

**DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO / PREDICTIVO COMO REQUISITO EN LA IMPLEMENTACIÓN
DE UN SISTEMA DE CALIDAD SEGÚN LA NORMA ISO 9002 EN LA EMPRESA
"HUNSTMAN ICI COLOMBIA LTDA" A TRAVES DEL MEJORAMIENTO Y
APLICACIÓN DE UN SOFTWARE.**

EDGAR ULISES ESCOBAR DIAZ

VLADIMIR MONTERO PRENS

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

CARTAGENA DE INDIAS, D.T, H Y C.

2000

**DISEÑO Y PUESTA EN MARCHA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO / PREDICTIVO COMO REQUISITO EN LA IMPLEMENTACIÓN
DE UN SISTEMA DE CALIDAD SEGÚN LA NORMA ISO 9002 EN LA EMPRESA
"HUNSTMAN ICI COLOMBIA LTDA" A TRAVES DEL MEJORAMIENTO Y
APLICACIÓN DE UN SOFTWARE.**

EDGAR ULISES ESCOBAR DIAZ

VLADIMIR MONTERO PRENS

**Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de
Ingenieros Mecánicos**

**Director:
ALFONSO NUÑEZ NIETO
Ingeniero Mecánico**

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

CARTAGENA DE INDIAS, D.T, H Y C.

2000

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Cartagena de Indias, D.T, H y C. Abril 10 del 2000

A mis padres **OLGA DÍAZ** y **JOSÉ ESCOBAR**, quienes supieron educarme e inculcarme valores éticos y afectivos desde un principio y quienes hicieron muchos sacrificios para hacer de mí lo que soy hoy en día.

A la memoria de mis abuelos **DIEGO** y **MARÍA**, que en paz descansen

A mis abuelos **IGNACIO** y **ROSA**

A mis hermanas **MARÍA FERNANDA**, **JENIFER**, **EYMI** y **KIARA**

A mi tía **NORYS DIAZ** y su familia, por su comprensión, apoyo y cariño permanentes

A **HEREIDA** y **ESTEFANY**

A **JENNY CABEZA** el amor de mi vida

EDGAR

A Dios todo poderoso,

A mis padres Alberto y Elisa,

A mis hermanos por su constante ayuda,

A mi novia Yomaira, por su amor

y apoyo incondicional,

A mis amigos. Gracias

VLADIMIR.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Alfonso Nuñez Nieto, director del proyecto por su valiosa orientación en el desarrollo del mismo.

Así mismo los autores agradecen a Alvaro Villaveces por su incondicional ayuda en momentos cruciales; a Arturo Jaramillo por su colaboración y asesoría en el desarrollo del software presentado como parte del trabajo.

De manera especial a nuestro amigo Carlos Alberto Mora Montiel por su ayuda en momentos cruciales.

Igual agradecimiento otorgan los autores a todo el personal técnico y administrativo de HUNTSMANI ICI COLOMBIA LTDA, por su invaluable colaboración en el desarrollo de este trabajo, dado que sin esta no hubiese sido posible el desarrollo del presente trabajo.

A Benjamín Arango, Antonio Escalante, Luis Majana, Justo Ramos, Jaime Torrado, Vladimir Quiroz; docentes de la Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar y todas las demás personas que colaboraron en su momento para llevar este trabajo a un feliz término.

CONTENIDO

	PÁG.
INTRODUCCION	
1. SISTEMAS DE CALIDAD	21
1.1 LAS NORMAS ISO 9002	24
1.2 LAS NORMAS NTC – ISO A IMPLANTAR EN HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA	28
2. LA GESTION DE MANTENIMIENTO	30
2.1 IMPORTANCIA DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO	30
2.2 EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO EN EL CONTEXTO HISTORICO	32
2.3 EL MANTENIMIENTO DEL PASADO	35
2.4 PRINCIPIOS DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO	39
2.5 EL CAMBIO DE CULTURA REFERENTE AL MANTENIMIENTO	48
2.6 ENFOQUE Y UBICACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA	52
3. ADMINISTRACION DE LA GEESTION DE MANTENIMIENTO	55
3.1 POLITICAS DE HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA ACERCA DEL MANTENIMIENTO	55
3.2 REESTRUCTURACION ORGANIZACIONAL EN HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA	56
3.3 FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y OBJETIVOS DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO	62

