIZACIÓN Y CONTROL DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.....	37
1.13.	PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	37
1.14.	EJECUCION DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO.....	38
1.15.	COMPARACIÓN DE COSTOS DE LOS 5 SISTEMAS DE MANTENIMIENTO MÁS COMUNES.....	38
CAPÍTULO II.....		40
DESCRIPCIÓN OPERACIONAL DEL EQUIPO.....		40
2.1.	INTRODUCCIÓN.....	40
2.2.	SISTEMAS HIDRÁULICOS.....	42
2.2.1.	ELEMENTOS EN EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS OLEOHIDRÁULICOS.....	42
2.3.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE la HIDRAULICA Y NEUMATICA.....	43
2.3.1.	VENTAJAS DE LA OLEOHIDRÁULICA.....	44
2.3.2.	DESVENTAJAS DE LA OLEOHIDRÁULICA.....	44
2.4.	FLUIDO.....	45
2.4.1.	GENERALIDADES.....	45
2.4.2.	MISIÓN DE UN FLUIDO EN OLEOHIDRÁULICA.....	46
2.4.3.	FLUIDOS EMPLEADOS.....	46
2.5.	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO HIDRÁULICO.....	46
2.5.1.	Canastillas Telescópicas y Articuladas.....	48
2.5.2.	Grúas Telescópicas y Articuladas.....	49
2.6.	PARTES COMPONENTES.....	50
2.7.	DATOS DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA SEGÚN EL MANUAL DEL FABRICANTE.....	53
CAPÍTULO III.....		62
ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO.....		62
3.1.	INTRODUCCIÓN.....	62
3.2.	DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA.....	63
3.3.	REGISTRO DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	64
3.3.1.	CODIFICACIÓN DE CANASTILLAS Y GRÚAS.....	64
CAPÍTULO IV.....		70

ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO.....	70
4.1. ORDEN DE TRABAJO.....	70
4.2. REGISTRO DE INTERVENCIONES PREVENTIVAS.....	72
4.3. UTILIZACIÓN DEL MÉTODO ANÁLISIS MODAL DE FALLA EFECTO (AMFE).....	76
4.4. APLICACIÓN DEL METODO AMFE	77
4.5. PROCESO	78
4.5.1. DIAGRAMA DE FLUJO	78
4.5.2. REALIZACIÓN.....	79
4.6. ANALISIS DE RESULTADOS.....	90
CAPÍTULO V.....	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	94
ANEXOS	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Modelo del Diagrama de Pareto.....	29
Figura 1.2 Modelo del Diagrama de Ishikawa.	30
Figura 2.1 Identificación de componentes Canastilla Altec AN	51
Figura 2.2 Identificación de componentes Grúas Altec DL - DM.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Comparación de Costos de los Cinco Sistemas.....	38
Tabla 2.1 Canastillas que dispone la Empresa Eléctrica Quito S.A.....	47
Tabla 2.2 Grúas que dispone la Empresa Eléctrica Quito S.A.	48
Tabla 3.1 Registro de intervenciones en Canastillas y grúas.....	64

Tabla 4.1 Ejemplo de Orden de Trabajo	71
Tabla 4.2 Ejemplo Formato Registro de Intervenciones Preventivas	76
Tabla 4.3 Cuadro de Clasificación de la Frecuencia de acuerdo a la Gravedad	82
Tabla 4.4. Cuadro de Clasificación de la Frecuencia de acuerdo a la Ocurrencia	83
Tabla 4.5. Cuadro de Clasificación de la Frecuencia de acuerdo a la Detección.....	84

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I.....	96
PRECAUCIONES DE LIMPIEZA	96
ANEXO II	98
PROCEDIMIENTO PARA DESMONTAR Y LIMPIAR EL FILTRO.....	98
ANEXO III	101
PROCEDIMIENTO PARA CAMBIAR EL CARTUCHO DEL FILTRO DE LA LÍNEA DE RECIRCULACIÓN	101
ANEXO IV	103
ESPECIFICACIONES PARA EL ACEITE	103
ANEXO V	105
PROCEDIMIENTO PARA LUBRICAR LAS PATAS DE LOS BRAZOS ESTABILIZADORES.....	105
ANEXO VI.....	107
LAVADO DEL SISTEMA HIDRÁULICO	107
ANEXO VII.....	109
REEMPLAZO DEL FLUIDO HIDRÁULICO	109
ANEXO VIII.....	110
LUBRICACIÓN PARA CANASTILLAS ALTEC.....	111
ANEXO IX	112
LUBRICACIÓN PARA GRÚAS ALTEC	113

RESUMEN

El presente proyecto contiene el diseño de un sistema de mantenimiento para su aplicación en los equipos hidráulicos de apoyo y maniobras en redes eléctricas aéreas de la Empresa Eléctrica Quito s.a.

Para lo cual, se ha diseñado el cronograma de mantenimiento preventivo fijo de los equipos, en función de los antecedentes y las actividades. Se ha detallado el listado de actividades que se deben realizar en determinados períodos de tiempo.

En el capítulo I, se hace una breve historia del mantenimiento industrial, estrategias o tipos de mantenimiento, planificación y control, así como también las herramientas para la administración y ejecución del mantenimiento.

En el capítulo II, se realiza una reseña histórica de la importancia de la hidráulica en la actualidad, descripción de los equipos hidráulicos.

En el capítulo III, se analiza la situación actual de la empresa y un registro de operación de los equipos en los últimos tiempos.

En el capítulo IV, se realiza la elaboración del sistema de mantenimiento preventivo con ayuda del método AMFE, así como también la elaboración de los diferentes formatos para la orden de trabajo y el registro de intervenciones preventivas.

En el capítulo V, conclusiones y recomendaciones.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo para el Área de Mantenimiento Hidráulico de la Empresa Eléctrica Quito S.A. pretende entregar un sistema de mantenimiento, para realizar las actividades periódicas de los diferentes equipos de servicio, evitando de esta manera perdida por mal funcionamiento de las máquinas.

Para tal efecto, se ha diseñado un registro de intervenciones preventivas de los equipos y demás elementos hidráulicos, en función de los antecedentes y las actividades propios de cada uno de ellos.

Se ha detallado el listado de actividades que se deben realizar para cada elemento y equipo hidráulico que conforman las canastillas y grúas.

Generar reportes reales y exactos sobre gastos, consumo de repuestos, horas de trabajo, paros de maquinaria y costos de reparaciones; y de esta manera planificar con claridad y precisión los mantenimientos con lo que se reducen gastos, disminuyen los paros de maquinaria, se generan ganancias y existe mejor estructuración en cuanto al desarrollo del trabajo de mantenimiento.

Todo esto es con la finalidad de organizar y corregir aspectos como mantenimientos correctivos que está causando gastos considerables y algunas veces paros de la maquinaria.

CAPÍTULO 1

MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

1.1. INTRODUCCIÓN

Los bienes que constituyen el sistema de producción o servicios de una organización se hallan sujetos a deterioro o falla, ya sea debido al mero transcurso del tiempo, como consecuencia de su uso, o por cualesquiera otras causas.

La función de mantenimiento tiene por objetivo conservar todos los bienes, tanto directa como indirectamente productivos en las mejores condiciones de funcionamiento y eficiencia. Es decir, no solo deben funcionar, sino que deben funcionar bien, con la eficiencia de diseño en el mejor de los casos.

No obstante, ningún sistema de mantenimiento por más actualizado que sea, puede asegurar que no se produzca fallas o desperfectos.

Se ha pretendido que el desempeño de los equipos pueda desenvolverse en un régimen adecuado, de acuerdo con los planes y los programas trazados de producción. Esto es interpretado como una primera necesidad.

El mantenimiento ha ido adquiriendo importancia creciente en la industria contemporánea, como así también los requerimientos de la industria para mantenerse competitiva.

Los adelantos tecnológicos tienden a reducir las necesidades de mano de obra de producción, pero a su vez, el mayor grado de automatización y sofisticación exige un incremento constante de la cantidad y calidad del trabajo de mantenimiento; que pasa a ser así una suerte de segundo sistema de Producción, cuya gestión corre paralela a la de operaciones.

Consecuentemente ambos sistemas deben ser objeto de similar atención.

La evidencia empírica demuestra empero que la mayor dedicación de las empresas, la bibliografía y las carreras universitarias se centran en la actividad productiva propiamente dicha.

Mientras abundan los desarrollados en materia de planeamiento, programación, lanzamiento y control de la producción, los relativos a mantenimiento han sido escasos e incompletos. Hoy en razón de la notable evolución de los sistemas de gestión se puede acceder a información actualizada solo a través de cursos y seminarios.

Cuando señalábamos que el mantenimiento persigue un eficiente funcionamiento de los elementos que componen el sistema de producción, estamos en rigor involucrando una serie de conceptos. Se trata de establecer la manera de definirlo y medirlo.

Funcionamiento eficiente.- Es aquel que asegura un razonable nivel de confiabilidad del sistema de producción.

La confiabilidad.- Es la probabilidad de que un sistema se desempeñe satisfactoriamente durante un período determinado, en tanto sea operado bajo ciertas condiciones especificadas.

El período.- Es medido como el tiempo medio entre fallas, según se utilice o no mantenimiento preventivo.

Las condiciones especificadas.- de operación establecen los límites de velocidad, temperatura, presión, carga, humedad, vibración, etc., dentro de los cuales debe ser operado un equipo o conservado un bien.

Su observancia suele ser fuente de conflictos entre los responsables de la producción y los del mantenimiento, pues los primeros se ven a menudo comprometidos a cumplir exigentes planes de fabricación, que los llevan a tratar de seguir operando los equipos aún más allá de los límites de las condiciones nominales especificadas por el fabricante, mientras los segundos tratan de que esto no ocurra para evitar las consecuencias que acarrea y las complicaciones para su área.

Empero, la responsabilidad por la confiabilidad no recae solo en el área de mantenimiento, sino también en quienes tienen a su cargo el diseño del sistema de producción y la producción misma.

La introducción de equipos más confiables (es decir, menos proclives a fallar), así como la bifurcación o redundancia de los subsistemas críticos (de manera que si uno falla, se cuente con el otro instalado), constituye las vías habituales para acrecentar la confiabilidad en la instancia de diseño o rediseño. En todo esto no debe dejarse de lado los costos y el mismo inventario, por lo que hace poco practicable la solución de equipos en espera.

En la etapa del diseño se debe también considerar la “mantenibilidad” del equipo o máquina.

Mantenibilidad es el atributo referido a la viabilidad y facilidad de mantenimiento de un sistema.

Resulta así una característica del diseño susceptible de ser expresada en términos de:

- Frecuencia del mantenimiento

- Tiempos de mantenimiento (horas de parada u horas de labor)
- Costo del mantenimiento

De tal modo, la mantenibilidad puede ser definida, con mayor precisión, como una combinación de factores o características del diseño del sistema de producción expresada como:

- a) La probabilidad de que un bien físico se conserve en una condición específica por un período dado.
- b) La probabilidad de que no se requiera hacer más que un cierto número de ciclos de mantenimiento en un período dado.
- c) La probabilidad de que el costo de mantenimiento del sistema no exceda de una suma determinada en un período dado.
- d) Reducidos tiempos de reparación o inspección.
- e) La facilidad de acceso a los elementos a reparar o inspeccionar.
- f) La intercambiabilidad de conjuntos y subconjuntos, etc.

Es condición que el sistema sea operado y mantenido de acuerdo con procedimientos establecidos.

En razón de su relevancia, el problema de los costos de mantenimiento resulta un aspecto esencial. Al respecto, la productividad y la eficiencia de la mano de obra juegan un rol clave.

La minimización de costos (eficacia) tratando de disminuir las inspecciones/reparaciones, constituye un objeto contrapuesto a la confiabilidad y su balanceo apropiado es tema de los análisis decisorios de mantenimiento. En todos los casos la capacidad es seguramente una de las herramientas que mejor impactan.

En síntesis, puede decirse que un objetivo del mantenimiento es conservar el sistema de producción o servicios en condiciones de funcionamiento que aseguren un razonable nivel de confiabilidad, tal que reduzca la frecuencia y gravedad de sus fallas y tender al mismo tiempo, a la minimización de los costos involucrados, tanto de producción como de mantenimiento.

Resulta fundamental para el logro de dicho objeto, el grado de confiabilidad-mantenibilidad provisto por el diseño del sistema (importante de evaluar en la etapa de adquisición del equipamiento) y un alto nivel de comunicación entre las áreas involucradas para tener un mismo objetivo, durante la incorporación de nuevas tecnologías.

1.2. DEFINICIÓN¹.

MANTENIMIENTO.- Es un sistema o conjunto de actividades que permiten la operatividad eficiente y sustentable de la maquinaria, instalaciones y edificaciones, sosteniendo su desempeño en condiciones de confiabilidad, seguridad, competitividad, y respeto al medio ambiente asumidas a partir de su propio compromiso de negocios y desempeño con la optimización como objetivo asociado.

Mantenimiento debe responder por la situación de:

- Máquinas
- Equipos – servicios
- Bienes – edificios
- Móvil: auto elevadores – vehículos – grúas – etc.

Los recursos con los que cuenta son:

- ✓ Personal especializado
- ✓ Máquinas

¹ JACOME, Fernando, Ingeniería de mantenimiento

- ✓ Instrumentos
- ✓ Instalaciones
- ✓ Estrategias
- ✓ Metodologías
- ✓ Información técnica
- ✓ Taller
- ✓ Repuestos
- ✓ Etc.

1.3. OBJETIVOS

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Creación de un sistema de mantenimiento eficiente, seguro, económico y que no afecte al medio ambiente.
- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina
- Evitar el impacto al medio ambiente
- Eliminar los accidentes

1.4. HISTORIA DE LA ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO.

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo hace ya varias décadas en base, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores.

Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento acentúa esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos.

Más recientemente, la exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos sus aspectos, tanto de costos, como de calidad, como de cambio rápido de producto, conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica del mantenimiento. Es la filosofía del tero tecnología. Todo ello ha llevado a la necesidad de manejar desde el mantenimiento una gran cantidad de información.

La totalidad del sistema de mantenimiento es un organismo en continua evolución, cuya organización necesitara una modificación continua como respuesta a unos requisitos cambiantes. Como el objetivo principal de la organización es hacer corresponder los recursos con la carga de trabajo, es preciso considerar estas características antes de detallar los tres componentes básicos mencionados.

1.5. FINALIDAD DEL MANTENIMIENTO.

La finalidad del mantenimiento es lograr la máxima vida económica de edificaciones, equipos, sistemas o productos. Este enfoque de vida económica implica que es necesario, mediante la función mantenimiento, que el "Sistema de Trabajo" sea el mejor en:

- **Confiability**.-Es la probabilidad de que un equipo no falle en condiciones de operación previstas durante un tiempo determinado.
- **Mantenibilidad**.-Es la probabilidad de que a un objeto, sistema o equipo se le pueda dar el mantenimiento planeado en su diseño, incluyendo, materiales, tiempo, mano de obra y seguridad.

- **Disponibilidad.**-Es la probabilidad de que un equipo sea operable (disponible para su uso) a lo largo de un periodo dado.

1.6. ESTRATEGIAS O TIPOS DE MANTENIMIENTO²

Definición: Las estrategias de mantenimiento en realidad son tipos de mantenimiento con características propias que se adoptan de acuerdo a las circunstancias encontradas o establecidas cuando se trata de realizar actividades de mantenimiento, y se adoptan estas con el objeto de realizar un sistema organizado para poder enfrentar de una manera eficiente y organizada estas actividades. Estas estrategias por lo general son utilizadas casi en toda planta industrial y dosificada indistintamente de acuerdo a la organización, políticas y disponibilidad de recursos de cada empresa.

- MANTENIMIENTO DE FALLA
- MANTENIMIENTO CORRECTIVO
- MANTENIMIENTO PREVENTIVO, dentro del cual tenemos:
 - Mantenimiento rutinario
 - Mantenimiento programado
- MANTENIMIENTO PREDICTIVO
- MANTENIMIENTO PROACTIVO
- MANTENIMIENTO TPM

1.6.1. MANTENIMIENTO DE FALLA.

En estos programas, se da poco interés a la condición de operación óptima de la maquinaria de la fábrica, equipos o sistemas. Ya que la mayoría de las tareas de mantenimiento son reactivas a fallas o interrupciones en la producción, el único interés de estas tareas es cómo rápidamente la máquina o el sistema puedan ser

² JACOME, Fernando, Ingeniería de mantenimiento

puestos nuevamente en servicio. Siempre y cuando la máquina funcione a un nivel aceptable mínimo, el mantenimiento es extremadamente caro. El mantenimiento de falla tiene dos factores que son contribuyentes primarios a los elevados costos de mantenimiento: (1) planificación deficiente y (2) reparación incompleta.

La primera limitación del mantenimiento de falla es que la mayoría de las reparaciones son deficientemente planificadas por las fuerzas de tiempo impuestas por la producción y el manejo de la planta. Como resultado, la utilización de fuerza de mano de obra y el uso efectivo de los recursos de mantenimiento son mínimos. Comúnmente, las fallas o mantenimiento reactivo costarán tres o cuatro veces más que la misma reparación cuando esta es bien planificada.

La segunda limitación del mantenimiento de falla es que esta se concentra en reparaciones de síntomas obvios de la falla, mas no en la causa de raíz. Por ejemplo, una falla en un rodamiento puede causar en una máquina crítica un detenimiento de la misma y consecuentemente una parada en la producción.

En el mantenimiento de falla el rodamiento es reemplazado tan pronto como sea posible y la máquina es puesta nuevamente en servicio. Ningún intento es realizado para determinar la causa raíz de la falla del rodamiento o prevenir que se repita dicha falla. Como resultado, la confiabilidad de la máquina o el sistema, es severamente reducido. El resultado normal del mantenimiento de falla será un aumento de la frecuencia de reparaciones y un marcado aumento en los costos de mantenimiento.

1.6.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Mención El mantenimiento correctivo consiste en dejar a los equipos que operen sin ningún servicio o control del estado de los mismos, hasta que se produzca una falla en su funcionamiento, en la mayoría de las ocasiones sin llegar a detenerse estos, a esta situación se realizará las debidas labores de reparación, en el momento que se crea más oportuno, según las condiciones de la empresa o del encargado del área

de mantenimiento, muchas veces causando daños severos a otros elementos de los equipos.

Una vez arreglado el problema o defecto, no se realizaran chequeos periódicos sino hasta que se presente otra anomalía. Llamado también mantenimiento de falla, es el más usual en nuestro medio por múltiples razones, a esta actitud se le atribuye razones como indiferencia o desconocimiento de las técnicas de programación y planificación.

- Falta de justificación económica para los recursos que se necesitan para la aplicación de estas técnicas.
- Demanda excesiva, temporal o permanente, de la capacidad normal y máxima de los equipos.
- Desconocimiento o incapacidad por parte del personal encargado del mantenimiento en la aplicación de técnicas de mantenimiento más moderadas y funcionales.

Visto desde cualquier punto de vista no es aconsejable este tipo de mantenimiento, porque provoca repentinas paradas, equipos estropeados seriamente y altos costos en reparación que ello involucra. Pero no se lo puede descartar en su totalidad ya que es imposible poder preveer todos los danos, ya que muchos estarán fuera de nuestro alcance.

1.6.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Todos Consiste en la serie de trabajos que se llevan a cabo con antelación en los equipos y bienes afectados a la producción, para evitar su falla o deterioro. Estos trabajos, que pueden ser de mayor o de menor magnitud. Suelen ser definidos en base a los manuales que suministran los fabricantes de los equipos, para luego irse perfeccionando con la experiencia propia de la empresa.

Otro criterio se basa en la estadística de vida de los elementos de máquinas, usando como referencia las horas de funcionamiento o kilómetros recorridos, utilizándose para determinar las frecuencias de recambio de piezas o elementos.

Usualmente la frecuencia del mantenimiento preventivo se va regulando en función de los resultados de un plan de inspecciones o de la experiencia de anteriores reparaciones.

El mantenimiento preventivo se hace para evitar la falla, porque la relación de costos demuestra la conveniencia de anticipar el trabajo o porque no es conveniente afrontar las consecuencias emergentes de aquella.