3.4	DELEGACION DE FUNCIONES A LAS DIVERSAS AREAS DENTRO DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO EN HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA	69
3.5	EQUIPOS COBIJADOS DENTRO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	73
3.6	CODIFICACION DE LOS EQUIPOS COBIJADOS EN EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	74
4.	HERRAMIENTAS PARA LA ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO	82
4.1	TARJETA MAESTRA	82
4.2	HOJA DE VIDA	84
4.3	DOCUMENTO PILOTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	86
4.4	TARJETAS DE INSPECCION DIARIA	87
4.5	SOLICITUD DE TRABAJO	87
4.6	ORDEN DE TRABAJO	88
4.7	PERMISOS DE TRABAJO	89
4.8	TARJETAS DE COSTOS	90
4.9	CUADRO DE PROGRAMACION ANUAL	90
4.10	PROCEDIMIENTOS PARA LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	91
5.	ESTIMACION DE LOS TIEMPOS PARA LA PLANEACION DE LAS ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO	95
5.1	LAS TECNICAS DE MEDICION Y SUS USOS	96
5.2	AGRUPACION DE TRABAJOS ESTANDAR UTILIZANDO EL RANGO DE TIEMPOS	99
6.	ORGANIZACIÓN DEL ALMACEN DE REPUESTOS Y MATERIALES A UTILIZAR EN LA GESTION DE MANTENIMIENTO	102

6.1	CONDICIONES DETERMINANTES EN EL INVENTARIO DE PARTES DEL ALMACEN	104
6.2	CLASIFICACION DE LOS MATERILES A MANEJAR EN EL ALMACEN	107
6.3	CONSIDERACIONES BASICAS PARA EL DISEÑO DEL ALMACEN	114
6.4	IDENTIFICACION DE ELEMENTOS DEL ALMACEN	115
6.5	CANTIDAD A COMPRAR PARA OPTIMIZAR LA LABOR DEL ALMACEN	117
7.	LA LUBRICACION COMO UNA GESTION PRODUCTVA DENTRO DE UN PROCESO TRIBOLOGICO	120
7.1	TIPOS DE LUBRICANTES	122
7.2	CARACTERISTICAS IMPORTANTES DE LOS LUBRICANTES	124
7.3	ADITIVOS UTILIZADOS EN LOS ACEITES LUBRICANTES	128
7.4	DETERMINACION DE LOS LUBRICANTES A UTILIZAR EN HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA	148
8.	ANALISIS DE FALLAS EN LA GESTION DE MANTENIMIENTO	158
8.1	RATA DE FALLAS	160
8.2	INDICES DE FALLAS	163
9.	INDICADORES PARA LA GETION DE MANTENIMIENTO	165
9.1	EVALUACIONN DE LOS COSTOS DEL MANTENIMIENTO	165
9.2	INDICE GENERAL DE MANTENIMIENTO IGM	168
9.3	CONTROL GERENCIAL DEL MANTENIMIENTO	171
9.4	PARAMETROS DE EFECTIVIDAD DE LOS EQUIPOS	176
9.5	EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS	186
10.	EL DIAGNOSTICO DE CONDICIÓN COMO BASE EN LA PLANEACION DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO	191

10.1	EL COTROL ESTASDISTICO DE LOS PROCESOS	191
10.2	MANTENIMIENTO PREDICTIVO	196
10.3	EL ANALIS IS DE ACEITES COMO HERRAMIENTA VALIOSA DENTRO DE LA GESTION DE MANTENIMINETO	204
10.4	LAS NORMAS ASTM	207
11.	EL MANEJO DE LOS ACEITES USADOS DENTRO DE LA GESTION DE MANTENIMIE NTO	223
11.1	ASPECTOS NORMATIVOS LEGALES ACERCA DEL TRATAMIENTO O MANEJO DE LOS ACEITES USADOS	227
11.2	ALTERNATIVAS PARA LA DISPOSICION DE LOS ACEITES USADOS	230
12.	EL MANTENIMIENTO APOYADO EN LOS PPROGRAMAS SISTEMATIZADOS	234
12.1	REQUERIMIENTOS DE UN SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO	234
12.2	CARACTERISTICAS PROPIAS DEL SISTEMA A DESARROLLAR	236
13.	CONCLUSIONES	240
	BIBLIOGRAFIA	241
	ANEXOS	243

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Comparación entre las normas ISO sobre sistemas de calidad.	29
Cuadro 2. Codificación asociada a la clase de equipo.	76
Cuadro 3. Codificación por equipo y servicio prestado.	77
Cuadro 4. Actividades de lubricación programadas para su realización.	78
Cuadro 5. Actividades eléctricas / electrónicas programadas para su realización.	79
Cuadro 6. Actividades mecánicas programadas para su realización.	80
Cuadro 7. Agrupamiento de tiempos estándar.	100
Cuadro 8. Clasificación de los repuestos a manejar en el almacén.	113
Cuadro 9. Sistema de codificación de elementos en el almacén.	116
Cuadro 10. Clasificación NLGI de las grasas.	127
Cuadro 11. Aceites recomendados para moto reductores.	155
Cuadro 12. Análisis de confiabilidad.	182
Cuadro 13. Pruebas de laboratorio para aceites usados.	211
Cuadro 14. parámetros de comparación para diversas pruebas de laboratorio.	214