- **Mantenimiento Preventivo Rutinario**

Este tipo de mantenimiento guarda relación con el tipo de mantenimiento preventivo, ya que es un mantenimiento realizado por periodos de tiempo continuos. Y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de los sistemas productivos, realizando tareas programadas en el tiempo para evitar su desgaste.

- **Mantenimiento Preventivo Programado**

Este tipo de mantenimiento, se puede calificar como un mantenimiento preventivo, debido a que presta mucha atención a las recomendaciones del fabricante, para obtener un cronograma de aplicación del mantenimiento siguiendo una planificación o calendario.

1.6.3.1. Objetivo del Mantenimiento Preventivo

La finalidad es: Obtener el máximo rendimiento de las máquinas

Este objetivo se obtiene gracias a:

- Alargar la vida útil de las máquinas

- Minimizar las paradas de la máquina
- Crear productos de máxima calidad ya que las máquinas son más fiables .

1.6.3.2. Historia del Mantenimiento Preventivo

Durante la segunda guerra mundial, el mantenimiento tiene un desarrollo importante debido a las aplicaciones militares, en esta evolución el mantenimiento preventivo consiste en la inspección de los aviones antes de cada vuelo y en el cambio de algunos componentes en función del número de horas de funcionamiento.

1.6.3.3 Elementos del Mantenimiento Preventivo

1. **Planificación de revisiones y operaciones:** es una planilla anual en donde se especifica las tareas de mantenimiento programadas que se realizarán en las máquinas, utilizando en principio las recomendaciones del fabricante.
2. **Orden de trabajo:** es el instrumento que indica la tarea a realizar y se completa con las horas fuera de servicio, tiempo de reparación, operarios que realizaron la actividad, repuestos utilizados, falla detectada, estado en que queda el equipo, procedimiento, plano, etc.
3. **Puntos de inspección:** son los lugares donde se inspecciona la máquina, pudiendo ser de índole: mecánica, eléctrica. Lubricación, electrónica, predictivo, neumático, oleohidráulico, etc. Generalmente se realiza sobre un dibujo o esquema del equipo.
4. **Ruta de inspecciones:** es la secuencia que debe seguir el inspector de cada disciplina interviniente.
5. **Historial de máquina:** detalla las intervenciones significativas de mantenimiento. Se alimenta de la OT e indica: horas fuera de servicio, tiempo de reparación, operarios que realizaron la actividad, repuestos utilizados, costos de mano de obra y de repuestos, falla detectada, estado en que queda el equipo. De la misma se pueden determinar los problemas crónicos. Es útil para tomar decisiones de recambio o de mejora continua.

6. **Evolución de magnitudes:** es un elemento del historial de máquina, indica en el tiempo como evoluciona las variables de temperatura, intensidad, tensión, presión, vibraciones, termografía, viscosidad, etc.
7. **Frecuencia de inspecciones/repares:** depende de la criticidad, del estado, del costo, del historial y evolución de magnitudes.
8. **Ficha técnica:** especificaciones, indica las funciones y los componentes de la máquina. Es muy útil para determinar la compra de un elemento cuando se ha detectado la falla, evitando esperar la detección y el posterior desarme para iniciar la compra, por ello es muy importante registrar todos los elementos de los equipos. Ayuda a disminuir el stock de repuestos.
9. **Procedimiento:** serie de instrucciones para realizar una operación. Son muy importantes cuando está en juego la seguridad. Su uso y extensión es sumamente útil.
10. **Plan de lubricación:** indica los lubricantes que se necesitan, las cantidades, los puntos, frecuencias de lubricación, cambios de aceites, grasas y filtros.
11. **Stock de lubricantes:** cantidad de lubricantes que se tiene en depósito.
12. **Reparación:** tiene como finalidad recuperar el deterioro ocasional sufrido por una infraestructura ya construida. Se diferencian en reparaciones menores y mayores, calificándose según la magnitud de la actividad de inversión o de operación y de su fuente de financiamiento. Generalmente, las reparaciones menores se contemplan en presupuestos de operación, mientras que las reparaciones mayores se manejan como inversiones ya que normalmente exceden a los Presupuestos de operación.
13. **Stock de repuestos aconsejados:** cantidad de repuestos que se tiene en depósito.
14. **Presupuesto anual:** valorización estimada de todos los recursos o gastos necesarios de emplear para la normal operación de un mantenimiento.

1.6.3.4 Ventajas del Mantenimiento Preventivo

- ✓ Minimizar reparaciones de emergencia

- ✓ Programar reparaciones y realizar en momentos oportunos, afectando en el menor grado a la producción.
- ✓ Aumentar el rendimiento productivo por disminución de los tiempos de parada.
- ✓ Disminuir las horas hombre de producción y mantenimiento.
- ✓ Reducir la necesidad de equipos de reserva.
- ✓ Aumentar la seguridad del personal al reducir accidentes.
- ✓ Asegurar calidad uniforme de producción.
- ✓ Disminuir inventarios y repuestos.

1.6.3.5 Desventajas del Mantenimiento Preventivo

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.

1.6.3.6 Metodología

La metodología que se utiliza en la aplicación de un mantenimiento preventivo, es más un elemento de gestión del mantenimiento de las máquinas. Cuanto mejores seamos en su gestión mejor nos funcionará el mantenimiento preventivo.

Podríamos decir que el mantenimiento preventivo se basa en los siguientes puntos:

1. Obtención de datos (inspecciones periódicas)

2. Generación de documentación.
3. Gestión del mantenimiento preventivo (trabajos operativos)
4. Mejoramiento continuo de todas las actividades.

1.6.3.7 Razones por las cuales se necesita del Mantenimiento Preventivo

1. Disminuye el tiempo ocioso en relación con todo lo que sea economía y beneficios para el empresario, los empleados y el cliente, debido a menos paros imprevistos de los equipos de producción.
2. Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores u operarios de mantenimiento en ajustes ordinarios y en reparaciones debido a estos paros imprevistos.
3. Menos número de reparaciones en gran escala y menor número de paradas repetitivas, por lo tanto menor acumulación de fuerza de trabajo del personal de mantenimiento, "La acumulación de gente se debe a lo sorpresivo".
4. Disminuye los costos de reparaciones de los desperfectos sencillos realizados antes que los danos por paros imprevistos, debido a la menor cantidad de partes o repuestos que se necesitan para los mantenimientos planificados o programados en relación con los imprevistos.
5. Menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor control de calidad debido a la correcta adaptación o calibración del equipo.
6. Aplazamiento o eliminación de los desembolsos por reemplazos prematuros de elementos o máquinas, debido a una mejor conservación de estos e incrementos de su vida útil.
7. Menor necesidad de equipo en operación, reduciendo con ello la inversión del capital. No es necesario tener dos máquinas para un solo trabajo, ya que es una inversión innecesaria del capital.
8. Reducción de costos de mantenimiento, de mano de obra y materiales para la partida de activos que se encuentran en el programa.
9. Identificación de las partes con altos costos de materiales, lo cual lleva a investigar y corregir causas como las siguientes:

- Abuso o mala operación por parte de los operarios.
 - Aplicación inadecuada de la maquinaria.
 - Obsolescencia del equipo o maquinaria.
- 10.** Cambio del mantenimiento deficiente de paro a mantenimiento preventivo programado menos costoso, con lo que se logra mejor control del trabajo. Para organizar a la gente, el jefe de mantenimiento debe poseer ciertas cualidades como liderazgo para que pueda incentivar a la gente. Conocimientos de la materia prima para poder prestar instrucción técnica a los trabajadores y necesita también poseer autoridad delegado por su superior o representante de la empresa.
 - 11.** Mejor control de refacciones, lo cual conduce a tener un inventario mínimo de repuestos en la bodega. Luego de haber hecho un estudio previo de la máquina (como mínimo un año), se puede determinar la cantidad de repuestos que consume dicha máquina y así evitar tener invertido mucho capital en la bodega.
 - 12.** Mejores relaciones humanas e industriales con los trabajadores u operarios de producción, ya que no sufren detenciones o paros involuntarios por lo mismo pérdidas de las bonificaciones por incentivos, ya que en muchas empresas, es costumbre premiar a quien genere mayor producción.
 - 13.** Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección para la planta, lo cual conduce a una compensación más baja y menores costos de seguros. Las aseguradoras suben anualmente el costo del seguro y más todavía si ven que se esta laborando en condiciones inseguras y riesgosas.
 - 14.** Menos costo unitario por producto elaborado por la falta de eficiencia en lo que se refiere a materia prima, maquinaria y buena colaboración del personal.

Con esto obtenemos optima calidad del producto, a un bajo costo de producción sin competencia en el mercado y por lo tanto mejores utilidades para la empresa.

1.6.4. MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

El Consiste en determinar el estado de la máquina, sin obstaculizar su ritmo productivo, a través de la medición de algún síntoma (como vibraciones, análisis de aceite, temperatura, etc.) y predecir su estado en base a su comportamiento en el tiempo.

Los síntomas de falla son monitoreados mediante diferentes técnicas de verificación y las reparaciones son efectuadas antes de la falla del equipo. Monitoreo de las condiciones del equipo mientras se encuentran trabajando.

Las acciones recomendadas son en función de:

- Importancia del equipo
- Límites de deterioro del equipo
- Impacto del deterioro del equipo
- Análisis de la tendencia

1.6.4.1 Objetivos del Mantenimiento Predictivo

- Minimizar el nivel de operación correctivo
- Optimizar el uso de la vida útil del equipo

1.6.4.2 Historia del Mantenimiento Predictivo

Durante los años 60 se inician técnicas de verificación mecánica a través del análisis de vibraciones y ruidos si los primeros equipos analizadores de espectro de vibraciones mediante la FFT (Transformada rápida de Fouries), fueron creados por Bruel Kjaer.

1.6.4.3 Ventajas del Mantenimiento Predictivo

- La intervención temprana en el equipo o cambio de un elemento en condiciones riesgosas.

- Nos obliga a dominar el proceso y a tener unos datos técnicos, que nos comprometerá con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.

1.6.4.4 Desventajas del Mantenimiento Predictivo

- La implantación de un sistema de este tipo requiere una inversión inicial importante, los equipos y los analizadores de vibraciones tienen un costo elevado. De la misma manera se debe destinar un personal a realizar la lectura periódica de datos.
- Se debe tener un personal que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos y tomar conclusiones en base a ellos, trabajo que requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.
- Por todo ello la implantación de este sistema se justifica en máquina o instalaciones donde los paros intempestivos ocasionan grandes pérdidas, donde las paradas innecesarias ocasionen grandes costos.

1.6.5. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (T.P.M.)

Mantenimiento productivo total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema Japonés de mantenimiento industrial la letra M representa acciones de MANAGEMENT y Mantenimiento. Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa. La letra P está vinculada a la palabra "Productivo" o "Productividad" de equipos pero hemos considerado que se puede asociar a un término con una visión más amplia como "Perfeccionamiento" la letra T de la palabra "Total" se interpreta como "Todas las actividades que realizan todas las personas que trabajan en la empresa"

1.6.5.1 Definición del Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.)

Es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae sólo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa "El buen

funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos”.

1.6.5.2 Objetivos del Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.)

El sistema está orientado a lograr:

- Cero accidentes
- Cero defectos.
- Cero fallas.

1.6.5.3 Historia del Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.)

Este sistema nace en Japón, fue desarrollado por primera vez en 1969 en la empresa japonesa Nippondenso del grupo Toyota y de extiende por Japón durante los 70, se inicia su implementación fuera de Japón a partir de los 80.

1.6.5.4 Ventajas del Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.)

- ✓ Al integrar a toda la organización en los trabajos de mantenimiento se consigue un resultado final más enriquecido y participativo.
- ✓ El concepto está unido con la idea de calidad total y mejora continua.

1.6.5.5 Desventajas del Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.)

- ✓ Se requiere un cambio de cultura general, para que tenga éxito este cambio, no puede ser introducido por imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos.
- ✓ La inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa. El proceso de implementación requiere de varios años.

1.6.6. RCM - MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD.

El RCM muestra que muchas de los conceptos del mantenimiento que se consideraban correctos son realmente equivocadas. En muchos casos, estos conceptos pueden ser hasta peligrosos. Por ejemplo, la idea de que la mayoría de las fallas se producen cuando el equipo envejece ha demostrado ser falsa para la gran mayoría de los equipos industriales.

El RCM es uno de los procesos desarrollados durante 1960 y 1970 con la finalidad de ayudar a las personas a determinar las políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas. Tuvo su origen en la Industria Aeronáutica. De éstos procesos, el RCM es el más efectivo.

1.6.6.1 DEFINICION

Es un proceso que se usa para determinar los requerimientos del mantenimiento de los elementos físicos en su contexto operacional.

Una definición más amplia de RCM podría ser un proceso que se usa para determinar lo que debe hacerse para asegurar que un elemento físico continúe desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional presente.

El Mantenimiento RCM pone tanto énfasis en las consecuencias de las fallas como en las características técnicas de las mismas, mediante:

- Integración de una revisión de las fallas operacionales con la evaluación de aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente, esto hace que la seguridad y el medio ambiente sean tenidos en cuenta a la hora de tomar decisiones en materia de mantenimiento.
- Manteniendo mucha atención en las tareas del Mantenimiento que más incidencia tienen en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, garantizando que la inversión en mantenimiento se utiliza donde más beneficio va a reportar

1.6.6.2 EL RCM: SIETE PREGUNTAS BASICAS

El RCM se centra en la relación entre la organización y los elementos físicos que la componen. Antes de que se pueda explorar esta relación detalladamente, se necesita saber qué tipo de elementos físicos existentes en la empresa, y decidir cuáles son las que deben estar sujetas al proceso de revisión del RCM. En la mayoría de los casos, esto significa que se debe de realizar un registro de equipos completo si no existe ya uno.

- Cuáles son las funciones?
- De qué forma puede fallar?
- Qué causa que falle?
- Qué sucede cuando falla?
- Qué ocurre si falla?
- Qué se puede hacer para prevenir los fallas?
- Qué sucede si no puede prevenirse el falla?

Funciones y sus Estándares de Funcionamiento

Cada elemento de los equipos debe de haberse adquirido para unos propósitos determinados. En otras palabras, deberá tener una función o funciones específicas. La pérdida total o parcial de estas funciones afecta a la organización en cierta manera. La influencia total sobre la organización depende de:

- La función de los equipos en su contexto operacional.
- El comportamiento funcional de los equipos en ese contexto.

Como resultado de esto el proceso de RCM comienza definiendo las funciones y los estándares de comportamiento funcional asociados a cada elemento de los equipos en su contexto operacional. Cuando se establece el funcionamiento deseado de cada elemento, el RCM pone un gran énfasis en la necesidad de cuantificar los estándares de funcionamiento siempre que sea posible. Estos estándares se extienden a la producción, calidad del producto, servicio al cliente, problemas del medio ambiente, costo operacional y seguridad.

Fallas Funcionales

Una vez que las funciones y los estándares de funcionamiento de cada equipo se hayan definido, el paso siguiente es identificar cómo puede fallar cada elemento en la realización de sus funciones. Esto lleva al concepto de una falla funcional, que se define como la incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer un estándar de funcionamiento deseado.

Modos de Falla (Causas de Falla)

El paso siguiente es tratar de identificar los modos de falla que tienen más posibilidad de causar la pérdida de una función. Esto permite comprender exactamente qué es lo que puede que se esté tratando de prevenir.

Cuando se está realizando este paso, es importante identificar cuál es la causa origen de cada falla. Esto asegura que no se malgaste el tiempo y el esfuerzo tratando los síntomas en lugar de las causas. Al mismo tiempo, cada modo de falla debe ser considerado en el nivel más apropiado, para asegurar que no se malgasta demasiado tiempo en el análisis de falla en sí mismo.

Efectos de las Fallas

Cuando se identifica cada modo de falla, los efectos de las fallas también deben registrarse (en otras palabras, lo que pasaría si ocurriera). Este paso permite decidir la importancia de cada falla, y por lo tanto qué nivel de mantenimiento (si lo hubiera) sería necesario.

El proceso de contestar sólo a las cuatro primeras preguntas produce oportunidades sorprendentes y a menudo muy importantes de mejorar el funcionamiento y la seguridad, y también de eliminar errores. También mejora enormemente los niveles generales de comprensión acerca del funcionamiento de los equipos

Consecuencias de las Fallas

Una vez que se hayan determinado las funciones, las fallas funcionales, los modos de falla y los efectos de los mismos en cada elemento significativo, el próximo paso

en el proceso del RCM es preguntar cómo y (cuánto) importa cada falla. La razón de esto es porque las consecuencias de cada falla dicen si se necesita tratar de prevenirlos. Si la respuesta es positiva, también sugieren con qué esfuerzo debemos tratar de encontrar las fallas.

RCM clasifica las consecuencias de las fallas en cuatro grupos:

- Consecuencias de las fallas no evidentes: Las fallas que no son evidentes no tienen impacto directo, pero exponen a la organización a otras fallas con consecuencias serias, a menudo catastróficas. Un punto fuerte del RCM es la forma en que trata las fallas que no son evidentes, primero reconociéndolos como tales, en segundo lugar otorgándoles una prioridad muy alta y finalmente adoptando un acceso simple, práctico y coherente con relación a su mantenimiento.
- Consecuencias en la seguridad y el medio ambiente: Una falla tiene consecuencias sobre la seguridad si puede afectar físicamente a alguien. Tiene consecuencias sobre el medio ambiente si infringe las normas gubernamentales relacionadas con el medio ambiente.

RCM considera las repercusiones que cada falla tiene sobre la seguridad y el medio ambiente, y lo hace antes de considerar la cuestión del funcionamiento. Pone a las personas por encima de la problemática de la producción.

- Consecuencias Operacionales: Una falla tiene consecuencias operacionales si afecta la producción (capacidad, calidad del producto, servicio al cliente o costos industriales en adición al costo directo de la reparación). Estas consecuencias cuestan dinero, y lo que cuestan sugiere cuánto se necesita gastar en tratar de prevenirlas.
- Consecuencias que no son operacionales: Las fallas evidentes que caen dentro de esta categoría no afectan ni a la seguridad ni a la producción, por lo que el único gasto directo es el de la reparación.

Si una falla tiene consecuencias significativas en los términos de cualquiera de estas categorías, es importante tratar de prevenirlas. Por otro lado, si las consecuencias no son significativas, entonces no merece la pena hacer cualquier tipo de mantenimiento sistemático que no sea el de las rutinas básicas de lubricación y servicio.

Por eso en este punto del proceso del RCM, es necesario preguntar si cada falla tiene consecuencias significativas. Si no es así, la decisión normal a falta de ellas es un mantenimiento que no sea sistemático. Si por el contrario fuera así, el paso siguiente sería preguntar qué tareas sistemáticas (si las hubiera) se deben de realizar. Sin embargo, el proceso de selección de la tarea no puede ser revisado significativamente sin considerar primero el modo de la falla y su efecto sobre la selección de los diferentes métodos de prevención.

Tareas de mantenimiento

La mayoría de la gente cree que el mejor modo de mejorar al máximo la disponibilidad de la planta es hacer algún tipo de mantenimiento de forma rutinaria. El conocimiento de la Segunda Generación sugiere que esta acción preventiva debe de consistir en una reparación del equipo o cambio de componentes a intervalos fijos.

Supone que la mayoría de los elementos funcionan con precisión para un período y luego se deterioran rápidamente. El pensamiento tradicional sugiere que un histórico extenso acerca de las fallas anteriores permitirá determinar la duración de los elementos, de forma que se podrían hacer planes para llevar a cabo una acción preventiva un poco antes de que fueran a fallar.

Esto es verdad todavía para cierto tipo de equipos sencillos, y para algunos elementos complejos con modos de falla dominantes. En particular, las características de desgaste se encuentran a menudo donde los equipos entran en contacto directo con el producto.

El reconocimiento de estos hechos ha persuadido a algunas organizaciones a abandonar por completo la idea del mantenimiento sistemático. De hecho, esto puede ser lo mejor que hacer para fallas que tengan consecuencias sin importancia. Pero cuando las consecuencias son significativas, se debe de hacer algo para prevenir las fallas, o por lo menos reducir las consecuencias.

Acciones a “falta de”

Además de preguntar si las tareas sistemáticas son técnicamente factibles, el RCM se pregunta si vale la pena hacerlas. La respuesta depende de cómo reaccione a las consecuencias de las fallas que pretende prevenir.

Al hacer esta pregunta, el RCM combina la evaluación de la consecuencia con la selección de la tarea en un proceso único de decisión, basado en los principios siguientes:

- Una acción que signifique prevenir la falla de una función no evidente sólo valdrá la pena hacerla si reduce el riesgo de una falla múltiple asociado con esa función a un nivel bajo aceptable. Si no se puede encontrar una acción sistemática apropiada, se debe llevar a cabo la tarea de búsqueda de fallas.

En el caso de modos de falla ocultos que son comunes en materia de seguridad o sistemas protectores no puede ser posible monitorear en busca de deterioro porque el sistema está normalmente inactivo. Si el modo de falla es fortuito puede no tener sentido el reemplazo de componentes con base en el tiempo porque usted podría estar reemplazando con otro componente similar que falla inmediatamente después de ser instalado.

En estos casos la lógica RCM pide explorar con pruebas para hallar la falla funcional. Estas son pruebas que pueden causar que el dispositivo se active, demostrando la presencia o ausencia de una funcionalidad correcta. Si tal prueba no es posible se debe re-diseñar el componente o sistema para eliminar la falla oculta.

Las tareas de búsqueda de fallas consisten en comprobar las funciones no evidentes de forma periódica para determinar si ya han fallado. Si no se puede encontrar una tarea de búsqueda de fallas que reduzca el riesgo de falla a un nivel bajo aceptable, entonces la acción “a falta de” secundaria sería que la pieza debe rediseñarse.

- Una acción que signifique el prevenir una falla que tiene consecuencias en la seguridad o el medio ambiente merecerá la pena hacerla si reduce el riesgo de esa falla en sí mismo a un nivel realmente bajo, o si lo suprime por completo. Si no se puede encontrar una tarea que reduzca el riesgo de falla a un nivel bajo aceptable, el componente debe rediseñarse.

Si la falla tiene consecuencias operacionales, sólo vale la pena realizar una tarea sistemática si el costo total de hacerla durante cierto tiempo es menor que el costo de las consecuencias operacionales y el costo de la reparación durante el mismo período de tiempo. Si no es justificable, la decisión “a falta de” será el no mantenimiento sistemático. (Si esto ocurre y las consecuencias operacionales no son aceptables todavía, entonces la decisión “a falta de” secundaria sería rediseñar de nuevo). En otras palabras en el caso de fallas que no están ocultas y en las que no se puede predecir con suficiente tiempo para evitar la falla funcional y no se puede prevenir la falla a través del uso o realizar reemplazos con base en el tiempo es posible pueden re – diseñar o aceptar la falla y sus consecuencias. Si no hay consecuencias que afecten la operación pero hay costos de mantenimiento, se puede optar por una elección similar. En estos casos la decisión está basada en las economías – es decir, el costo de re – diseñar contra el costo de aceptar las consecuencias de la falla (tal como la producción perdida, costos de reparación, horas extras, etc.).

- De forma similar, si una falla no tiene consecuencias operacionales, sólo vale la pena realizar la tarea sistemática si el costo de la misma durante un período de tiempo es menor que el de la reparación durante el mismo período. Si no son justificables, la decisión inicial “a falta de” sería de nuevo el no

mantenimiento sistemático, y si el costo de reparación es demasiado alto, la decisión "a falta de" secundaria sería volver a diseñar de nuevo.

Este enfoque gradual de "arriba-abajo" significa que las tareas sistemáticas sólo se especifican para elementos que las necesitan realmente. Esta característica del RCM normalmente lleva a una reducción significativa en los trabajos rutinarios. También quiere decir que las tareas restantes son más probables que se hagan bien. Esto combinado con unas tareas útiles equilibradas llevará a un mantenimiento más efectivo.

El proceso del RCM considera los requisitos del mantenimiento de cada elemento antes de preguntarse si es necesario volver a considerar el diseño. Esto es porque el ingeniero de mantenimiento que está de servicio hoy tiene que mantener los equipos como está funcionando hoy, y no como debería de estar o puede que esté en el futuro.

Después analizar los modos de falla a través de la lógica mencionada anteriormente, los expertos deben luego consolidar las labores en un plan de mantenimiento para el sistema. Este es el "producto final" del RCM. Cuando esto ha sido producido, el encargado del mantenimiento y el operador deben continuamente esforzarse por optimizar el producto

1.6.6.3 Objetivo del RCM Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

El objetivo principal de RCM está reducir el costo de mantenimiento, para enfocarse en las funciones más importantes de los sistemas, y evitando o quitando acciones de mantenimiento que no son estrictamente necesarias.

1.6.6.4 Ventajas del RCM Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

- Si RCM se aplicara a un sistema de mantenimiento preventivo ya existente en las empresas, puede reducir la cantidad de mantenimiento rutinario habitualmente hasta un 40% a 70%.
- Si RCM se aplicara para desarrollar un nuevo sistema de Mantenimiento Preventivo en la empresa, el resultado será que la carga de trabajo programada sea mucho menor que si el sistema se hubiera desarrollado por métodos convencionales.
- Su lenguaje técnico es común, sencillo y fácil de entender para todos los empleados vinculados al proceso RCM, permitiendo al personal involucrado en las tareas saber qué pueden y qué no pueden esperar de ésta aplicación y quien debe hacer qué, para conseguirlo.

1.6.6.5 Beneficios del RCM

La implementación del RCM debe llevar a equipos más seguros y confiables, reducciones de costos (directos e indirectos), mejora en la calidad del producto, y mayor cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente. El RCM también está asociado a beneficios humanos, como mejora en la relación entre distintas áreas de la empresa, fundamentalmente un mejor entendimiento entre mantenimiento y operaciones.

1.7 HERRAMIENTAS PARA LA ADMINISTRACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

Para ejecutar satisfactoriamente la administración del mantenimiento y obtener resultados cuantitativos que ayuden a tomar decisiones, se necesita de ciertos instrumentos o herramientas que faciliten el trabajo. Gracias al uso de estas herramientas se pueden planear, organizar y controlar mejor las actividades de mantenimiento.

Algunas de estas herramientas se explican a continuación.

1.7.1. PRINCIPIO DE PARETO

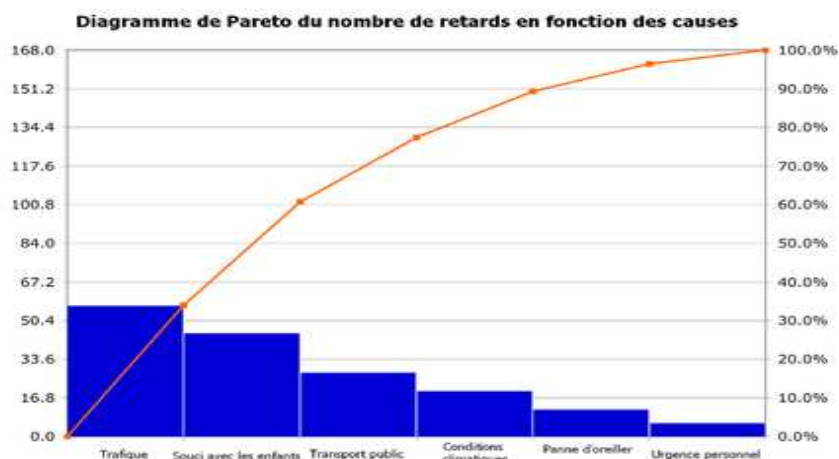


Figura 1.1 Modelo del Diagrama de Pareto.

Descripción

Pareto enunció el principio basándose en el denominado conocimiento empírico. Observó que la gente en su sociedad se dividía naturalmente entre los «pocos de mucho» y los «muchos de poco»; como se muestra en la figura se establecían así dos grupos de proporciones 80-20 tales que el grupo minoritario, formado por un 20% de población, ostentaba el 80% de algo y el grupo mayoritario, formado por un 80% de población, el 20% de ese mismo algo.

Estas cifras son arbitrarias; no son exactas y pueden variar. Su aplicación reside en la descripción de un fenómeno y, como tal, es aproximada y adaptable a cada caso particular.

El principio de Pareto se ha aplicado con éxito a los ámbitos de la política y la Economía. Se describió cómo una población en la que aproximadamente el 20% ostentaba el 80% del poder político y la abundancia económica, mientras que el otro 80% de población, lo que Pareto denominó «las masas», se repartía el 20% restante

de la riqueza y tenía poca influencia política. Así sucede, en líneas generales, con el reparto de los bienes naturales y la riqueza mundial.

Después de que Pareto enunciara el principio, se ha constatado que es aplicable a muchas y diversas situaciones. El principio dice que el 20% de una acción producirá el 80% de los efectos, mientras que el 80% restante sólo origina el 20% de los efectos. Para un reparto equitativo hay que conseguir minimizar el principio de Pareto, de forma que el reparto esté lo más alejado posible de una distribución de proporciones 80-20.

1.7.2 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

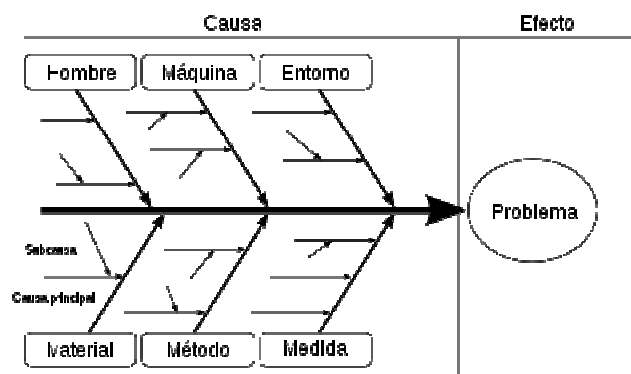


Figura 1.2 Modelo del Diagrama de Ishikawa.

El **Diagrama de Ishikawa**, también llamado **diagrama de causa-efecto**, es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria y posteriormente en el de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como es la calidad de los procesos, los productos y servicios. Fue concebido por el ingeniero japonés Dr. Kaoru Ishikawa en el año 1953. Se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: **como se muestra en la figura el diagrama de espina de pescado**, consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una

especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha.

El problema analizado puede provenir de diversos ámbitos como la salud, calidad de productos y servicios, fenómenos sociales, organización, etc. A este eje horizontal van llegando líneas oblicuas -como las espinas de un pez- que representan las causas valoradas como tales por las personas participantes en el análisis del problema. A su vez, cada una de estas líneas que representa una posible causa, recibe otras líneas perpendiculares que representan las causas secundarias. Cada grupo formado por una posible causa primaria y las causas secundarias que se le relacionan forman un grupo de causas con naturaleza.

1.7.3 ANÁLISIS MODAL DE FALLO Y EFECTO (AMFE)³

Este tipo de herramienta permite un análisis participativo mediante grupos de mejora o grupos de análisis, que mediante técnicas como por ejemplo la lluvia de ideas, sesiones de creatividad, y otras, facilita un resultado óptimo en el entendimiento de las causas que originan un problema, con lo que puede ser posible la solución del mismo.

El AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) es una de las herramientas más utilizadas en la planificación de calidad, los tipos que existen son: AMFE de Producto para evaluar su diseño, y AMFE de Proceso para evaluar las deficiencias que puede ocasionar un mal funcionamiento del mismo en el producto o servicio.

1.7.3.1 Definición

Es una herramienta de análisis para la identificación, evaluación y prevención de los posibles fallos y efectos desde el diseño, proceso y operación de un sistema, antes que este pueda afectar al cliente.

³www.fundibeq.org

El análisis de la evaluación puede tomar dos caminos: primero, empleando datos históricos y segundo, empleando modelos estadísticos, matemáticos, simulación ingeniería concurrente e ingeniería de fiabilidad que puede ser empleada para identificar y definir las fallas. No significa que un modelo sea superior a otro. Ambos pueden ser eficientes, precisos y correctos si se realizan adecuadamente.

El AMFE se ha introducido en las actividades de mantenimiento industrial gracias al desarrollo del Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad o RCM -Reliability Center Maintenance- que lo utiliza como una de sus herramientas básicas. En un principio se aplicó en el mantenimiento en el sector de aviación (Plan de mantenimiento en el Jumbo 747) y debido a su éxito, se difundió en el mantenimiento de plantas térmicas y centrales eléctricas. Hoy en día, el AMFE se utiliza en numerosos sectores industriales y se ha asumido como una herramienta clave en varios de los pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Los propósitos del AMFE son:

- Identificar los modos de fallas potenciales y conocidas
- Identificar las causas y efectos de cada modo de falla
- Priorizar los modos de falla identificados de acuerdo al número de prioridad de riesgo (NPR) o - frecuencia de ocurrencia, gravedad y grado de facilidad para su detección.

El fundamento de la metodología es la identificación y prevención de las averías que conocemos (se han presentado en el pasado) o potenciales (no se han presentado hasta la fecha) que se pueden producir en un equipo. Para lograrlo es necesario partir de la siguiente hipótesis:

Dentro de un grupo de problemas, es posible realizar una priorización de ellos.

Existen tres criterios que permiten definir la prioridad de las averías:

- Ocurrencia (O)

- Gravedad (G)
- Detección (D)

La ocurrencia es la frecuencia de la avería. La gravedad es el grado de efecto o impacto de la avería. Detección es el grado de facilidad para su identificación.

Existen diferentes formas de evaluar estos componentes. La forma más usual es el empleo de escalas numéricas llamadas *criterios de riesgo*. Los criterios pueden ser cuantitativos y/o cualitativos. Sin embargo, los más específicos y utilizados son los cuantitativos. El valor más común en las empresas es la escala de 1 a 10. Esta escala es fácil de interpretar y precisa para evaluar los criterios. El valor inferior de la escala se asigna a la menor probabilidad de ocurrencia, menos grave o severo y más fácil de identificar la avería cuando esta se presente. En igual forma un valor de 10 de asignará a las averías de mayor frecuencia de aparición, muy grave donde de por medio está la vida de una persona y existe una gran dificultad para su identificación.

La prioridad del problema o avería para nuestro caso, se obtiene a través del índice conocido como Índice Prioritario de Riesgo (IPR). Este número es el producto de los valores de ocurrencia, severidad y detección. El valor IPR no tiene ningún sentido simplemente sirve para clasificar en un orden cada unos de los modos de falla que existen en un sistema. Una vez que el IPR se ha determinado, se inicia la evaluación sobre la base de definición de riesgo. Usualmente este riesgo es definido por el equipo que realiza el estudio, teniendo como referencia criterios como: menor, moderado, alto y crítico. En el mundo del automóvil (Ford 1992) se ha interpretado de la siguiente forma el criterio de riesgo:

- Debajo de un riesgo menor, no se toma acción alguna
- Debajo de un riesgo moderado, alguna acción se debe tomar
- Debajo de un alto riesgo, acciones específicas se deben tomar. Se realiza una evaluación selectiva para implantar mejoras específicas.

- Debajo de un riesgo crítico, se deben realizar cambios significativos del sistema. Modificaciones en el diseño y mejora de la fiabilidad de cada uno de los componentes.

1.7.3.2 Características Principales

A continuación se citan una serie de características que ayudan a comprender la naturaleza de la herramienta.

Carácter preventivo

El anticiparse a la ocurrencia del fallo en los productos, servicios o en los procesos permite actuar con carácter preventivo ante los posibles problemas.

Sistematización

El enfoque estructurado que se sigue para la realización de un AMFE asegura, prácticamente, que todas las posibilidades de fallo han sido consideradas.

Guía en la priorización

La metodología del AMFE permite priorizar las acciones necesarias para anticiparse a los problemas dando criterios para resolver conflictos entre acciones con efectos contrapuestos.

Participación

La realización de un AMFE es un trabajo en equipo, que requiere la puesta en común de los conocimientos de todas las áreas afectadas.

1.8. FALLO

Definición

Se dice que un producto o un proceso falla, cuando no lleva a cabo, de forma satisfactoria, la presentación que de él se espera (su función).

1.9. MODO POTENCIAL DE FALLO.

Definición

Es la forma en que es posible que un producto o un proceso falle (Ej. rotura, deformación, dilación, etc.).

1.10. EFECTO POTENCIAL DE FALLO.

Definición

Es la consecuencia que pueda traer consigo la ocurrencia de un Modo de Fallo, tal y como las experimentaría el cliente (Ej. Deformación – no funciona).

1.11. PLANIFICACION Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO⁴

Para una planificación adecuada y coherente con miras a evitar fricciones y malos entendidos entre las personas y que muchas veces terminan generando un ambiente laboral desagradable, así como el incumplimiento de las obligaciones y de derechos por parte de los empleadores y los trabajos o empleados de una empresa, esta relación obrero patronal que necesariamente deben involucrarse en el desarrollo de los diferentes programas productivos, o de servicios y con miras a lograr la mas alta eficiencia , productividad y con un alto índice de seguridad y una mínima afección al medio ambiente, objetivos fundamentales para la cuál fue creada una empresa, es necesario empaparse de las leyes, normas y reglamentos que rigen en el campo laboral, de control y disciplina creados por los entes competentes en general y en la misma empresa, con miras a reglamentar, regular, y hacer cumplir dichas leyes, para esto es muy importante instruirnos e informarnos a través de los diferentes órganos jurídicos como son:

- Código de trabajo

⁴ JACOME, Fernando, Ingeniería de mantenimiento

- Reglamento de higiene y seguridad del trabajo
- Reglamento Interno
- Organigrama Estructural
- Organigrama Orgánico – Funcional

Los mismos que se deben analizar concienzudamente para no cometer errores de forma o de fondo cuando se este estructurando el plan de actividades, especial atención se debe tener cuando sea de elegir al personal para la realización de las diferentes actividades.

Una de las primeras actividades que se debe hacer al iniciar las labores en una empresa es recuperar todos los datos técnicos como: catálogos, planos, reportes estadísticos, etc. Además de la mayor cantidad de información técnica de interés para el área de mantenimiento, algunos de estos documentos son:

- Manuales de operación de las máquinas, equipos, etc.
- Manuales de piezas y de partes de las máquinas y equipos
- Manuales técnicos
- Diagramas, y planos
- Planos de ubicación
- Revistas técnicas de interés para el área de mantenimiento

Todo este material debe ser codificado y archivado cuidadosamente, en caso de no disponer de parte de este material se procederá a solicitar al departamento administrativo de la empresa para obtener las facturas correspondientes de la compra de dichos equipos en los mismos que se encontraran las direcciones pertinentes para solicitar la compra de dichos catálogos, por intermedio del departamento correspondiente.

1.12. ORGANIZACIÓN Y CONTROL DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Para iniciar las actividades operativas preliminares previas a la planificación del mantenimiento preventivo, es necesario y luego analizar las preguntas previamente planteadas, se procederá a realizar un cronograma de actividades en función del tiempo requerido para dichos trabajos y que deben ser controlados permanentemente el avance de los mismos, para esto se debe escoger a las personas mas idóneas a las mismas que se calificara con el avance de los trabajos a ellos encomendados, de ser necesario se incrementara personal para evitar retrasos a los mismos.

1.13. PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Para establecer la programación de las actividades de mantenimiento se comienza por el análisis técnico de cada equipo que integra el área de producción o de servicio, es decir, mediante el conocimiento técnico y el historial de cada uno de ellos considerando factores como:

- Fijar objetivos.
- Desarrollar un plan estratégico.
- Definir políticas y metas del área de mantenimiento.
- Tiempo de vida.
- Número de intervenciones.
- Establecer problemas crónicos.
- Estimar carga de trabajo.
- Manejo del equipo.
- Disponibilidad del equipo.

Basados en ellos se podrá elaborar una lista de actividades de mantenimiento con sus respectivas periodicidades y de acuerdo a esto se podrá catalizar recursos, tanto económicos como humanos.

1.14. EJECUCION DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO

Esta actividad consiste en el cumplimiento de las tareas programadas que se realizarán en los equipos y del respectivo registro, creado para el control de los mismos, tratando siempre de cumplir con los siguientes puntos:

- ❖ Especificar las actividades diarias que cada equipo necesita.
- ❖ Verificar si las actividades previstas y las tareas a ser ejecutadas se desarrollen satisfactoriamente.
- ❖ Garantizar el uso necesario de recursos, evitando excesos o faltas.
- ❖ Compatibilizar las necesidades del mantenimiento con las características de los equipos de acuerdo a los procedimientos de mantenimiento y los recursos disponibles.
- ❖ Garantizar el cumplimiento de las actividades en forma lógica y sin restricciones de naturaleza técnica, operacional o administrativa.
- ❖ Dar seguimiento a todas las etapas comprendidas en el mantenimiento.