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Curvas tribológicas de equipos.	141
Figura 2. Curva de Porcentaje De Fallas Vs. Horas de servicio.	161
Figura 3. Relación entre la confiabilidad asociada al equipo y las horas de servicio.	182
Figura 4. Comparación entre la confiabilidad y los costos por periodos determinados de mantenimiento.	184

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A. Organigrama propuesto.
- Anexo B. Formato de tarjetas maestras para equipos comunes.
- Anexo C. Formato de tarjetas maestras para equipos diversos.
- Anexo D. Formato de hojas de vida.
- Anexo E. Documento piloto del programa de mantenimiento.
- Anexo F. Tarjetas de inspección diaria.
- Anexo G. Formato para solicitud / orden de trabajo.
- Anexo H. Formato para permisos de trabajo en frío.
- Anexo J. Formato para permisos de trabajo en caliente.
- Anexo K. Formato para tarjeta de costos.
- Anexo L. Cuadro de programación anual.
- Anexo M. Procedimientos de mantenimiento.
- Anexo N. Formato de solicitud / salida del almacén.
- Anexo O. Formato de orden de compra / entrada al almacén.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es diseñar y poner en marcha un programa de mantenimiento preventivo / predictivo como requisito en la implementación de un sistema de calidad bajo la Norma ISO 9002, el cual se desarrollará en las instalaciones de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, contando con la aplicación de un software para el manejo más eficiente del programa mismo. En este trabajo se realiza un análisis descriptivo de la situación de la empresa en cuanto a la Gestión de Mantenimiento desarrollada en la misma, desde los inicios de esta hace un poco más de dos años. La información recopilada se obtuvo en gran parte (50% aproximadamente) de especialistas en el área de Mantenimiento al igual que de personal técnico con amplia experiencia; el resto de la información fue recolectada en 10% de actividades similares en diversas zonas industriales del país, un 25% se obtuvo de investigaciones propias de los autores del trabajo, un 10% en medios informativos como Internet y el 5% restante fue conseguido a través de entrevistas a personas diversas involucradas de una u otra forma en actividades de Mantenimiento.

Luego de desarrollar el trabajo, los autores pudieron apreciar como las circunstancias propias donde se desarrolla la Gestión de Mantenimiento, marcan

de manera decisiva el correcto o incorrecto manejo de las actividades de mantenimiento, dado que estas se amoldan al ambiente o entorno de trabajo tanto dentro como fuera de la empresa.

INTRODUCCION

Las metodologías contemporáneas de producción de bienes y servicios tienden a apuntar hacia una misma dirección, o mejor, a intentar conseguir la calidad total en el producto final. Esto no es posible conseguirlo si no se tiene el firme propósito de seguir una serie de parámetros necesarios para desarrollar métodos confiables y adecuados para realizar actividades específicas.

Actualmente existen estándares internacionales que rigen los Sistemas de Aseguramiento de la Calidad en cuanto a procesos de producción se refiere, y por tal razón es lógico deducir que si se quiere obtener una óptima calidad en el producto final, se debe estar seguro que el equipo utilizado es el adecuado y que esté en buen estado. Es aquí donde la Gestión De Mantenimiento adquiere gran relevancia en la industria de hoy.

Anteriormente se asociaba el mantenimiento con la reparación de daños, hoy en día la Gestión De Mantenimiento busca aumentar la eficiencia de los procesos de producción disminuyendo al máximo los altos costos en materiales, repuestos, mano de obra y tiempos de paro, consiguiendo aumentar el período de vida útil de los equipos y asegurando su disponibilidad para el momento indicado.

Con esta investigación se pretende dar a entender que la gestión de mantenimiento es de vital importancia en la industria de hoy, no solo por ser uno de los tantos requisitos exigidos en los Sistemas De Calidad, sino por que se constituye en una forma de preservar el capital de una empresa; además de esto, se quiere explicar que la Gestión De Mantenimiento no está relacionada únicamente con la gran empresa, sino que también puede ser aplicada eficientemente a la pequeña empresa y es aquí donde juegan un papel importante las personas directamente involucradas con dicha gestión, puesto que de la manera como la enfoquen va a depender el éxito de la misma.

1. SISTEMAS DE CALIDAD

Hoy día, todas las empresas que deseen competir en el mercado, deben tener en cuenta que las exigencias del mismo hacen indispensable que todos los productos o servicios prestados, se acojan a un sistema que le permita realizar sus actividades bajo condiciones óptimas de funcionamiento y eficacia, lo que conlleva al final a un aumento de la productividad de la empresa.