1.15. COMPARACIÓN DE COSTOS DE LOS 5 SISTEMAS DE MANTENIMIENTO MÁS COMUNES

Tabla 1.1 Comparación de Costos de los Cinco Sistemas.

COSTOS	CORRECTIVO	PREVENTIVO	PREDICTIVO	TPM	RCM
Para implementar	Bajo	Mediano	Altos	Muy alto	Altos
Improductivos	Altos	Mediano	Muy bajos	Muy bajos	Bajos

Tiempo de parada	Muy alto	Predefinidos	Muy bajo	Bajo	Medio
Asociado a existencia de repuestos	Alto	Muy alto	Muy bajo	Medio	Medio

Después de la descripción de cada uno de los tipos de mantenimiento, se realizó una valoración (muy bajo, bajo, alto, muy alto) para seleccionar el más adecuado, seleccionando al mantenimiento preventivo como modelo a seguir para el Área de Mantenimiento Hidráulico de la Empresa Eléctrica s.a.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN OPERACIONAL DEL EQUIPO

2.1. INTRODUCCIÓN

La palabra "Hidráulica" proviene del griego "hydor" que significa "agua". Hoy el término hidráulica se emplea para referirse a la transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de líquidos, es decir, se utilizan los líquidos para la transmisión de energía, en la mayoría de los casos se trata de aceites minerales pero también pueden emplearse otros fluidos, como líquidos sintéticos, agua o una emulsión agua-aceite.

En la actualidad las aplicaciones de la hidráulica, utilizando como medio de transmisión de energía el aceite y neumática son muy variadas, esta amplitud en los usos se debe principalmente al diseño y fabricación de elementos de mayor precisión y con materiales de mejor calidad, acompañado además de estudios más acabados de las materias y principios que rigen la hidráulica y neumática. Todo lo anterior se ha visto reflejado en equipos que permiten trabajos cada vez con mayor precisión y con mayores niveles de energía, lo que sin duda ha permitido un creciente desarrollo de la industria en general.

Dentro de las aplicaciones se pueden distinguir dos, móviles e industriales:

Aplicaciones Móviles

El empleo de la energía proporcionada por el aire y aceite a presión, puede aplicarse para transportar, excavar, levantar, perforar, manipular materiales, controlar e impulsar vehículos móviles tales como:

- Tractores
- Grúas
- Retroexcavadoras
- Camiones recolectores de basura
- Cargadores frontales
- Frenos y suspensiones de camiones
- Vehículos para la construcción y mantención de carreteras
- Etc.

Aplicaciones Industriales

En la industria, es de primera importancia contar con maquinaria especializada para controlar, impulsar, posicionar y mecanizar elementos o materiales propios de la línea de producción, para estos efectos se utiliza con regularidad la energía proporcionada por fluidos comprimidos. Se tiene entre otros:

- Maquinaria para la industria plástica
- Máquinas herramientas
- Maquinaria para la elaboración de alimentos
- Equipamiento para robótica y manipulación automatizada
- Equipo para montaje industrial
- Maquinaria para la minería
- Maquinaria para la industria siderúrgica
- Etc.

Los sistemas hidráulicos desempeñan un papel muy importante en el funcionamiento eficiente de una máquina. Como los sistemas hidráulicos actuales son más sofisticados que nunca, para que proporcionen la máxima productividad y seguridad al menor coste posible, es necesario aplicar técnicas de gestión y mantenimiento de sistemas.

2.2. SISTEMAS HIDRAÚLICOS.

El sistema hidráulico es una red interdependiente cuidadosamente equilibrada. Los componentes hidráulicos están diseñados para trabajar juntos, constituyendo un sistema que proporcione la máxima eficiencia y seguridad que, finalmente, conducirá a que la productividad de la máquina sea mayor y los costos de operación lo más bajos posibles.

2.2.1. ELEMENTOS EN EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS OLEOHIDRAÚLICOS

La Hay tres elementos a considerar en el mantenimiento de los sistemas oleohidráulicos:

2.2.1.1 Prevención

Muchos problemas, el primero la contaminación, pueden ser evitados. Algunos componentes están expuestos al polvo, arena y agua que, por consiguiente, pueden entrar en el sistema oleohidráulico y causar un desgaste prematuro. Si puede controlar esta contaminación podrá mantener la eficiencia del sistema y corregir los problemas antes de que se conviertan en costosas averías.

2.2.1.2 Detección

Los sistemas oleohidráulicos son sistemas cerrados, lo que quiere decir que la mayor parte del desgaste de los componentes se produce internamente. Para detectar el desgaste y otros problemas dentro del sistema no hay más herramienta disponible que el analizar el aceite periódicamente.

2.2.1.3 Inspección

La observación diaria de la máquina, la búsqueda de fugas y el control de las prestaciones de la máquina, pueden detectar muchos problemas antes de que obliguen a una parada no programada de la máquina.

2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA HIDRAULICA Y NEUMATICA

Los sistemas de transmisión de energía oleohidráulicos y neumáticos son una garantía de seguridad, calidad y fiabilidad a la vez que reducen costos.

La Seguridad es de vital importancia en la navegación aérea y espacial, en la producción y funcionamiento de vehículos, en la minería y en la fabricación de productos frágiles. Por ejemplo, los sistemas oleohidráulicos y neumáticos se utilizan para asistir la dirección y el frenado de coches, camiones y autobuses.

Los sistemas de control oleohidráulico y el tren de aterrizaje son los responsables de la seguridad en el despegue, aterrizaje y vuelo de aviones y naves espaciales. Los rápidos avances realizados por la minería y construcción de túneles son el resultado de la aplicación de modernos sistemas oleohidráulicos y neumáticos.

La Fiabilidad, el manejo de grandes potencias y la Precisión son necesarios en una amplia gama de aplicaciones industriales en las que los usuarios exigen cada vez más una mayor calidad y eficiencia. Los sistemas oleohidráulicos y neumáticos utilizados en la manipulación, sistemas de fijación y robots de soldadura aseguran un rendimiento y una productividad elevados, por ejemplo, en la fabricación de automóviles.

En relación con la industria del plástico, la combinación de la oleohidráulica, la neumática y la electrónica hacen posible que la producción esté completamente automatizada, ofreciendo un nivel de calidad constante con un elevado grado de precisión.

Los sistemas neumáticos juegan un papel clave en aquellos procesos en los que la higiene y la precisión son de suma importancia, como es el caso de las instalaciones de la industria farmacéutica y alimenticia, entre otras. La Reducción en el costo es un factor vital a la hora de asegurar la competitividad de un país industrial.

La tecnología moderna debe ser rentable y la respuesta se encuentra en los sistemas oleohidráulicos y neumáticos. Entre otros ejemplos, cabe citar el uso generalizado de estos sistemas en la industria de carretillas elevadoras controladas hidráulicamente, las máquinas herramientas de alta tecnología, así como los equipos de fabricación para procesos de producción automatizada, las modernas excavadoras, las máquinas de construcción y obras públicas y la maquinaria agrícola.

Con respecto a la manipulación de materiales y para citar unos ejemplos, los sistemas oleohidráulicos permiten que una sola persona pueda trasladar, fácil y rápidamente, grandes cantidades de arena o de carbón.

2.3.1. VENTAJAS DE LA OLEOHIDRAÚLICA

- Permite trabajar con elevados niveles de fuerza o momentos de giro
- El aceite empleado en el sistema es fácilmente recuperable
- Velocidad de actuación fácilmente controlable
- Instalaciones compactas
- Protección simple contra sobrecargas
- Cambios rápidos de sentido

2.3.2. DESVENTAJAS DE LA OLEOHIDRAÚLICA

- El fluido es más caro
- Perdidas de carga
- Personal especializado para la mantención

- Fluido muy sensible a la contaminación.

2.4. FLUIDO.

2.4.1. GENERALIDADES

El aceite en sistemas hidráulicos desempeña la doble función de lubricar y transmitir potencia. Constituye un factor vital en un sistema hidráulico, y por lo tanto, debe hacerse una selección cuidadosa del aceite con la asistencia de un proveedor técnicamente bien capacitado.

Una selección adecuada del aceite asegura una vida y funcionamiento satisfactorios de los componentes del sistema, principalmente de las bombas y motores hidráulicos y en general de los actuadores.

Algunos de los factores especialmente importantes en la selección del aceite para el uso en un sistema hidráulico industrial, son los siguientes:

- 1. El aceite debe contener aditivos que permitan asegurar una buena característica anti desgaste. No todos los aceites presentan estas características de manera notoria.
- 2. El aceite debe tener una viscosidad adecuada para mantener las características de lubricante y limitante de fugas a la temperatura esperada de trabajo del sistema hidráulico.
- 3. El aceite debe ser inhibidor de oxidación y corrosión.
- 4. El aceite debe presentar características antiespumantes.

Para obtener una óptima vida de funcionamiento, tanto del aceite como del sistema hidráulico; se recomienda una temperatura máxima de trabajo de 65°C.

2.4.2. MISIÓN DE UN FLUIDO EN OLEOHIDRAÚLICA

- Transmitir potencia
- Lubricar
- Minimizar fugas
- Minimizar pérdidas de carga
- Refrigerar el sistema

2.4.3. FLUIDOS EMPLEADOS

- Aceites minerales procedentes de la destilación del petróleo
- Agua – glicol
- Fluidos sintéticos
- Emulsiones agua – aceite

2.5. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO HIDRAÚLICO

En la Empresa Eléctrica Quito el equipo hidráulico de apoyo y maniobras en redes eléctricas aéreas constas de unidades de diferentes años y modelos. El número que lo conforma es de cuarenta y ocho unidades como se detallan en la tabla 2.1 y tabla 2.2, con miras de las autoridades a aumentar esta cantidad. Principalmente las labores a las que son destinadas son trabajos de operación y mantenimiento en redes de distribución de energía eléctrica aéreas.

CANASTILLAS				
MARCA	MODELO	CÓDIGO	AÑO	CANTIDAD DISPONIBLE
BAKER	36	389	1976	1
PITMAN	HS 36 LC	4-387 ; 4-390	1978	2
PITMAN	HS 54 MN 22	4-384 ; 4-383; 4-388	1985	3
ALTEC	AT 250 G	424; 426; 459;460; 491	1989	6
ALTEC	AO 300	4-309; 4-374; 4-307; 4-312; 4-308	1993	4
ALTEC	AN 757	4-309;4-374;4-307; 4-312;4-308	1993	5
TECO	GEMINI 4	4-375; 4-373	1994	4
ALTEC	AN 755	4-405	1994	2
MTI	HOLAN 230	4-729; 4-427	1998	3
ALTEC	AT 30 G	1-463; 1-465; 1-115	2006	7
ALTEC	AN 755	4-405; 4-399	2007	2
ALTEC	AM 55	1-048; 1-049	2008	2

Tabla 2.1 Canastillas que dispone la Empresa Eléctrica Quito S.A.

GRÚAS				
MARCA	MODELO	CÓDIGO	AÑO	CANTIDAD DISPONIBLE
SKB	10 TM	1-305	1978	1
PITMAN	110 B	1-378; 3-355	1978	2
IMT	725	1-306	1982	2
FASSI	F5 33	4-386; 4-379	1984	3
IMT	8036	1-192; 3-191	1989	4
ALTEC	D820 TB	1-311; 1-310; 1-314	1992	3
ALTEC	D845 TB	4-402; 4-400; 4-403	1994	5
ALTEC	DM45 TB	4-462	2006	1
ALTEC	DL45 TB	1-045	2007	1

Tabla 2.2 Grúas que dispone la Empresa Eléctrica Quito S.A.

A continuación se realiza una breve descripción tanto de canastillas como de grúas que forman parte del equipo hidráulico de apoyo y maniobras en redes eléctricas aéreas de la E.E.Q.S.A.

2.5.1. CANASTILLAS TELESCÓPICAS Y ARTICULADAS.

Según Las Canastillas telescópicas tienen una amplia capacidad de maniobra, con brazo hidráulico equipado con un barquillo que permite llevar a un hombre y su equipo para efectuar trabajos de operación y mantenimiento en redes de distribución de energía eléctrica en condiciones seguras y confiables. Por otro lado las Canastillas articuladas sobre centro viene equipado con dos barquillos que permite llevar a dos hombres.

El Sistema Hidráulico es activado por una bomba hidráulica movida por un grupo Toma Fuerza (PTO) accionado desde la caja de cambios del vehículo (mecanismo principal). El sistema hidráulico consiste de compensador de presión, sensor de carga y bomba de alta eficiencia. Además viene instalado de una electrobomba a 12 voltios para emergencia, entra en operación automáticamente al detectar falla del sistema principal.

También consta de comandos, dos juegos completos ubicados, uno en el barquillo (plataforma) y otro en la base de la canastilla (panel con palancas individuales para cada función de movimiento).

Los comandos deben interrumpir su acción para prevenir la operación más allá de los límites establecidos. Los controles del barquillo (Plataforma) serán para controlar las funciones de rotación, extensión y elevación del canasto. La figura 2.1 muestra las especificaciones generales de la unidad.

2.5.2. GRÚAS TELESCÓPICAS Y ARTICULADAS.

Las Grúas telescópicas tienen una amplia capacidad de maniobra, estas unidades tiene una pluma inferior con plumas telescópicas intermedia y superior. Las plumas inferior e intermedia son de acero. La pluma superior es de fibra de vidrio. Además vienen equipados con un barquillo que permite llevar a un hombre y su equipo para efectuar trabajos de operación y mantenimiento en redes de distribución de energía eléctrica en condiciones seguras y confiables.

El Sistema Hidráulico es activado por una bomba hidráulica movida por un grupo Toma Fuerza (PTO) accionado desde la caja de cambios del vehículo (mecanismo principal). El sistema hidráulico consiste de compensador de presión, sensor de carga y bomba de alta eficiencia. Además viene instalado de una electrobomba a 12 voltios para emergencia, entra en operación automáticamente al detectar falla del sistema principal. La figura 2.2 muestra las especificaciones generales de la unidad.

2.6. PARTES COMPONENTES.

Es Tanto las canastillas como las grúas los componentes básicos estructurales son: brazos estabilizadores, chasis, pedestal, tornamesa, pluma inferior y pluma superior. Las estructuras de acero están hechas en forma de una caja cerrada. Este estilo estructural resiste la carga de torsión, la tensión, compresión y la carga de ruptura que pueden aplicarse a la unidad. Se ha dado consideración cuidadosa al proceso de diseño y fabricación para minimizar la posibilidad de roturas por fatiga.

Los componentes estructurales de la pluma cuadrada están hechos de filamentos de fibra de vidrio devanados.

La superficie inferior de fibra de vidrio está cubierta de uretano. La superficie externa tiene un acabado uniforme en gelcoat para proteger la fibra de vidrio.

Los componentes no conductores, cuando se mantienen adecuadamente, se limpia, se secan, no conducen electricidad y están en buenas condiciones según lo establecido en las pruebas dieléctricas, cumplirán con los requisitos dieléctricos de ANSI en vigor al momento de fabricar la unidad. Los usuarios de la unidad deberán conocer y entender las clasificaciones.

Sólo los operadores calificados totalmente capacitados y que sean expertos linderos podrán utilizar estas unidades cerca de conductores energizados. El personal que utilice este equipo debe estar familiarizado con el peligro de tener contacto con los conductores energizados, por su propia seguridad, la de sus colegas y la del público en general.

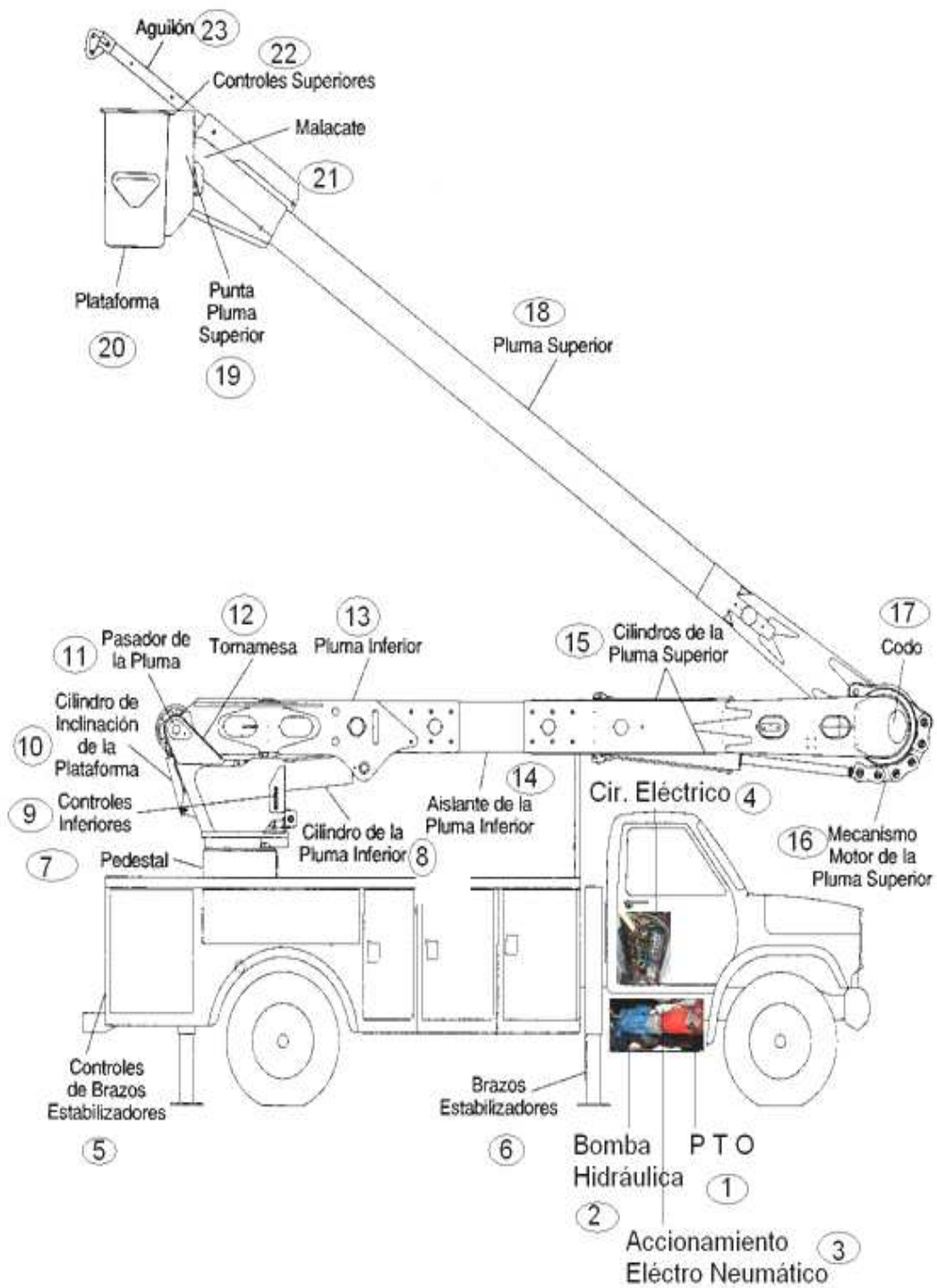


Figura 2.1 Identificación de componentes Canastilla Altec AN

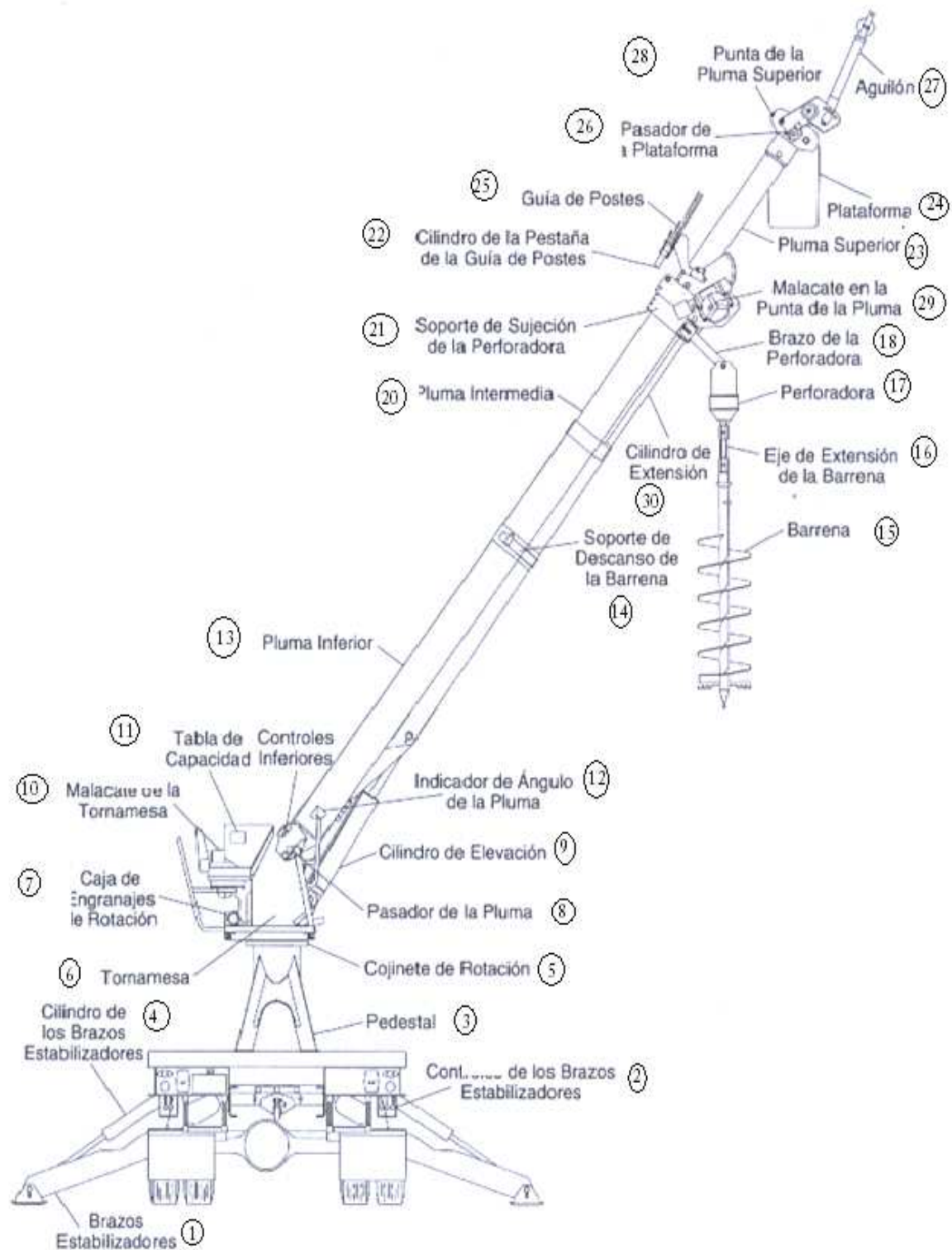


Figura 2.2 Identificación de componentes Grúas Altec DL - DM

2.7. DATOS DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA SEGÚN EL MANUAL DEL FABRICANTE

I. Depósito Hidráulico

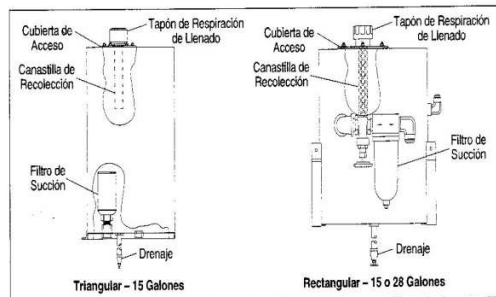


Figura 5.3 — Depósitos Hidráulicos de Aceite

- Revisar que no tenga fugas de aceite hidráulico
- Revisar el nivel de aceite hidráulico en el visor

II. Bomba Hidráulica Principal / Toma de Fuerza



- Revisar que no tenga fugas de la bomba principal ni de la toma de fuerza
- Revisar el desgaste de los ejes estriados de la bomba y el toma
- Revisar accionamiento electro neumático del toma

III. Filtros



- Revisar fugas en el filtro de retorno

IV. Brazos Estabilizadores



- Revisar su funcionamiento (sin fugas)
- Revisar sus estructuras (soldaduras intactas, sin deformaciones o grietas)
- Revisar pasadores y retenedores asegurados
- Revisar alarma de movimiento
- Revisar su operación del sistema de enclavamiento

V. *Pedestal*



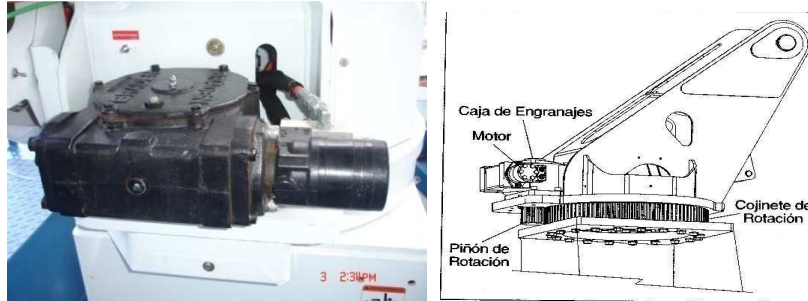
- Revisar su estructura y bases de anclaje (soldaduras intactas, sin deformación o grietas)

VI. *Tornamesa*



- Revisar su estructura (soldaduras intactas, sin deformación o grietas)
- Revisar el pasador y sujetadores del brazo primario asegurados
- Revisar mangueras, tubos, acoples sin fugas

VII. Cojinete de Rotación y Caja de Engranajes



- Revisar tornillos de montaje del motor asegurados
- Revisar seguro del anillo excéntrico en su lugar y asegurado
- Revisar su operación (uniformidad, nivel de ruido, sin fugas)
- Inspección visual del cojinete de rotación dientes y engranajes del piñón
- Inspección visual del juego interno de la caja de engranajes y el balero
- Inspección visual de los tornillos del cojinete de rotación
- Inspección visual de los tornillos de montaje de la caja de engranajes de rotación.

VIII. Controles Inferiores



- Revisar el funcionamiento correcto, sin fugas

- Revisar la operación de arranque / apagado / bomba DC auxiliar del motor
- Revisar indicaciones de movimientos de los mandos

IX. Elevación del Cilindro Primario



- Revisar los cojinetes de pivote asegurados dentro de los ojales del cilindro
- Revisar pasadores del pivote sujetadores asegurados
- Revisar su operación que no tenga fugas
- Revisar su vástago cromado y en buena condición

X. Pluma Inferior



- Revisar su estructura (soldaduras intactas, sin deformaciones o grietas)
- Revisar todos los sujetadores asegurados

- Revisar sujetador del aislador (asegurado)
- Revisar la parte aislada (en buena condición, limpieza sin daños)
- Revisar varillas / cadena de nivelación (condición, tensores asegurados con alambre)
- Revisar que por la parte interna no tenga fugas

XI. Codo



- Revisar los sujetadores del eje de nivelación
- Revisar pasadores del mecanismo de mando de la pluma superior (condición del sujetador, tornillos asegurados)
- Revisar mangueras que van por la parte interna (colocación, condición, sin fugas)
- Revisar tornillos de la placa de empuje asegurados

XII. Cilindros de la Pluma Superior



- Revisar sujetadores de pasador asegurados
- Revisar su operación que no tenga fugas
- Revisar los vástagos cromados y en buenas condiciones

XIII. Pluma Superior



- Revisar los tornillos de unión parte metálica a fibra de vidrio de la pluma superior (segura)
- Revisar fibra de vidrio en buenas condiciones, limpieza , sin daños
- Revisar varillas y cadena de nivelación (condición, tensores asegurados con alambre, corredera de nivelación en su lugar)

XIV. Plataforma

- Revisar montaje asegurado (ménsula, pasadores, pernos y sujetadores)
- Revisar plataforma en buenas condiciones y limpieza en general
- Revisar estructuras del montaje (soldaduras intactas, sin deformación o grietas)

XV. Manejo de Materiales

- Revisar aguilón / polea en buenas condiciones, que gire libremente

- Revisar el cilindro de inclinación / extensión del aguilón sin fugas y con los sujetadores
- Revisar estructuras del aguilón / malacate (soldaduras intactas, sin deformación o grietas)
- Revisar pasadores de montaje, afianzadores y sujetadores asegurados
- Revisar operación en buen estado, sin fugas de aceite
- Revisar línea / gancho del malacate en buenas condiciones

XVI. Controles Superiores



- Revisar su operación , calibración, dirección correcta, sin fugas
- Revisar acoples de herramientas (condición, operación, capuchones guardapolvos)
- Revisar los mandos en buen estado y funcionamiento

XVII. Pruebas Requeridas

- Realizar prueba dieléctrica del equipo hidráulico
- Realizar prueba dieléctrica del aceite hidráulico

XVIII. Circuitos eléctricos: PDM y Luz piloto



- Revisar buen funcionamiento del sistema eléctrico
- Revisar fusibles buen estado
- Revisar relés
- Revisar horómetro, luz piloto en buenas condiciones
- Revisar circuito eléctrico de licuadoras y equipo hidráulico

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO.

3.1. INTRODUCCIÓN

Para En la actualidad la empresa no cuentan con un sistema de mantenimiento preventivo para el equipo hidráulico que es fundamental en el desarrollo de la empresa ya que la canastillas y grúas debe estar en perfecto estado para garantizar la seguridad de los operarios, además dar un buen servicio y mejoramiento continuo en la distribución de energía eléctrica, por lo que es muy importante tener a la mano todas las características del equipo hidráulico para que el personal autorizado tenga muy claro las actividades de mantenimiento que se debe hacer. Tomando en cuenta todos los pasos que se deben realizar y los riesgos que tienen los técnicos encargados del mantenimiento.

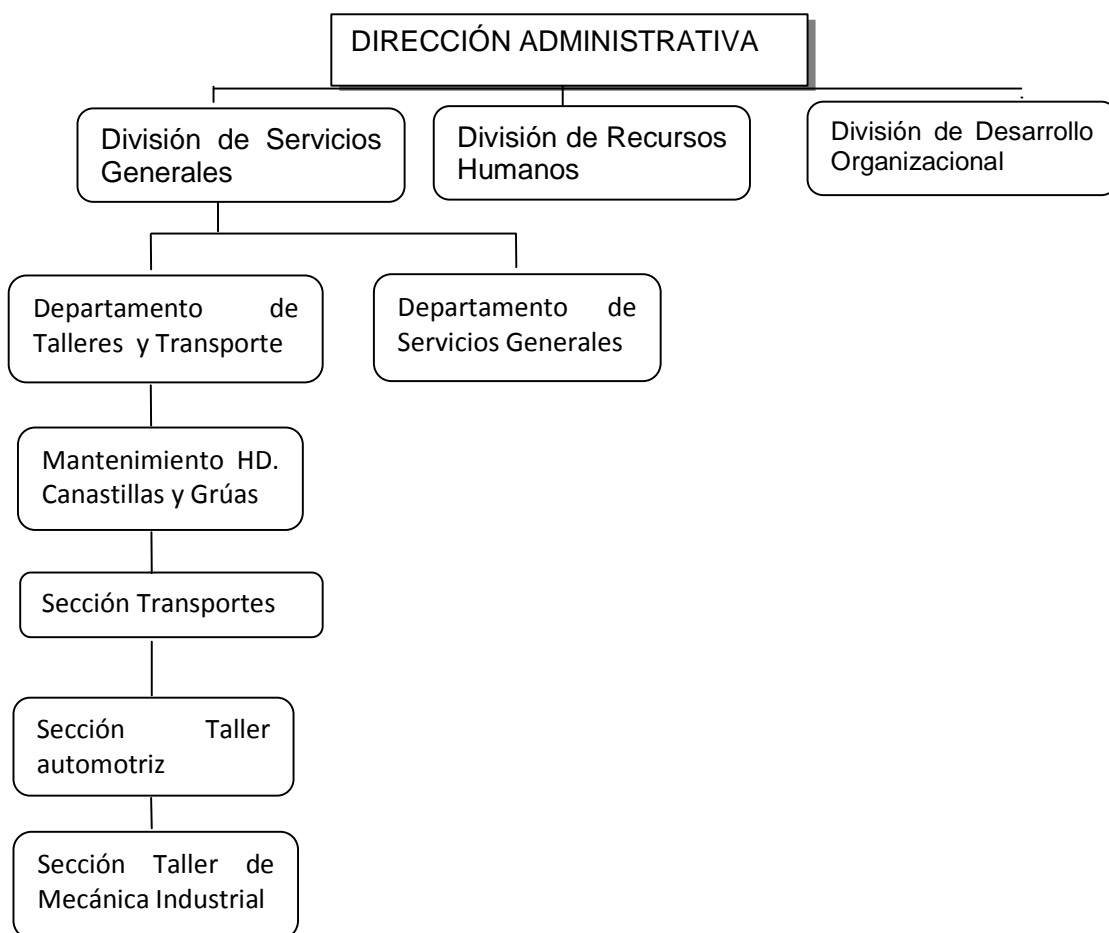
El mantenimiento que queremos emprender es crear un sistema de mantenimiento preventivo más técnico y capacitar al personal de mantenimiento para tener un proceso de calidad y así los operadores puedan trabajar sin ningún inconveniente bajo las normas de seguridad exigidas.

El tema de diseñar un sistema de mantenimiento preventivo para el equipo hidráulico nos permitirá tener una visión mucho más amplia de la ayuda que esto representa a la empresa ya que se va a dar un cambio en el proceso de mantenimiento preventivo del equipo hidráulico y sus actividades diarias para reducir el costo de operación de las unidades y la mano de obra.

Al operarse con una mayor eficiencia con la ayuda de un sistema de mantenimiento preventivo, se lograra que las unidades o equipo hidráulico tengan un trabajo eficiente en las diversas actividades que realizan dentro de la empresa eléctrica., y por lo tanto mejore las condiciones de trabajo y la calidad en la distribución de la energía eléctrica, estos factores incrementará la competitividad, además de mejorar la imagen como empresa de servicios.

3.2. DIRECCIÓN ADMINISTRATIVA

La Dirección Administrativa ha definido cargos y responsabilidades de trabajo en la figura se muestra la disposición organizativa.



3.3. REGISTRO DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS⁵

Este registro se realiza para controlar la disponibilidad de las unidades tanto grúas como canastillas. Factores considerados:

ET: ejecución de trabajo

HE: horas en espera

FR: falta repuestos

3.3.1. CODIFICACIÓN DE CANASTILLAS Y GRÚAS

Para lograr una estructura organizada en la aplicación de trabajos correspondientes a mantenimiento la Empresa Eléctrica Quito s.a. ha planteado la codificación de las unidades como se indica en los siguientes registros.

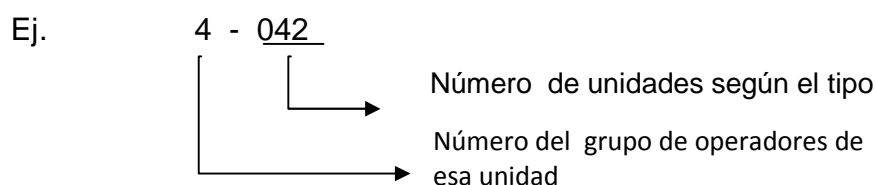


Tabla 3.1 Registro de intervenciones en Canastillas y grúas

UNIDADES E INTERVENCIONES			FECHA		HORAS			
			ENTRA	SALE	ET	FR	HE	TOTAL
ITEM	CÓD.	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS EJECUTADOS						
01	4-042	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-09	2007-11-30	8			8
02	4-043	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-21	2007-12-10			8	8
03	4-428	Canastilla MTI. Mantenimiento correctivo	2007-12-28	2008-01-02	1			1

⁵ FACILITADO POR: EMPRESA ELECTRICA QUITO S.A

04	4-458	Canastilla Altec. Mantenimiento correctivo.	2007-12-29	2008-01-05	5	3		8
05	4-380	Grúa Fassi. Mntto. Correctivo.	2008-01-02	2008-01-10	8			8
06	1-194	Grúa IMT. Mntto.correctivo.	2008-01-02	2008-01-10	8			8
07	4-042	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-09	2007-11-20	16			16
08	4-043	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-21	2007-11-28			16	16
09	4-458	Canastilla Altec. Mntto. correctivo.	2007-12-29	2008-01-05	8	8		16

ITEM	COD							
10	4-042	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-09	2008-01-05	16		8	24
11	4-043	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-21	2008-01-05	8		16	24
12	4-458	Canastilla Altec. Mntto. correctivo.	2007-12-29	2008-01-05	16	8		24
13	1-194	Grúa IMT. Mntto. Correctivo.	2008-01-02	2008-01-04	24			24
14	4-424	Canastilla Altec. Mntto. Correctivo.	2008-01-03	2008-01-05	16			16
15	4-461	Canastilla Altec. Mntto. Correctivo.	2008-01-04	2008-01-04	4			4
16	4-403	Grúa Altec. Mntto. Correctivo. Reparar acelerador Auxiliar.	2008-01-04	2008-01-04	3			3
17	4-405	Canastilla Altec. Mntto. Correctivo. Cambiar licuadoras.	2008-01-04	2008-01-04	2			2

18	4-042	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-09	2007-11-29	24		8	32
19	4-043	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-21	2007-11-30	16		16	32
20	4-458	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo.	2007-12-29	2008-01-05	24	8		32
21	4-424	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-01-03	2008-01-05	24			24
22	4-459	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo.	2008-01-07	2008-01-10	8			8
23	4-042	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-09	2007-11-29	29		11	40

ITEM	COD							
24	4-458	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo.	2007-12-29	2008-01-04	32	8		40
25	4-424	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-01-03	2008-01-10	32			32
26	4-459	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo.	2008-01-07	2008-01-15	16			16
27	4-492	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-01-08	2008-01-20	2			2
28	4-042	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-09	2007-11-17	34		14	48
29	4-043	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-21	2007-12-03	24		24	48
30	4-458	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo.	2007-12-29	2008-01-06	40	8		48

31	4-424	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-01-03	2008-01-08	34		6	40
32	4-459	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo.	2008-01-07	2008-01-09				22
		Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-01-08	2008-01-15	7		3	10
33	4-374	Canastilla Teco. Mntto. Correctivo. Cambiar licuadoras.	2008-01-09	2008-01-09	2			2
34	4-042	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-09	2007-11-14	38		18	56
35	4-043	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo.	2007-12-29	2008-01-04	48	8		56
36	4-458	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-01-03	2008-01-10	42		6	48
37	4-424	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-01-08	2008-01-15	15		3	18

39	4-042	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-09	2007-11-15	46		18	64
40	4-043	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-21	2007-11-29	30		34	64
41	4-458	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo.	2007-12-29	2008-01-11	49	8		57
42	4-424	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-01-03	2008-01-10	50		6	56
43	4-492	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-01-08	2008-01-13	23		3	26
44	4-376	Canastilla Teco. Mntto. Preventivo.	2008-01-11	2008-01-12			5	5
45	4-462	Grua Altec. Mntto. Correctivo. Reparar soporte para pivoteo de palancas.	2008-01-11	2008-01-11	6			6
46	4-426	Canastilla Altec. Mntto. Correctivo. Reparar licuadora.	2008-01-11	2008-01-11	1			1

47	4-042	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-09	2007-11-16	50		22	72
48	4-043	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-10-21	2007-10-29	38		34	72
49	4-424	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-01-03	2008-01-14	58		6	64
50	4-492	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-01-08	2008-01-14	25		3	28
51	4-313	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo.	2008-01-14	2008-01-14	8			8
52	4-493	Canastilla Altec. Mntto. Correctivo. Reparar bomba hidraulica principal.	2008-01-14	2008-01-17	8			8
53	4-042	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-09	2007-11-17	54		26	80
54	4-043	Canastilla Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2007-11-21	2008-06-17	42		38	80
55	4-493	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo. Reparar bomba hidraulica principal.	2008-01-14	2008-01-19	16			16
56	4-386	Grua Fassi. Mntto. Correctivo. Reparar plataforma.	2008-06-15	2008-06-17	5			5

57	4-405	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-05-13	2008-05-17	42	46		88
58	4-042	Canastillas Altec. Mntto. Correctivo.	2008-04-21	2008-04-28	24		8	32
59	4-043	Canastillas Altec. Mntto. Correctivo.	2008-06-21	2008-06-29	25		7	32
60	4-312	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-02-25	2008-03-04	16			16

61	1-045	Grúa Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2008-06-25	2008-07-02	126		26	152
62	4-405	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-07-13	2008-07-17	42	54		96
63	4-042	Canastillas Altec. Mntto. Correctivo.	2008-02-21	2008-02-28	24		8	32
64	4-043	Canastillas Altec. Mntto. Correctivo.	2008-02-21	2008-02-25	25		7	32
65	4-312	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-02-25	2008-03-05	16	8		24
66	4-456	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-02-27	2008-03-06	5			5
67	4-386	Grúa Fassi. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-02-27	2008-03-05	3			3
68	1-045	Grúa Altec. Montaje del equipo hidráulico.	2008-01-25	2008-01-31	132		28	160
69	4-405	Canastilla Altec. Mntto. Preventivo y correctivo.	2008-02-13	2008-02-18	42	62		104
70	4-042	Canastillas Altec. Mntto. Correctivo.	2008-02-21	2008-02-27	27		13	40
71	4-043	Canastillas Altec. Mntto. Correctivo.	2008-02-21	2008-02-26	25		15	40

CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO.