La productividad es considerada como una relación existente entre lo que la empresa produce, es decir, bienes y servicios y lo que le cuesta a la misma producir dichos bienes.

Las políticas gerenciales de cualquier organización se orientan a aumentar esa productividad, lo cual puede lograrse de dos formas: bien sea aumentando los bienes y servicios producidos ó disminuyendo los insumos consumidos para realizar la producción.

La primera alternativa planteada, conduce a aumentar las ventas ya sea diversificando los productos o buscando nuevos mercados, tanto nacionales como internacionales. Esto exige, como es natural, la adopción de políticas de

expansión y nuevas estrategias de mercadeo que permitan a la empresa colocar sus nuevos bienes o servicios, o llegar con estos a un mayor número de consumidores.

La segunda alternativa conlleva a la alta gerencia a disminuir costos involucrados dentro del proceso productivo, esto es reducción de personal, reducción de gastos y a su vez disminución de presupuestos, los cuales deben ser destinados a capacitación y publicidad. Los insumos son terrenos y edificios, equipos, materia prima, mano de obra, conocimientos, etc., pero muy pocas veces se incluyen aquí las pérdidas presentadas debido a desperdicio de materia prima, desgaste de máquinas y equipos, despilfarro de energía, paradas imprevistas de equipos, excesivos e injustificados costos de mantenimiento, productos de baja calidad y por último, las pérdidas intangibles generadas por la baja autoestima de los operarios y la falta de compromiso para con la organización.

Si bien es cierto podemos encontrar empresas ya sean grandes, medianas o pequeñas, cualquiera que sea su organización, ya tiene una forma establecida de hacer negocios. En una empresa pequeña, relativamente hablando claro está, lo más probable es que el sistema sea efectivo, pero de una manera informal y probablemente no este documentado, como es el caso de la gestión de mantenimiento en HUNSTMAN ICI COLOMBIA LTDA; es por ello que las normas del sistema de calidad tratan acerca de la evaluación de cómo y por qué se hacen las cosas.

Pero para seguir entendiendo con mayor propiedad lo referente a un sistema de calidad es necesario hacerse varias preguntas.

¿Qué es un sistema de calidad?

Es el conjunto formado por la estructura organizacional de la empresa, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para llevar a cabo una actividad determinada. Con un sistema de calidad confiable, las organizaciones pueden asegurar que todos los factores que afectan la calidad, ya sean técnicos o administrativos, están bajo control y pueden prevenir cualquier deficiencia.

¿Para que sirve la certificación de Sistema De Calidad?

En una relación contractual, es importante que un cliente pueda confiar en su proveedor en cuanto a la capacidad de satisfacer sus necesidades y sus expectativas. Por tanto, este debe ser capaz de demostrar la estabilidad de su sistema de calidad.

Dado que quien determina en última instancia si el producto o servicio lanzado al mercado es de su satisfacción ó no es el cliente, son estos lo que harán que una empresa sea competitiva o no. Entre las razones por las cuales es conveniente instalar un sistema de calidad podemos encontrar las siguientes:

- ◆ Mejorar el desempeño, la coordinación y la productividad dentro de la empresa.

- ◆ Centrar su atención en los objetivos que persigue su empresa, además de las expectativas que tengan sus clientes.

- ◆ Alcanzar y sobre todo, mantener la calidad de su producto o servicio para satisfacer las necesidades implícitas y explícitas de su clientela.

- ◆ Tener la confianza en que la calidad que se busca se está alcanzando y manteniendo.

- ◆ Abrir nuevas oportunidades dentro del mercado competitivo o simplemente mantenerse dentro de él.

- ◆ Busca el reconocimiento y la certificación de los estándares internacionales, como lo son las normas ISO 9000.

Es necesario aclarar que los sistemas de calidad por si solos no garantizan que todas las observaciones anotadas anteriormente se cumplirán cabalmente, por lo que se debe dar a la empresa un enfoque más sistemático.

1.1 LAS NORMAS ISO 9000

La serie ISO 9000 es un compendio de normas ó estándares internacionales, en donde algunas de ellas especifican requisitos para sistemas de calidad, como lo

son la ISO 9001, 9002 y 9003; y otras que dan una guía para ayudar en la interpretación e implementación del sistema de calidad, a este grupo pertenecen las ISO 9000-2, 9004-1, 9004-2, 9004-3.