La necesidad de crear un sistema de mantenimiento preventivo en los equipos hidráulicos se multiplica en función de los daños que podría ocasionar al personal y a la empresa su parada por avería de equipos especiales.

Tratándose de trabajo tan delicado y peligroso además, de costosos equipos, su revisión debe efectuarse con la periodicidad establecida en su diseño. El sistema de mantenimiento está constituido por una serie de operaciones elementales para su operación, cuyos pasos son denominados técnicamente bloques de información.

Un bloque de información contiene datos específicos que se obtuvo durante los años de trabajo en el campo del mantenimiento, y fruto de esta experiencia de los operarios que están diariamente en este trabajo.

Al poner en práctica las recomendaciones del fabricante debemos tener una planilla anual en donde se especificara las actividades del mantenimiento previamente programadas las mismas que se realizaran trimestralmente, semestralmente y anualmente con sus correspondientes fechas.

4.1. ORDEN DE TRABAJO

Se debe realizar una orden de trabajo para poder elaborar el mantenimiento la cual se adjuntara al registro diario que deben llenar los técnicos que ejecuten el trabajo.

Aquí deberá tener la marca del fabricante de la canastilla, el modelo, las horas, el kilometraje el tipo de mantenimiento, y los trabajos que se van a realizar. La orden va relacionada con todas las características del vehículo.

Esta orden será solicitada por el jefe de turno y aprobada por el encargado del Área de Mantenimiento. Debe tenerse en cuenta que ningún trabajo podrá iniciarse sin la respectiva orden y sin que las condiciones requeridas para dicha labor hayan sido verificadas personalmente por el encargado.

DIVISION DE TALLERES Y TRASPORTES			
ORDEN DE TRABAJO N°			
Fecha Orden:			MTTO:
Taller :			
Vehículo:	Marca:	Modelo:	Tipo:
Área Asignada:			
Supervisor de área: Firma:		Responsable: Firma:	
RECORRIDO	FECHA DE INGRESO	FECHA DE SALIDA	HORAS
Planificado:	Planificado:	Planificado:	Planificado:
Real:	Real:	Real:	Real:
Observaciones:			
TRABAJOS A REALIZAR			
TRABAJOS REALIZADOS			
CÓDIGO DESCRIPCIÓN			

Tabla 4.1 Ejemplo de Orden de Trabajo

4.2. REGISTRO DE INTERVENCIONES PREVENTIVAS

Al haber diseñado el sistema administrativo de mantenimiento se debe adjuntar un registro de las actividades donde se pueda tener claro todos los trabajos realizados por parte de los técnicos encargados de mantenimiento.

La recopilación de datos servirá para empezar a identificar el tipo de fallo, posibles causa que generaron la avería e impactos en el sistema, este formato se llenara siempre que haya un mantenimiento trimestral, semestral. Anual o una parada imprevista, para luego ser utilizado como respaldo en el informe respectivo de falla.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO A TIEMPO FIJO							
REGISTRO DE INTERVENCIONES PREVENTIVAS							
UNIDAD:		MARCA:		MODELO:		Nº DE EMPRESA:	
FECHA		HORAS		KILOMETROS		ORDEN DE TRABAJO Nº	
ENTRA:						APLICACIÓN	
SALE:							
CODIGO Y DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS				TIPO		LA EJECUCION	
				PREV	CORR	DIA	T/H
TOMA FUERZA Nº 1 FIG. 2.1							
1	Revisar y lubricar toma de fuerza						
2	Revisar y/o cambiar eje motriz						
3	Cambiar o reparar válvula de aire						
4	Revisar y/o cambiar chaveta del eje motriz						
5	Cambiar terminales del cable						
6	Cambiar perilla del cable						
7	Revisar o cambiar rulimanes						
8	Revisar o cambiar tapa						
9	Revisar acoplamiento mecánico						
10	Revisar acoplamiento neumático						
11	Cambiar empaques y sellos						
12	Revisar eje de transmisión						
BOMBA HIDRAULICA Nº 2 FIG. 2.1							

13	Revisar y lubricar la bomba hidráulica principal						
14	Revisar eje motriz, cambiar y/o reparar						
15	Cambiar chavetas y rulimanes						
16	Cambiar conjunto de rotador						
17	Cambiar pistas y bocines						
18	Revisar conjunto regulador de flujo						
19	Cambiar conjunto regulador de flujo						
20	Revisar válvula reguladora de presión						
21	Cambiar válvula reguladora de presión						
22	Cambiar sellos y empaques c/año						
23	Revisar acoples de alimentación						
24	Revisar válvula anti retorno						
DEPOSITO HIDRAULICO							
26	Revisar y lavar el tanque de deposito						
27	Revisar filtros del tanque						
28	Revisar acoples de alimentación						
29	Cambiar acoples de alimentación c/año						
30	Revisar mangueras de alimentación						
31	Cambiar empaques y sellos de las tapas del tanque c/año						
32	Revisar medidor de nivel de aceite						
33	Revisar válvula de paso al tanque						
34	Revisar válvula de drenaje						
35	Inspeccionar líneas de alimentación						
36	Revisar manómetros						
37	Cambiar aceite cada trimestre						
CONTROLES INFERIORES Nº 9 FIG. 2.1							
39	Revisar y lubricar palancas de control inferior						
40	Ajustar palancas de control						
41	Revisar válvulas de control						
42	Revisar sellos y empaques de los controles						
43	Revisar carrete sectorizador						
44	Revisar pulsadores de los controles						
45	Revisar cañería de las válvulas						
46	Revisar mangueras						
47	Revisar perillas de las palancas						
48	Revisar cauchos guardapolvos						
49	Revisar el panel del control inferior						
CILINDROS ESTABILIZADORES Nº 4 FIG. 2.2							
50	Revisar y lubricar los cilindros						

51	Overhaul cilindros						
52	Revisar válvulas de seguridad						
53	Revisar camisa del cilindro						
54	Revisar y lubricar biela del cilindro						
55	Revisar pistón del cilindro						
56	Revisar y lubricar cañerías						
57	Revisar mangueras						
58	Revisar válvulas y palancas de control de estabilizadores						
59	Reajustar acoples y cañerías						
PLUMA INFERIOR Y SUPERIOR Nº 13 Y 18 FIG.2.1							
60	Revisar y lubricar articulaciones						
61	Torquear pernos y tuercas						
62	Limpiar secciones de fibra						
63	Revisar pin y seguros de las plumas						
64	Cambiar bocines cada año						
SISTEMA AGUILON Nº23 FIG. 2.1							
65	Revisar y lubricar el sistema del winche						
66	Revisar y lubricar el control de materiales						
67	Revisar motor hidráulico						
68	Revisar carrete colector de cable						
70	Cambiar guías del cable cada año						
71	Revisar polea guía del cable						
72	Revisar camisa del cilindro						
73	Revisar biela del cilindro						
SISTEMA DE BARRENO Nº15 FIG. 2.2							
B	Revisar y lubricar el sistema de barreno						
75	Revisar el motor hidráulico						
76	Revisar cañerías de presión						
77	Revisar mangueras de presión						
78	Revisar la válvula-interruptor de flujo del sistema						
79	Revisar y lubricar pistón del cilindro seguro del barreno						
VALVULAS Y PALANCAS SUPERIORES Nº22 FIG.2.1							
80	Revisar y lubricar palancas de control superior						
81	Revisar válvulas de control superior						
82	Revisar soportes para pivoteo de palanca superior						

83	Cambiar cable actuador de la válvula interlock del control					
84	Cambiar pins y seguros de control superior					
85	Cambiar acoples de la cañería del actuador del control superior					
86	Revisar cañería del actuador de los mandos superiores					
87	Revisar mangueras de los mandos superiores					
88	Revisar bomba, actuador de mandos superiores					
SISTEMA GUIA DE POSTES Nº25 FIG. 2.2						
89	Revisar y lubricar sistema guía de postes					
90	Revisar tenaza del guía postes					
91	Cambiar cremallera de accionamiento					
92	Revisar soporte de cabeceo					
93	Lubricar cilindro hidráulico de las tenazas					
94	Revisar camisa del cilindro de las tenazas					
95	Revisar camisa del cilindro de cabeceo					
96	Lubricar cilindro hidráulico de cabeceo					
97	Revisar biela del cilindro de las tenazas y cabeceo					
98	Cambiar pistón del cilindro de las tenazas y cabeceo					
99	Revisar pins y seguros del sistema					
100	Cambiar bocin del sistema					
101	Cambiar acoples de cañería y mangueras del sistema					
102	Revisar cañerías					
103	Revisar mangueras					
SISTEMA ELECTRICO Nº4 FIG.2.1						
104	Revisar circuito de alimentación y distribución del modulo de control					
105	Revisar y/o cambiar fusibles					
106	Revisar y/o cambiar relays del modulo de control					
107	Revisar circuito eléctrico de protección de los estabilizadores					
108	Revisar y/o cambiar horómetro					
109	Revisar válvula control no sobre centro					
110	Revisar y/o cambiar relays del sistema					
SISTEMA ELECTRICO START-STOP Nº4 FIG.2.1						
111	Revisar y/o cambiar circuito de rotación del circuito start-stop					
112	Revisar bomba de presión de aire					

113	Revisar cañerías de aire						
114	Revisar y/o cambiar switch eléctrico						
115	Revisar el circuito de start-stop						
116	Revisar y/o cambiar carbones del colector de rotación						
117	Revisar y/o cambiar switch de presión						
ESTRUCTURA PLATAFORMA Nº20 FIG.2.1							
118	Repara piso de la plataforma						
119	Revisar y/o cambiar pasamos						
120	Revisar y/o base de apoyo de los brazos						
121	Revisar y/o cambiar cinturón de seguridad de los brazos						
REPUESTOS							
COD. EMP.	Nº DE PARTE	DESCRIPCIÓN	CANT.	SUMINIS	BAJA	NOTAS	
OBSERVACIONES:							

Tabla 4.2 Ejemplo Formato Registro de Intervenciones Preventivas

4.3. UTILIZACIÓN DEL MÉTODO ANÁLISIS MODAL DE FALLA EFECTO (AMFE)

En el desarrollo de los cuadros AMFE que a continuación se presentan se ha utilizado criterios técnicos del personal encargado de realizar el mantenimiento y de los operadores que definitivamente son quienes diariamente observan el estado de los equipos hidráulicos.

Además, la información proporcionada por el Taller de Mantenimiento Hidráulico de Grúas y Canastillas ha facilitado la elaboración del análisis de falla efecto (AMFE).

4.4. APLICACIÓN DEL METODO AMFE

Para la aplicación del AMFE se tiene que tener a disposición de un impreso en el que se recoja los datos a evaluar, similar al presentado a continuación de este apartado.

Se explican a continuación todos los apartados que componen el citado impreso:

En la parte superior del mismo, se hace referencia al procedimiento empleado para el control de calidad en este caso:

"ANALISIS MODAL DE FALLO, EFECTOS": Se hace también mención de si se refiere a un producto o al proceso, quién los realiza y la fecha de ejecución.

- **COMPONENTE, SUBSISTEMA, PIEZA:**

Es la característica o función a analizar, en el caso de que se trate de análisis de diseño o las operaciones cuando se trate de un proceso.

- **MODO DEL FALLO:**

Es la forma de presentarse el fallo en el producto u operación. Son los defectos que detectarían un verificador, usuario o consumidor. Se define como el no cumplimiento de cada una de las especificaciones establecidas en las fichas técnicas de los productos o en la descripción de las operaciones.

- EFECTO DEL FALLO:

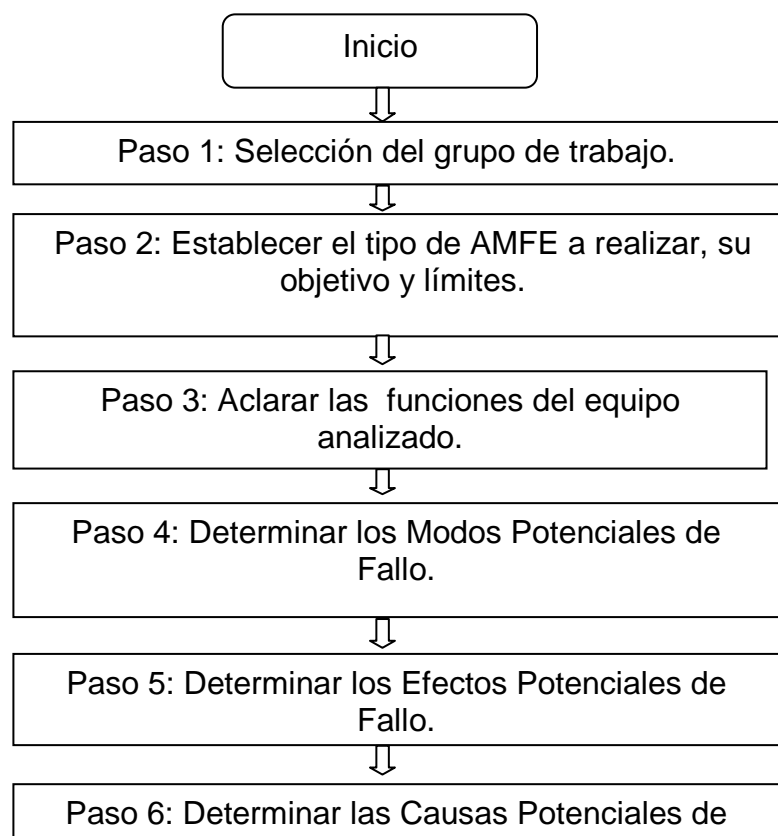
Se determinan las consecuencias que ese riesgo puede tener sobre: la salud del consumidor, el medio ambiente, los requisitos de los clientes, las siguientes operaciones de producción, la economía de la empresa etc.

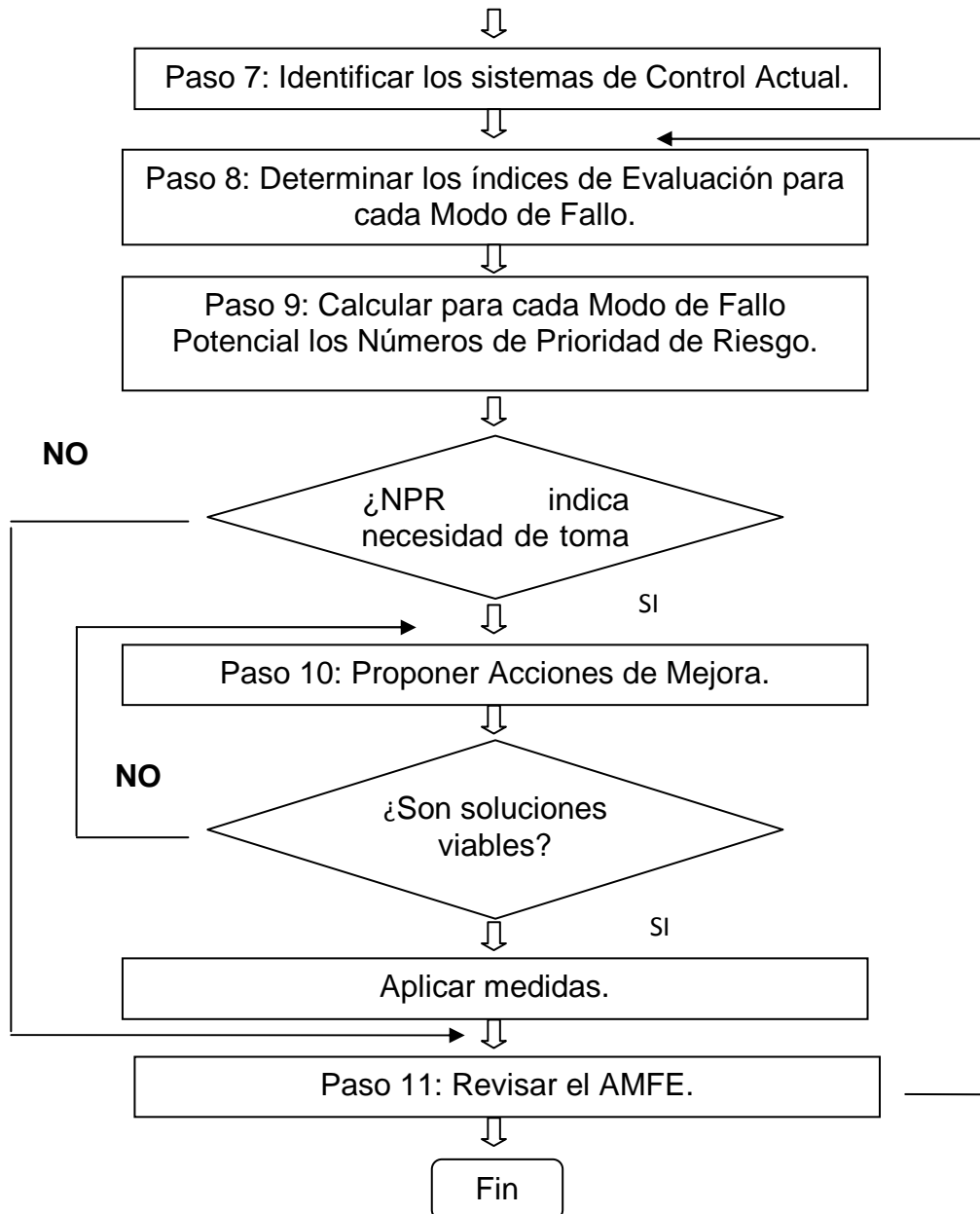
- CAUSA DEL FALLO:

Las causas que determinan el modo de fallo son los puntos sobre los que hay que actuar para prevenirlos, por tanto es fundamental que se contemplen todas las posibilidades, con datos reales recogidos en el proceso, por conocimientos adquiridos o por comparación con otros análogos descritos en documentos técnicos.

4.5. PROCESO

4.5.1. DIAGRAMA DE FLUJO





4.5.2. REALIZACIÓN

Paso 1: Selección del grupo de trabajo

El grupo de trabajo estará compuesto por el personal que realiza el mantenimiento de canastillas y grúas; y también por el personal que maniobra estos equipos hidráulicos.

Paso 2: Establecer el tipo de AMFE a realizar, su objeto y límites

Se definirá de forma precisa el producto o parte del producto, el servicio o el proceso objeto de estudio, delimitando claramente el campo de aplicación del AMFE.

Paso 3: Aclarar las prestaciones o funciones del producto o del proceso analizado

Es necesario un conocimiento exacto y completo de las funciones del objeto de estudio para identificar los Modos de Fallo Potenciales, o bien tener una experiencia previa de productos o procesos semejantes.

Paso 4: Determinar los Modos Potenciales de Fallo

Para cada función definida en el paso anterior, hay que identificar todos los posibles Modos de Fallo.

Esta identificación es un paso crítico y por ello se utilizarán todos los datos que puedan ayudar en la tarea:

- AMFE anteriormente realizados para productos/servicios o procesos similares.
- Estudios de fiabilidad.
- Datos y análisis sobre reclamaciones de clientes tanto internos como externos.
- Los conocimientos de los expertos mediante la realización de Tormentas de Ideas o procesos lógicos de deducción.

Paso 5: Determinar los Efectos Potenciales de Fallo

Para cada Modo Potencial de Fallo se identificarán todas las posibles consecuencias que éstos pueden implicar para el cliente. Al decir cliente, nos referimos tanto al cliente externo como al interno.

Cada Modo de Fallo puede tener varios Efectos Potenciales.

Paso 6: Determinar las Causas Potenciales de Fallo

Para cada Modo de Fallo se identificarán todas las posibles Causas ya sean estas directas o indirectas.

Para el desarrollo de este paso se recomienda la utilización de los Diagramas Causa-Efecto, Diagramas de Relaciones o cualquier otra herramienta de análisis de relaciones de causalidad.

Paso 7: Determinar los índices de evaluación para cada Modo de Fallo

Existen tres índices de evaluación:

- Índice de Gravedad (G)
- Índice de Ocurrencia (O)
- Índice de Detección (D)

a) Índice de Gravedad (G)

Evalúa la gravedad del Efecto o consecuencia de que se produzca un determinado Fallo para el cliente.

La evaluación se realiza en una escala del 1 al 10 en base a una "Tabla de Gravedad" y que es función de la mayor o menor insatisfacción del cliente por la degradación de la función o las prestaciones.

CRITERIO	CLASIFICACIÓN
Irrazonable esperar que el fallo produjese un efecto perceptible en el rendimiento del proceso.	1
Baja gravedad debido a la escasa importancia de las consecuencias del fallo.	2 3
Moderada gravedad del fallo que causaría al cliente cierto descontento. Puede ocasionar re trabajos.	4 5 6
Alta clasificación de gravedad debido	

a la naturaleza del fallo que causa en el cliente un alto grado de insatisfacción sin llegar a incumplir la normativa sobre seguridad o quebrando de leyes. Requiere trabajos mayores.	7 8
Muy alta clasificación de gravedad que origina total insatisfacción del cliente, o puede llegar a suponer un riesgo para la seguridad o incumplimiento de la normativa.	9 10

Tabla 4.3 Cuadro de Clasificación de la Frecuencia de acuerdo a la Gravedad

Cada una de las Causas Potenciales correspondientes a un mismo Efecto se evalúa con el mismo Índice de Gravedad. En el caso en que una misma causa pueda contribuir a varios Efectos distintos del mismo Modo de Fallo, se le asignará el Índice de Gravedad mayor.

b) Índice de Ocurrencia (O)

Evalúa la probabilidad de que se produzca el Modo de Fallo por cada una de las Causas Potenciales en una escala del 1 al 10 en base a una "Tabla de Ocurrencia". Para su evaluación, se tendrán en cuenta todos los controles actuales utilizados para prevenir que se produzca la Causa Potencial del Fallo.

Criterio	Clasificación	Probabilidad
Remota probabilidad de ocurrencia. Sería irrazonable esperar que se produjera el fallo	1	1/10000

Baja probabilidad de ocurrencia. Ocasionalmente podría producirse un numero relativo bajo de fallos	2	1/5000
	3	1/2000
Moderada probabilidad de ocurrencia. Asociado a situaciones similares que hayan tenido fallos esporádicos, pero no en grandes proporciones.	4	1/1000
	5	1/500
	6	1/200
Alta probabilidad de ocurrencia. Los fallos se presentan con frecuencia	7	1/100
	8	1/50
Muy alta probabilidad de ocurrencia. Se produciría el fallo casi con total seguridad	9	1/20
	10	1/10

Tabla 4.4. Cuadro de Clasificación de la Frecuencia de acuerdo a la Ocurrencia

c) Índice de Detección (D)

Evalúa, para cada Causa, la probabilidad de detectar dicha Causa y el Modo de Fallo resultante antes de llegar al cliente en una escala del 1 al 10 en base a una "Tabla de Detección"

Criterio	Clasificación	Probabilidad
Remota probabilidad de que el defecto llegue al cliente. Casi completa fiabilidad de los controles.	1	1/10000
Baja probabilidad de que el defecto llegue al cliente ya que, de producirse, sería detectado por los controles	2	1/5000
	3	1/2000

del proceso.		
Moderada probabilidad de que el producto o servicio defectuoso llegue al cliente.	4	1/1000
	5	1/500
	6	1/200
Alta probabilidad de que el producto o servicio defectuoso llegue al cliente debido a la baja fiabilidad de los controles existentes.	7	1/100
	8	1/50
Muy alta probabilidad de que el producto o servicio defectuoso llegue al cliente. Este está latente y no se manifestaría en la fase de fabricación del producto.	9	1/20
	10	1/10

Tabla 4.5. Cuadro de Clasificación de la Frecuencia de acuerdo a la Detección

Para determinar el índice D se supondrá que la Causa de Fallo ha ocurrido y se evaluará la capacidad de los controles actuales para detectar la misma o el Modo de Fallo resultante.

Los tres índices anteriormente mencionados son independientes y para garantizar la homogeneidad de su evaluación, éstas serán realizadas por el mismo grupo de análisis.

Paso 8: Calcular para cada Modo de Fallo Potencial el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Para cada Causa Potencial, de cada uno de los Modos de Fallo Potenciales, se calculará el Número de Prioridad de Riesgo multiplicando los Índices de Gravedad (G), de Ocurrencia (O) y de Detección (D) correspondientes.

$$IPR = G \cdot O \cdot D$$

El valor resultante podrá oscilar entre 1 y 1.000, correspondiendo a 1.000 el mayor Potencial de Riesgo.

El resultado final de un AMFE es, por tanto, una lista de Modos de Fallo Potenciales, sus Efectos posibles y las Causas que podrían contribuir a su aparición clasificados por unos índices que evalúan su impacto en el cliente.

Paso 9: Proponer Acciones de Mejora

Cuando se obtengan Números de Prioridad de Riesgo (NPR) elevados, deberán establecerse Acciones de Mejora para reducirlos. Se fijarán, asimismo, los responsables y la fecha límite para la implantación de dichas acciones.

Con carácter general, se seguirá el principio de prevención para eliminar las causas de los fallos en su origen (Acciones Correctoras). En su defecto, se propondrán medidas tendentes a reducir la gravedad del efecto (Acciones Contingentes).

Finalmente, se registrarán las medidas efectivamente introducidas y la fecha en que se hayan adoptado.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS									
Subsistema	Función	Fallo			G	O	D	I:P:R	Acción Recomendada
		Modo	Efecto	Causas					
Bomba Hidráulica	Generar presión hidráulica	Hace ruido excesivo.	No opera el equipo hidráulico	Nivel de aceite es demasiado bajo	7	5	2	70	Llenar el depósito de aceite al nivel adecuado.
				Restricción en la línea de succión de la bomba.	8	2	4	64	Abrir completamente la válvula de corte de la línea de succión. Revisar que la manguera de succión no este estrangulada o tapada.
				Entrada de aire a la línea de succión.	5	4	4	80	Llenar el depósito al nivel adecuado. Apretar las juntas hidráulicas sueltas.
				Mala alineación entre la toma de fuerza y la conexión de la bomba.	8	6	3	144	Corregir la desalineación.
				Cavitación en el elemento impulsor.	6	3	5	90	Usar aceite hidráulico de la viscosidad adecuada. Reducir la velocidad de la bomba.
		Medición de la presión ineficiente.	La presión oscila durante la operación.	La presión de respaldo de la bomba es demasiado baja.	9	4	5	180	Ajustar la presión a 350 psi.
		Mal funcionamiento de la bomba	Permanece cargado todo el tiempo.	La válvula de herramientas está encendida.	5	3	2	30	Apagar la válvula del circuito de herramientas inferior o superior.
				La válvula de bloqueo de herramientas está defectuosa.	4	6	3	72	Cambiar el cartucho de la válvula de bloqueo de herramientas.
				La señal de la bomba no está drenando.	3	7	3	63	Abrir la válvula de aguja de la línea de drenaje de señal.

Subsistema	Función	Modo	Efecto	Causas	G	O	D	I.P.R	Acción Recomendada
Bomba Hidráulica	Generar presión hidráulica.	Instalación inadecuada	Nada opera	El aceite hidráulico no llega a la bomba.	7	3	2	42	Abrir filtro de entrada tapado. Llenar el depósito al nivel adecuado. Revisar si existe una línea de succión bloqueada, tapada o cortada. En caso necesario, repárela o cámbiela.
				No hay presión en el sistema	6	6	2	72	Si hay presión en el puerto de prueba de presión del sistema en la válvula de control de herramientas, revisar que no haya pérdida de imprimado a la bomba. Repárelo en caso necesario.
Mandos inferiores	Opera el equipo hidráulico	Mandos erráticos	Los cilindros no se mueven.	Palancas de mandos desgastados	7	5	1	35	Desarmar las palancas y corregir el daño para que tenga el desplazamiento correcto
Toma fuerza	Proporciona más caudal	Cable de accionamiento de la toma fuerza roto.	El toma de fuerza no funciona	Uso diario. Rozamiento con el chasis.	8	4	3	76	Cambiar cable del toma fuerza
		Baja potencia.	Sistema hidráulico no funciona	Fugas de aceite (pérdida de presión)	9	5	1	45	Revisar mangueras hidráulicas. Revisar sello mecánico.
				No se transmite potencia a la toma de fuerza.	9	4	1	36	Revisar conexiones. Desgastes internos.
		Fugas.	Pérdida de aceite.	Retenes o empaques dañados o mal montados.	7	5	3	105	Revisar el montaje de retenes y en caso necesario cambiarlos.
		El toma fuerza no se puede conectar	No opera el sistema hidráulico.	Presión hidráulica insuficiente.	4	5	3	60	Esperar a que la presión del sistema alcance los 65 psi.
Líneas hidráulicas demasiado largas.	5			6	1	30	Reacomodar las mangueras hidráulicas y conectar directamente al depósito.		

Subsistema	Función	Modo	Efecto	Causas	G	O	D	I.P.R	Acción Recomendada
Graseros	Lubricar los pines de articulación	Graseros dañados o ausencia de graseros.	Remordimiento de articulaciones y ruidos	Falta de lubricación	4	5	4	80	Cambiar los graseros dañados y reponer donde se no existan
Acelerador auxiliar	Acelera el motor del vehículo para que trabaje el equipo hidráulico.	Cable roto	El motor se apaga cuando se trabaja el equipo hidráulico	Desgaste del cable	5	5	3	75	Cambiar cable y revisar si la solenoide este funcionando correctamente
Cilindros hidráulicos	Permiten el desplazamiento de las plumas superior e inferior.	Fugas externas.	Pérdida de capacidad de levantamiento.	Conexiones o cañerías en mal estado.	9	6	2	108	Revisar cañerías y si es necesario cambiarlas.
				Empaques defectuosos o mal ensamblados.	6	5	3	90	Cambiar empaques
				Presión excesiva.	8	3	3	72	Revisar bomba hidráulica.
				Eje pandeado	10	2	3	60	Cambiar
		Dificultad de desplazamiento de elementos.	Bomba hidráulica defectuosa.	8	4	5	160	Repara o si es necesario cambiarla.	
			Conexiones o cañerías en mal estado.	9	6	2	108	Revisar conexiones.	
Guía de postes	Levantar y sacar postes.	Fisuras en soldadas	No se puede levantar peso	Exceso en el peso permitido. Malas operaciones	8	6	3	144	Recuperar soldadas
Filtros	Reduce la contaminación del sistema.	Obstrucción de flujo de aceite.	Baja presión de aceite.	Filtros de aceite sucios.	8	4	3	96	Cambiar loa filtros.
Mandos inferiores	Operación del sistema hidráulico	Mal funcionamiento del mismo	No permite controlar los brazos telescópicos	Uso excesivo de mandos Desgaste de accesorios	8	4	2	120	Cambio de accesorios
Plataforma	Transportar al operador	Fisuras en la plataforma.	Inestabilidad e inseguro al momento operar.	Sobre peso.	8	5	2	80	Cambiar plataforma.
				Mala maniobra.	10	2	3	60	Revisar operaciones de maniobra.

Subsistema	Función	Modo	Efecto	Causas	G	O	D	I.P.R	Acción Recomendada
Depósito	Tanque para suministro de aceite al sistema hidráulico.	Fugas	Consumo excesivo de aceite.	Depósito, cañerías o abrazaderas en mal estado.	8	4	2	64	Revisar depósito, cañerías y abrazaderas y si es necesario cambiarlos.
Modulo de control	Distribuidor de los comandos	No hay funcionamiento eléctrico	No se puede accionar el equipo hidráulico	Malas conexiones Sin voltaje de entrada.	8	4	6	192	Revisar el voltaje de entrada Revisar fusibles
Mangueras hidráulicas	Conduce caudal de aceite a todo el sistema.	Fugas	Baja presión de aceite.	Fuga de aceite en tubo, empaques.	7	5	2	70	Revisar empaques o cambiarlos.
		Taponamiento	Presión de aceite demasiado bajo.	Presencia de suciedad en los ductos.	7	3	4	84	Realizar lavado de todo el sistema hidráulico.
		Mangueras rotas	Sistema inhabilitado.	Manipulación inadecuada de los elementos	7	4	4	112	Cambiar las mangueras en malas condiciones.
Válvula de descarga	Limitar la presión máxima.	Atascamiento	Presión de aceite bajo.	Resorte de válvula de alivio defectuoso.	7	3	4	84	Calibrar la válvula, si es necesario cambiarla.
Válvula sobre centro	Sistema de seguridad de los brazos	No funciona	No levantan los brazos hidráulicos.	Mala maniobra del operador	7	8	2	112	Regular a 72 grados y realizar ajustes en los pernos de sujeción
Aguilón	Levantar y sacar transformadores.	Operan lentamente o no funcionan con carga	No se puede levantar carga	La señal de herramienta no funciona	8	5	2	80	Cambiar la válvula reductora de presión de señal de la herramienta
				La presión de la herramienta está muy baja	6	4	3	72	Ajustar la válvula reductora de presión de la herramienta Ajustar o cambiar el control del acelerador del motor
Brazos estabilizados	Estabilizan la unidad mientras se trabaja.	No funcionan correctamente.	No permite operar el sistema hidráulico	Línea hidráulica está bloqueada o tapada.	9	4	2	72	Eliminar la restricción o cambie la línea

4.6. ANALISIS DE RESULTADOS

- Los catálogos y manuales de operación y mantenimiento, de varias de las máquinas y los datos históricos de las actividades de mantenimiento correctivo han facilitado el análisis modal de fallo y efecto, AMFE.
- La recopilación de la información del estado de canastillas y grúas ALTEC se facilitó mediante la información proporcionada por el personal encargado del mantenimiento y operadores de las unidades.
- El análisis modal de fallo y efecto requiere para su elaboración no solo la colaboración del personal encargado de realizar el mantenimiento y operadores de las unidades sino también del personal administrativo, como jefes de departamentos, etc.
- La aplicación del AMFE en el equipo hidráulico demuestra su fortaleza para identificar los componentes y sistemas relevantes para poder determinar y establecer las acciones correctivas necesarias para la prevención del fallo, o la detección del mismo si éste se produce.
- Las unidades, canastillas y grúas, usan bombas de paletas o engranajes de desplazamiento fijo. En caso de una falla catastrófica es necesario una limpieza general de todo el sistema hidráulico y de esta manera eliminar la mayor parte de la contaminación metálica del sistema.
- Cuando cambie una manguera, use una del mismo tamaño, longitud y clasificación de presión. Si se duplica el tamaño de la manguera, cuatro veces la cantidad de aceite fluirá a la misma presión. Si se reduce el tamaño de la manguera, el flujo en el circuito disminuirá y la presión de retorno aumentará. El aumento en la presión de retorno causará la acumulación de calor y fallas del sistema.
- Cuando de servicio al portador de mangueras no tirar las mangueras. Esta acción las mangueras puede causar una falla del cable eléctrico para los controles superiores. También puede causar que una manguera se tuerza.

- Si los componentes y las conexiones están instalados adecuadamente, las fugas pueden mantenerse al mínimo. Las juntas mal apretadas son una de las principales causas de fugas externas. Use las especificaciones adecuadas de torsión y apriete cuando instale una junta hidráulica para reducir la posibilidad de fugas en el sistema. Use tapas y tapones durante el manejo y almacenamiento de componentes hidráulicos para evitar daños a las superficies de sellado y las rocas de las juntas.
- Uno de los principales inconvenientes que se han identificado en el mantenimiento de canastillas y grúas es la mala operación del equipo por parte de los operadores de las unidades, lo que afecta al funcionamiento del equipo hidráulico. Se recomienda capacitar regularmente al personal encargado de manejar y operar el equipo hidráulico.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ El siguiente trabajo nos da a conocer la importancia que tiene en estos días los diferentes sistemas de mantenimiento ya sea predictivo, preventivo funcional en la producción de cualquier empresa ya sea tanto para la reducción de costos, tiempo de paro.
- ✓ Se ha logrado diseñar un sistema de mantenimiento preventivo sencillo pero muy práctico, el cual pudo ser efectuado haciendo uso de datos históricos y de información técnica.
- ✓ El propósito de la programación de los trabajos es eliminar retrasos e interrupciones, al tener mejor coordinación de los materiales y las tareas, utilizando los mejores métodos, simplificando la supervisión y disminuyendo la improvisación.
- ✓ En el mantenimiento preventivo el control lo ejerce el hombre, mientras que en el de emergencia lo ejerce la máquina.
- ✓ El mantenimiento de equipos, infraestructura, herramientas, maquinaria, etc. representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias no sólo para el empresario, sino también el ahorro que representa tener trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos.
- ✓ El mantenimiento representa un arma importante en seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos. También el mantener las áreas y ambientes de trabajo con adecuado orden, limpieza, iluminación, etc. es parte del mantenimiento preventivo de los sitios de trabajo.
- ✓ El trabajador debe ser concientizado a mantener en buenas condiciones los equipos, herramientas, maquinaria, esto permitirá mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes.

- ✓ Durante el montaje de cada una de las piezas verificar cuidadosamente el sentido del flujo especialmente cuando se realice mantenimiento en válvulas, electroválvulas.
- ✓ Tener especial cuidado en la instalación de cañerías y mangueras hidráulicas con roscas cónicas, ya que un excesivo ajuste puede producir la fisura del cuerpo de las válvulas, ajustar lo suficiente para evitar fugas.
- ✓ Antes de realizar el montaje de cañerías y mangueras hidráulicas se debe sopletear con aire limpio y seco para liberar de impurezas y cualquier otro elemento extraño que pueda alterar el funcionamiento de los equipos hidráulicos.
- ✓ Capacitar al personal encargado de realizar el mantenimiento de las unidades y de los operadores, brindaría una gran ayuda no solo para las tareas de mantenimiento sino también ayudaría a planear nuevas maneras de mantener el equipo.
- ✓ Se recomienda realizar charlas técnicas relacionadas no solo con actividades de mantenimiento sino también con temas de seguridad industrial, manejo de equipos hidráulicos, etc.

BIBLIOGRAFÍA

1. Grimaldi-Simonds. La Seguridad Industrial Su Administración. Alfaomoga México 1995.
2. D. Keith Denton. Seguridad Industrial. Mc Graw-Hill. 1994. México.
3. FESTO DIDACTIC, Introducción a la Neumática, Fluid SIM, Art. Systems, USA, 2001.
4. FESTO DIDACTIC, Nivel Básico TP 101, Fluid SIM, Art. Systems, USA, 2001.
5. METAL WORK, Pneumatic, General Catalogue, Metal Work, Via Segni 5-7-9 25062 Concesio (Brescia), Italy, 2001.
6. N. LARBURU, Prontuario de Máquinas, Editorial Paraninfo, Magallanes, 25 – 28015 Madrid, 1994.
7. ROLDÁN VILORIA JOSÉ, Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada.
8. Editorial Paraninfo. Buenos Aires, Argentina, 2000.
9. MORROW, L.C., Manual del Mantenimiento Industrial “Planificación y Programación del Trabajo de Mantenimiento”
10. ALTEC., Manual Técnico y de Mantenimiento para canastillas y grúas
11. BESTRATÉN M., NTP 679, 2001, “Análisis Modal de Fallos y Efectos AMFE”, Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, España.
12. LA LLAVE S.A, 2008, *Curso de “Ahorro de Energía en Instalaciones de Vapor”*.
13. www.fundibeq.org.