Cada una de las normas ISO que especifican los requisitos para el sistema de calidad a implantar, tienen sus puntos muy precisos que las diferencian de las demás, pero en términos generales son idénticas. La ISO 9001 establece los requisitos que se deben cumplir cuando una empresa está involucrada en el diseño y desarrollo, producción, instalación y servicio asociado; la ISO 9002 indica los requisitos necesarios cuando una empresa no se encarga de diseño ni desarrollo; mientras la ISO 9003 es el modelo equivalente cuando no se requiere control de diseño, compras o servicio asociado, y la inspección de ensayos se usa básicamente para garantizar que los productos finales y los servicios, cumplan determinados requisitos.

En el mundo más de 300.000 empresas se encuentran certificadas bajo los estándares ISO 9000, proceso que se inició en 1987, mientras que en Colombia el número de empresas certificadas es apenas a la fecha, superior a 300 por lo tanto, el estar certificado se constituye en una ventaja competitiva a nivel país y en el mundo entero.

En lo referente a la estructura misma de la Organización Internacional para la Normalización ISO, esta es una entidad privada conformada por los entes de normalización de 118 países. Desarrolla normas y estudios en los campos de

ciencia y tecnología y cuenta a su vez con 225 comités de trabajo; el comité Técnico 176 (ISO / TC 176) fue encargado en 1983 del tema de la Administración y Aseguramiento de la Calidad. Este comité cuenta con tres subcomités para desarrollar la norma. Como los modelos ISO 9000 aplican en todo tipo de empresas manufactureras o de servicios, es una oportunidad para el desarrollo laboral y profesional, pues al ser cambiante dado que se actualizan cada cinco años, tiene una dinámica hacia el mejoramiento generando posibilidades de empleo. En Colombia, están las Normas Técnicas Colombianas NTC - ISO 9000.

Teniendo en cuenta que el mercado es altamente dinámico en donde las necesidades y expectativas de los consumidores son cada vez más exigentes, una de las políticas de la ISO es la actualización cada cinco años de todas sus normas, como se dijo ya anteriormente. Consecuentemente con dichas políticas, la versión actual de la serie ISO 9000 es la versión del año 1994; estas normas que se encuentran en vigencia, actualmente están siendo reestructuradas para la versión 2000 de las normas ISO 9000.

Como consecuencia de esta reestructuración, los cambios perceptibles para la actualización en curso hasta la publicación del CD2 (versión 2000 de las normas ISO 9000) son los siguientes:

- La norma se encuentra basada en lineamientos de administración por procesos.

- Se hace consistente con el ciclo de mejora P.H.V.A (Planear, Hacer, Verificar y Actuar).
- Los actuales veinte elementos permanecen identificables.
- No impone reglas para estructura de la documentación.
- Incluye principios de mejoramientos continuo.
- Compatibilidad con las normas ISO 14000 en cuanto a estructura, contenido, lenguaje y terminología.
- A su vez, presenta un anexo para autoevaluación.

Una estructura preliminar de la nueva agrupación de las normas es la siguiente:

- ◆ ISO 9000: fundamentos y vocabulario.
- ◆ ISO 9001: requerimientos
- ◆ ISO 9004: lineamientos.
- ◆ ISO 10011: lineamientos de auditoría.
- ◆ ISO Reportes técnicos.

En Colombia solamente existen tres entidades autorizadas por la ISO para certificar Sistemas De Calidad, las cuales son: ICONTEC, SGS y BUREAU VERITA.

1.2 LAS NORMAS NTC - ISO A IMPLANTAR EN HUNSTMAN ICI COLOMBIA LTDA.

Tomando como referencia lo anteriormente planteado, la norma ISO 9001 no tiene o presenta un nivel más alto que la ISO 9002 o ISO 9003. Dependiendo del tipo de actividad que desarrolle la compañía, una de las normas enunciadas será la más adecuada para cada empresa.

Dado que en el tipo de actividad que desarrolla HUNSTMAN ICI COLOMBIA LTDA no interviene el diseño de ningún proceso, la norma ISO 9001 sería inaplicable a esta empresa. La ISO 9003 tampoco sería aplicable a esta empresa, puesto que no cubre aspectos relativos a responsabilidades gerenciales, compras, control de procesos.

Por estas razones, las directivas de la empresa concluyeron que la norma más apropiada para implementar en HUNSTMAN ICI COLOMBIA LTDA es la ISO 9002, dado que se amolda perfectamente a las actividades desarrolladas por esta empresa en particular. En el cuadro 1. se comparan los numerales que intervienen en cada una de ellas, y se hace más fácil su visualización y comprensión. El

numeral 4.9 concerniente al Control De Procesos esta resaltado debido a que el estudio a desarrollar en cuanto a la implementación del programa de mantenimiento en HUNSTMAN ICI COLOMBIA LTDA está cobijado en este ítem, y es la razón de ser de la investigación.

Cuadro 1. Comparación entre las normas sobre sistemas de calidad

TITULO	Número de las correspondientes cláusulas			
	Requisitos			Información
	ISO 9001	ISO 9002	ISO 9003	ISO 9004-1
Responsabilidad gerencial	4.1	4.1	4.1	4
Requisitos del sistema de calidad	4.2	4.2	4.2	5
Revisión del contrato	4.3	4.3	4.3	-
Control de diseño	4.4	4.4 -	4.4 -	8
Control de documentos y datos	4.5	4.5	4.5	5.3; 11.5
Compras	4.6	4.6	4.6 -	9
Control de productos suministrados por el cliente	4.7	4.7	4.7	-
Identificación y trazabilidad del producto	4.8	4.8	4.8	11.2
Control de proceso	4.9	4.9	4.9 -	10; 11
Inspección y ensayo	4.10	4.10	4.10	12
Control de equipo de medición, inspección y ensayo	4.11	4.11	4.11	13
Estado de inspección y ensayo	4.12	4.12	4.12	11.7
Control de producto no conforme	4.13	4.13	4.13	14
Acción correctiva y preventiva	4.14	4.14	4.14	15
Manejo, almacenamiento, embalaje, preservación y entrega	4.15	4.15	4.15	10.4; 16.1; 16.2
Control de registro de calidad	4.16	4.16	4.16	5.3; 17.2; 17.3
Auditorías internas de calidad	4.17	4.17	4.17	5.4
Entrenamiento	4.18	4.18	4.18	18.1
Servicio asociado	4.19	4.19	4.19	16.4
Técnicas estadísticas	4.20	4.20	4.20	20
Economía de la calidad	-	-	-	6
Seguridad del producto	-	-	-	19
Mercadeo	-	-	-	7

Requisitos equivalentes en ISO 9001. 9002 y 9003.

ISO 9003 tiene un requisito diferente de ISO 9001.

- Cuando se trata de ISO 9001, 9002 y 9003 y no existe requisito.
- Ausencia de información en la norma ISO 9004-1, si la hay, el numeral dice donde.

2. LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

2.1 IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.

Normalmente, el hombre de mantenimiento está ligado con el incumplimiento, extensas jornadas y trabajos deficientes; esto es debido a la visión equivocada que posee tanto la administración como las personas encargadas directamente de la labor de mantenimiento en la empresa; en la actualidad esta concepción ha ido cambiando favorablemente en muchas de las organizaciones del país, esto se debe a que las personas que gerencian las mismas han aprendido a manejar de una mejor forma los recursos y necesidades de los cuales disponen; esto cobra mayor importancia si se tiene en cuenta que la gestión de mantenimiento a empezado a gerenciar sus propios recursos, puesto que se ha dado a la tarea de colocarse en un plano administrativo y ha dejado atrás esa estructura netamente técnica.

Si se tiene en cuenta que todos los elementos físicos tarde o temprano se deterioran, es obvio que la labor de mantenimiento en una empresa es de gran valía, puesto que este busca aumentar el grado de confiabilidad del sistema de producción llevando a cabo actividades de planeación, organización, dirección y

ejecución de metodologías para la conservación de los equipos, tomando Finalmente decisiones que lo lleven a determinar si es factible, conveniente o necesario el cambiar un equipo dado ya sea por deterioro u obsolescencia. Todo esto es posible, claro está, si el administrador, jefe, ingeniero o gerente de mantenimiento cuenta con los recursos de personal, físicos, económicos y de infraestructura adecuados.

En una planta, cualquiera que esta sea, el mantenimiento es un factor fundamental para que la productividad de la misma sea tal que dicha empresa pueda aumentar sus ingresos por productos terminados sin que se vea afectada por imperfecciones no esperadas en sus equipos e instalaciones, aunque se debe recordar que por muy estricto que sea el mantenimiento, un equipo jamás estará exento de falla alguna.

Dicho mantenimiento se hace, como es de esperarse, mucho más relevante a medida que la dimensión de la empresa aumente, dado que con esto se presupone la incorporación de nuevos equipos en la misma, por lo que se hará fundamental el papel de la automatización en los procesos y por ende, la gestión de mantenimiento en la planta es factor vital para su permanencia en el mercado competitivo.

2.2 EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO EN EL CONTEXTO HISTÓRICO

Históricamente, el mantenimiento ha evolucionado a través de tres generaciones. Como todo proceso en evolución, el proceso de la gestión de mantenimiento ha seguido una serie de etapas cronológicas que se han caracterizado por una metodología específica, es conveniente destacar sin embargo, que el alcanzar una etapa más avanzada no significa necesariamente que se abandonen las metodologías anteriores, sino que aun perdiendo peso, siguen complementando a las más actuales.