ANEXOS

ANEXO I
PRECAUCIONES DE LIMPIEZA

La contaminación arruinará cualquier sistema hidráulico. Es muy importante que ningún contaminante entre al sistema. La basura, agua y aire son tipos de contaminantes. Pueden entrar al sistema hidráulico de muchas formas, los contaminantes pueden entrar al sistema al llenar el depósito o cambiar filtros, también pueden entrar al cambiar componentes o realizar otros procedimientos de servicio.

Las siguientes precauciones ayudarán a proteger la limpieza del sistema hidráulico.

- Filtre el aceite nuevo con un filtro de 10 micras cuando lo añada al depósito.
- Limpie las conexiones hidráulicas antes de abrirlas.
- Tape o tapone los puertos y líneas abiertas para servicio.
- Mantenga mangueras, tubos y otros componentes de repuesto tapados mientras estén almacenados.
- Compruebe que los componentes estén limpios antes de instalarlos.
- Limpie el depósito y las cubiertas del filtro de la línea de recirculación antes de abrirlas.
- Limpie el tapón de llenado antes de abrirlo.
- Después de dar servicio al depósito, vuelva a colocar la cubierta de inmediato.
- Compruebe que los acoples de desconexión rápida estén limpios antes de conectarlos.
- No rocíe agua en el tapón de llenado del depósito. Esto podría forzar la entrada de contaminantes al depósito.

ANEXO II
PROCEDIMIENTO PARA DESMONTAR Y LIMPIAR EL FILTRO

Un filtro de separación por succión magnética se localiza en el fondo del depósito en la salida. El filtro tiene una malla de alambre integrada. Esta malla evita que partículas de 300 micras o más entren a la bomba. Una micra equivale a 0.00039´´.

Dependiendo del tipo de filtro en la unidad, puede haber varios imanes grandes en forma de dona dentro del filtro o un imán en la sección media del filtro. Los imanes atraen y recolectan las partículas de hierro y acero en el aceite hidráulico. Limpie el filtro siempre que se cambie el aceite hidráulico. El aceite no fluirá a la bomba con suficiente rapidez si el filtro se tapa. Si la bomba no recibe suficiente flujo de aceite, la bomba sufrirá daños.

Use el siguiente procedimiento para desmontar y limpiar el filtro.

1. Drene el depósito y limpie la parte superior de la cubierta del depósito. Afloje el tornillo en el centro de la cubierta dos o tres vueltas. Deslice el ensamble de la cubierta a un lado. Levante el otro lado y deslice el ensamble hacia atrás para removerlo del depósito.
2. Introduzca una llave al depósito. Si el filtro tiene una tapa cuadrada, destornille el filtro girando la tapa cuadrada hacia la izquierda. Si el filtro tiene una tapa redonda, destornille el filtro girando el fondo hexagonal del filtro hacia la izquierda. No sujete la malla de alambre con la llave. Esto podría aplastar la malla.
3. Si el filtro contiene varios imanes en forma de dona dentro de la malla, desarme el filtro y desmonte el ensamble de imanes fuera del filtro de succión.
4. Limpie la malla del filtro con solvente limpio. Séquela con una manguera de aire del interior de la malla al exterior. Busque orificios u otros daños. Cambie la malla del filtro si está dañada.
5. Limpie el imán o el ensamble de imanes enjuagándolos con solvente. Sople con una manguera de aire y séquelos con un trapo limpio libre de pelusa.
6. Si el filtro fue desarmado, ensamble la malla del filtro y el ensamble de imanes.
7. Inspeccione el interior del depósito. En caso necesario límpielo.

8. Instale el filtro en el depósito girándolo hacia la derecha. Limpie el filtro no más de cuatro veces antes de cambiarlo.
9. Instale el ensamble de la cubierta.

ANEXO III
PROCEDIMIENTO PARA CAMBIAR EL CARTUCHO DEL FILTRO DE LA LÍNEA
DE RECIRCULACIÓN

El filtro de la línea de recirculación es un filtro de 10 micras que limpia el aceite cuando entra al depósito. Está montado en el depósito. Las partículas atrapadas por el filtro se recolectan en el cartucho del filtro, este cartucho es desechable.

El filtro de la línea de recirculación está equipado con una válvula de paso en la cabeza del filtro. La válvula de paso se abre cuando hay una caída de presión de 25 psi o más a través del cartucho del filtro. Cuando la válvula se abre, el aceite fluye directamente al depósito. Esto previene que el cartucho se colapse en clima frío o cuando se tapa.

Si el filtro se tapa, el aceite fluirá directamente al depósito a través de la válvula de paso. La falta de filtración de aceite eventualmente dañará los componentes hidráulicos.

Use el siguiente procedimiento para cambiar el cartucho del filtro de la línea de recirculación.

1. Limpie la cubierta de la cabeza del filtro. quite la cubierta y la válvula de paso.
2. Saque el cartucho fuera de la caja del filtro.
3. Inspeccione el interior de la caja del filtro en cuanto a la acumulación de basura. Limpie la caja cuando sea necesario. Tenga cuidado de no dejar caer basura a través del orificio de salida en el fondo de la caja del filtro.
4. Inserte el nuevo cartucho en la caja. No limpie ni vuelva a usar el cartucho usado. Si se desmontó la caja del filtro, vuelva a instalarla con el tubo de salida colocando de forma que el orificio angulado quede hacia el extremo del depósito.
5. En el extremo del fondo del cartucho hay un empaque de sellado. Inserte la parte elevada del tubo de salida a través del empaque. Empuje el cartucho hacia abajo hasta que se asiente contra el fondo de la caja.
6. Reinstale la válvula de paso y la cubierta del filtro. Apriete los tornillos de la cubierta. No apriete excesivamente los tornillos. Un apriete excesivo barrerá las roscas de aluminio de la caja del filtro.

ANEXO IV
ESPECIFICACIONES PARA EL ACEITE

Use aceite de alta calidad en el sistema hidráulico. El aceite debe contener inhibidores de herrumbre, oxidación y corrosión. También debe contener aditivos antiespumante y anti-desgaste.

Los aceites hidráulicos usados en equipos hidráulicos deben poseer un alto grado demulsificante para permitir que el aceite se separe del agua en el depósito.

El aceite hidráulico se clasifica comúnmente por su viscosidad. La viscosidad del aceite hidráulico cambia con la temperatura. Entre mayor sea el índice de viscosidad de un aceite, menor será el cambio de viscosidad al cambiar la temperatura. Un aceite multigrado contiene aditivos que incrementan el índice de viscosidad. Los aceites multigrados deben tener una elevada estabilidad al corte para mantener el desempeño del aceite al evitar un cambio excesivo en la viscosidad.

La habilidad del aceite hidráulico para proveer un flujo adecuado a bajas temperaturas se mide por su punto de vertido. Si el punto de vertido no es lo suficientemente bajo, el aceite no fluirá hacia la bomba con suficiente rapidez cuando la bomba se opere a bajas temperaturas. Esto causará cavitación, lo que puede destruir rápidamente la bomba.

ANEXO V
PROCEDIMIENTO PARA LUBRICAR LAS PATAS DE LOS BRAZOS
ESTABILIZADORES

Las conexiones de pasador en los brazos estabilizadores están fabricadas con pasadores cromados en zinc recubiertos de compuestos anti-agarre para prevenir la corrosión. Estas conexiones no requieren lubricación adicional a menos que sean desarmadas.

Use el siguiente procedimiento para lubricar las patas de los brazos estabilizadores.

1. Coloque la unidad en una superficie nivelada, aplique el freno de estacionamiento y coloque bloques bajo las ruedas. Acciones la toma de fuerza y extienda la pluma intermedia. Desactive la toma de fuerza y apague el motor.
2. Limpie las superficies expuestas de la pata interna para eliminar toda la suciedad, humedad, etc.
3. Aplique una capa de grasa de molibdeno.
4. Encienda el motor y accione la toma de fuerza. Retraiga y extienda las patas de los brazos estabilizadores varias veces para distribuir la grasa de manera uniforme sobre la superficie.
5. Extiende las patas de los brazos estabilizadores y limpie el exceso de grasa para evitar la acumulación de polvo y otras partículas.
6. Retraiga las patas de los brazos estabilizadores.

ANEXO VI
LAVADO DEL SISTEMA HIDRÁULICO

Si el aceite se cambia por una razón distinta al mantenimiento estacional o de rutina, el sistema debe lavarse usando los siguientes pasos.

1. Drene completamente el depósito. Esto dejará aproximadamente un tercio de la capacidad del sistema en cilindros y líneas.
2. Usando un llenado breve de cinco a seis galones de aceite nuevo, opere los cilindros desde los controles inferiores, purgue el sistema de control y opere el sistema de herramientas de poder varios ciclos.
3. Drene nuevamente el depósito.
4. Limpie las mallas en la canastilla de succión. Cambie el cartucho en la línea de recirculación.
5. Llene el depósito.
6. Opere la unidad como se indica anteriormente y vuelva a revisar el nivel del aceite en el depósito. Añada aceite en caso necesario.
7. Después de 20 a 30 horas de servicio en operación, nuevamente limpie la canastilla de succión y cambie el cartucho del filtro de la línea de recirculación.

ANEXO VII
REEMPLAZO DEL FLUIDO HIDRÁULICO

El reemplazo del fluido hidráulico debe ser anualmente o cada 1600 horas de operación del PTO. Está también recomendado que la calidad del fluido sea determinada cada cuatro meses. Análisis de laboratorio es el método más preciso para determinar la condición del aceite hidráulico. Sin embargo, una inspección visual puede también ser útil para determinar la condición del aceite.

La inspección visual del aceite puede algunas veces determinar la condición del fluido hidráulico. Ciertas características pueden indicar propiedades disminuidas del aceite. El aceite debe estar turbio o de color oscuro debido a humedad o suciedad suspendida. Un olor a quemado puede indicar oxidación. Si el aceite es dejado asentarse, la separación del fluido deberá ser una indicación de agua o de otro fluido.

Para tomar apropiadamente una muestra de aceite, opere la unidad hasta estar seguro que el aceite en el reservorio está circulando. Esto elevará las partículas de suciedad que estaban asentadas en el fondo del reservorio. Una vez que ha pasado suficiente tiempo operando para estar seguro de que el aceite está totalmente mezclado, una muestra debe ser tomada del nivel medio del fondo del reservorio, el aceite drenado inicial salido del reservorio no debe ser recogido. Este aceite con certeza estará contaminado con partículas de suciedad que están asentadas en la tubería de drenaje.

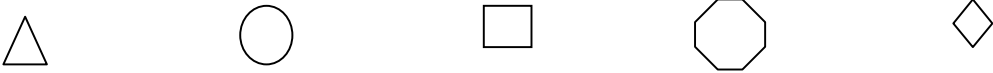
Mientras el aceite es drenado, el filtro de retorno micrométrico debe ser reemplazado y el elemento de succión o limpiado o reemplazado.

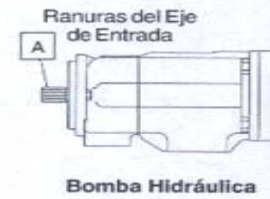
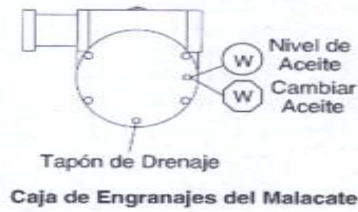
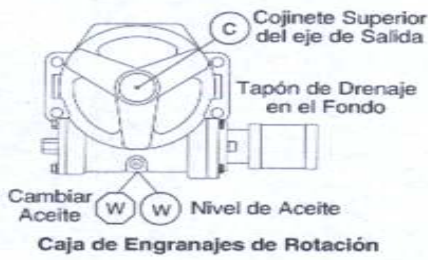
La cubierta del respiradero del reservorio debe también ser reemplazada por lo menos una vez al año. En condiciones de suciedad o polvo, la cubierta del respiradero debe ser reemplazada más frecuentemente.

Evitar el llenar el reservorio. Espacio insuficiente libre sobre el fluido puede causar fugas por el respiradero durante la operación o durante el tránsito.

ANEXO VIII
LUBRICACIÓN PARA CANASTILLAS ALTEC

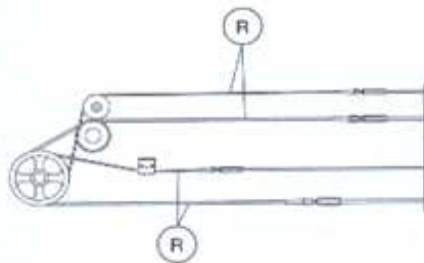
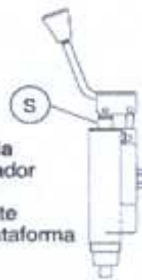
Tabla y Diagrama de Lubricación

85 horas/1 mes 500 horas/6 meses 1000horas/1 año 2000 horas/2 anos si se desarma 		
Letra	Lubricante	Método de Aplicación
A	<i>Compuesto Anti Agarre</i> -Lubricante para presión que evita el agarre, corrosión, óxido y picadura galvánica	Cepillo
C	<i>Grasa para chasis</i> -Grasa multiuso a base de litio con propiedades de resistencia al agua, inhibición de óxido, estabilidad a la oxidación y presión extrema	Grasera
G	<i>Lubricante para Engranajes de Cara Abierta</i> -lubricante en aerosol que penetra y se adhiere con buenas propiedades de resistencia al agua y a presiones extremas y no es afectado por temperaturas extremas	Rociador
M	<i>Grasero Molibdeno</i> -Grasa multiuso a base de litio con un aditivo de disulfuro de molibdeno, buenas propiedades de resistencia al agua, inhibición de óxido, estabilidad a la oxidación y a presión extrema	Cepillo/grasera
R	<i>Lubricante para Cable de acero</i> -Aerosol protector penetrante, limpiador y no gomoso, debe minimizar la fricción y eliminar el óxido	Rociador
S	<i>Lubricante en Aerosol para uso general</i>	Rociador
W	<i>Aceite para Engranaje Sinfín SAE 140-AGMA Grado 7</i> compuesto o 7 EP, debe no ser corrosivo para el bronce	Vertido

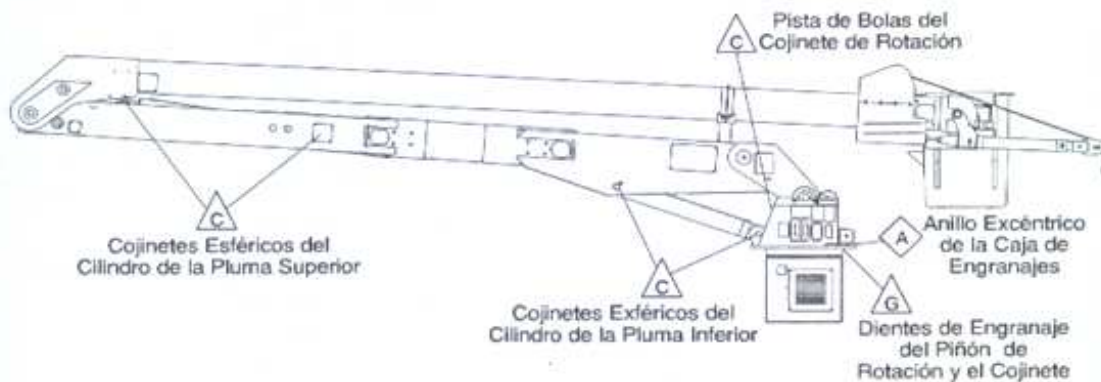
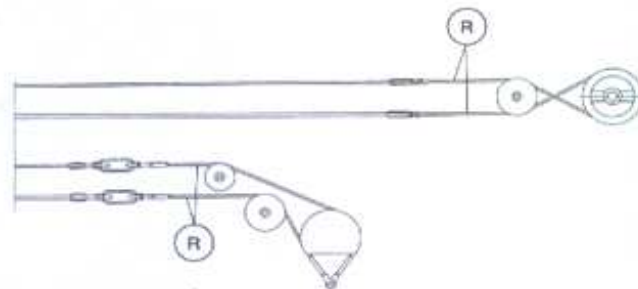


- Carretes de Válvula**
- Brazo estabilizador
 - Herramienta
 - Aguilón/malacate
 - Rotación de plataforma

- Eslabones Palanca de Control**
- Control de una palanca
 - Todos los eslabones de palanca de control en la plataforma
 - Válvula de control inferior
 - Válvula de control de brazos estabilizadores








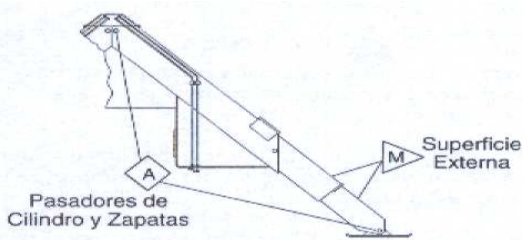
Sistema de Nivelación



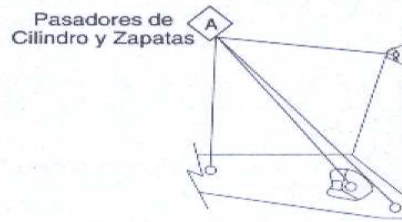
ANEXO IX
LUBRICACIÓN PARA GRÚAS ALTEC

Tabla y Diagrama de Lubricación

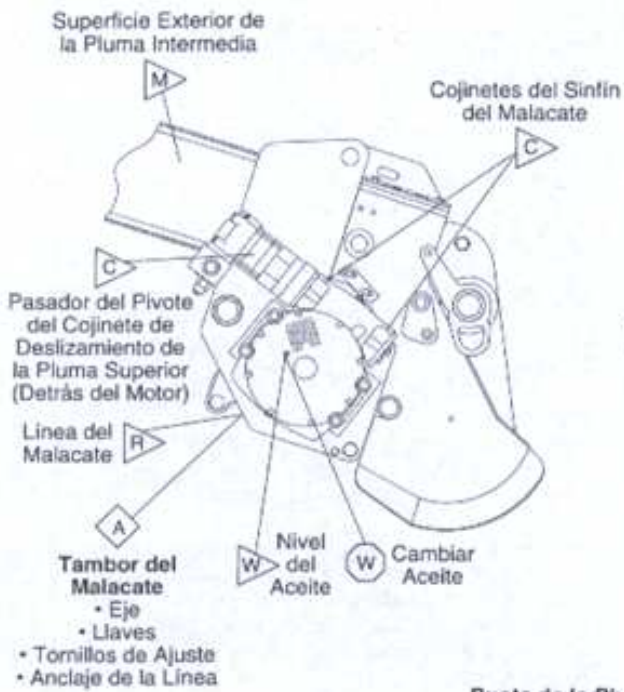
85 horas/1 mes  500 horas/6 meses  1000horas/1 año  2000 horas/2 años  si se desarma 		
Letra	Lubricante	Método de Aplicación
A	<i>Compuesto Anti Agarre-Lubricante para presión que evita el agarre, la herrumbre y picadura galvánica</i>	Cepillo
C	<i>Grasa para chasis-Grasa multiuso a base de litio con propiedades de resistencia al agua, inhibición de herrumbre, estabilidad a la oxidación y presión extrema</i>	Grasera
E	<i>Aceite para Engranajes EP 80W-90-Designación de servicio API GL-45</i>	Vertido
F	<i>ATF, Tipo F</i>	Vertido
G	<i>Lubricante para Engranajes de Cara Abierta-lubricante en aerosol que penetra y se adhiere con buena resistencia al agua y a presiones extremas y no es afectado por temperaturas extremas</i>	Rociador
M	<i>Grasero Molibdeno-Grasa multiuso a base de litio con un aditivo de disulfuro de molibdeno, buenas propiedades de resistencia al agua, inhibición de óxido, estabilidad a la oxidación y a presión extrema</i>	Cepillo/grasera
O	<i>Aceite Compuesto AGMA 7</i>	Vertido
R	<i>Lubricante para Sogas de Alambre-Aerosol protector penetrante, limpiador y no gomoso, debe minimizar la fricción y eliminar el óxido</i>	Rociador
S	<i>Lubricante en Aerosol para uso general</i>	Rociador
W	<i>Aceite para Engranaje Sinfín SAE 140-AGMA Grado 7 compuesto o 7 EP, debe no ser corrosivo para el bronce</i>	Vertido



Brazos Estabilizadores en Bastidor en A



Brazos Estabilizadores Radiales



Punta de la Pluma