- ◆ La primera generación: cubre el período hasta la segunda guerra mundial. En esos días la industria no estaba muy mecanizada, por lo que los períodos de parada no importaban mucho. La maquinaria era sencilla y en la mayoría de los casos diseñada para un propósito determinado; esto hacia que fuese confiable y fácil de reparar, como resultado, no se necesitaban sistemas de mantenimiento complicados y la necesidad de personal calificado era menor que en estos momentos.
- ◆ La segunda generación: la II guerra mundial aumentó la necesidad de productos de todas las clases mientras que la mano de obra industrial bajó de forma considerable, esto llevó a la necesidad de un aumento en la mecanización. Hacia el año 1950 se habían construido equipos de todo tipo y cada vez más complejos; las empresas habían comenzado a depender de

ellos. Al aumentar esta dependencia, el tiempo improductivo de una máquina se hizo más evidente, esto condujo a la idea que las fallas se podían y debían prevenir, lo que dió como resultado el nacimiento del concepto del Mantenimiento Periódico que se llamó muchas veces Mantenimiento Preventivo; en el año 1960 esto se basaba primordialmente en la revisión completa del material a intervalos fijos.

El costo del mantenimiento comenzó también a elevarse mucho en relación con los otros costos de funcionamiento. A consecuencia de esto se empezaron a implantar sistemas de control y planeación del mantenimiento; estos han ayudado a poner el mantenimiento bajo control y se han establecido ahora como parte de la práctica del mismo.

- ◆ La tercera generación: cuando se habla de crecimiento continuo de la mecanización se debe hacer referencia a los períodos improductivos los cuales tienen un efecto mucho más relevante en lo que concierne a la producción, costo total y servicio al cliente. Esto cobra mayor vigencia con el dinamismo que se percibe mundialmente hacia los llamados Sistemas de Producción “Just in Time” o justo a tiempo, en donde los reducidos niveles de inventario en curso conllevan a que pequeñas averías puedan ocasionar el paro completo de una planta, creando fuertes demandas en la gestión de mantenimiento. Es fácilmente perceptible como cada vez son más serias las consecuencias de las fallas de un equipo para la seguridad tanto de la empresa como del personal que labora en ella, así como para el medio ambiente. Es importante destacar

que el costo del mantenimiento todavía está en aumento, tanto en términos absolutos como en relación con los gastos totales; en algunas empresas es el segundo gasto operativo de más alto costo e incluso en algunos casos llega al primero, de este modo se aprecia que lo que antes no suponía casi ningún gasto se ha transformado en la prioridad dentro del control de costos.

Anteriormente existía una teoría referente a las fallas y era el principio que cuando los elementos físicos envejecen simplemente sus posibilidades de falla aumentan, mientras un conocimiento creciente acerca del desgaste por el uso durante la segunda generación llevó a la creencia general en la “curva de la bañera” la cual será planteada de manera más explícita posteriormente; sin embargo, los resultados arrojados por investigaciones realizadas durante la tercera generación han revelado que en la práctica actual no solo ocurre un modelo de falla sino que se dan varios diferentes.

Dentro de esta generación se ha presentado un aumento significativo en los nuevos conceptos y técnicas del mantenimiento, entre los cuales están:

- Técnicas de monitoreo de condición.

- Sistemas expertos.

- Técnicas de gestión de riesgos.

- Modos de fallas y análisis de los efectos.
- Confiabilidad y mantenibilidad.

Es fundamental tener en claro que el problema al que hace frente el personal de mantenimiento hoy día no es solo el aprender cuáles son esas nuevas técnicas, sino también el ser capaz de decidir cuales son útiles y cuales no lo son para sus propias empresas; si se elige adecuadamente, es posible que se mejore la práctica del mantenimiento y a la vez se contenga e incluso se reduzca el costo del mismo; Si se elige mal, se crean más problemas que a su vez harán mas graves los ya existentes.

2.3 EL MANTENIMIENTO DEL PASADO.

Las empresas siempre fueron movidas por la cultura del número de unidades, dejando de lado el control de procesos, la creación de filosofías corporativas y la calidad como elemento de trabajo diario; los equipos eran tratados con sistemas de mantenimiento correctivo y programado que resultaban costosos. La concepción de todas las instalaciones como iguales fue otro error cometido en estas organizaciones, lo que necesariamente obligó al montaje de sistemas poco adecuados de mantenimiento que a larga no aportaron realmente un incremento en la efectividad de la empresa. Es por todo esto que el mantenimiento realizado en el pasado presenta como características inherentes a él las siguientes:

- Altos inventarios frutos de la ignorancia y la "seguridad" para evitar paros; esto ocurría por el distanciamiento organizacional existente entre materiales, compras e inventarios de mantenimiento.
- Sistemas de promoción tipo PEPS. Aquí es necesario aclarar que este sistema PEPS no hace referencia al sistema utilizado en el ámbito contable, sino que se denomina de esta manera en forma irónica y sarcástica debido a que la ausencia de planes de desarrollo y sistemas de promoción seriamente estructurados condujo a que los ascensos en la organización se llevaran a cabo mediante subjetividades, en los que primaban factores como la antigüedad, en otras palabras se adoptaba la norma de: ***Primeros En Entrar, Primeros En Subir***, además de esto se tenían en cuenta otros factores como la cercanía con el funcionario que tomaba la decisión de promover al personal. De esta manera, los comportamientos dentro de la organización para promover a las personas eran predecibles, lo cual propiciaba el descontento, desmotivación y apatía de quienes por méritos pueden aspirar a una responsabilidad diferente. Otro paradigma que se manejaba en estas organizaciones era que el conocimiento adquirido, ya fuese por la práctica o por el estudio, se convertía y a su vez se hacía sentir como parte del poder, por lo que no era transmitido debido a que planteaba la posibilidad de formar competidores potenciales, por tanto la forma de solucionar los problemas se reducía

entonces a incrementar los recursos disponibles y no al mejoramiento de los métodos de la administración.

- Predominio de lo empírico. Durante muchos años, las decisiones fueron tomadas, casi de manera exclusiva, en las experiencias; aquí el resultado se juzgaba como bueno si el equipo reparado presentaba un comportamiento satisfactorio, pero ni el término "bueno" ni tampoco el término "satisfactorio" estaban objetivamente definidos. El soporte académico tampoco presentó fortalezas en el manejo de las reparaciones, ni en el de la información y las actividades realizadas de modo tan poco fundamentado eran bien vistas porque los "academicismos" eran considerados como complicaciones innecesarias ante la agilidad e ingenio de los empíricos.
- El mantenimiento considerado como función en donde otro paradigma: "yo daño, tu reparas" pareció el principal vínculo entre Mantenimiento y sus clientes por mucho tiempo. La subordinación de las áreas de Mantenimiento a las otras áreas de la organización era casi una norma dictatorial; esto se observaba en muchas empresas, y aun se sigue observando en algunas hoy día, en donde la tendencia general era que Mantenimiento y Producción fueran vistas de manera diferente, inclinándose preferencialmente por esta última.

- Baja autoestima y posicionamiento por la falta de sentido de pertenencia ocasionada por la falta de resultados concretos o por lo menos, la falta de evidencia de los mismos; al momento que se intentó oír a quienes hacían el trabajo e intentaban promover sus propuestas, la intrincada y burocrática estructura jerárquica, de innumerables niveles, se encargó de impedir esas posibilidades propuestas.
- Excelente atención a emergencias, lo que generó un exceso de confianza y como consecuencia de ello, descuidos en la programación y coordinación de actividades.
- Lenta contratación y adquisición de recursos debido al exceso de tramitología y falta de personas conocedoras en las áreas encargadas de estos procesos.
- El medio ambiente no era importante, siempre y cuando el equipo funcionara lo demás no importaba.
- Grandes cuadrillas. El problema en Mantenimiento no radica en el número de personas que intervengan, sino en su coordinación, la cual debe llegar a una productividad y rendimientos superiores.

2.4 PRINCIPIOS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.

Orientado a mantener en operación los equipos durante el mayor tiempo posible, el mantenimiento ha pasado por una serie de etapas a través del tiempo, teniendo en cuenta el mejoramiento de la calidad; dentro del concepto de mantenimiento como tal, se presentan diversas formas en que este se puede implementar, dependiendo claro está de las políticas que la empresa maneje. Cada uno de estos principios o simplemente tipos de mantenimiento tienen aspectos muy marcados que los definen e identifican; estos tipos de mantenimiento son:

- ◆ Mantenimiento correctivo.

- ◆ Mantenimiento preventivo MP / PM.

- ◆ Mantenimiento predictivo.

- ◆ Mantenimiento proactivo.

- ◆ Mantenimiento Centrado en Confiabilidad MCC / RCM.

- ◆ Mantenimiento Productivo Total MPT / TPM.

2.4.1 Mantenimiento correctivo. Se considera un mantenimiento como correctivo cuando se efectúe una acción que tienda a llevar a cabo reparaciones menores o mayores en equipos o partes de los mismos que han presentado falla o se han retirado de servicio de una manera imprevista.

En una empresa, cuando solo se limitan a realizar labores de corrección, quien este desarrollando la labor estará tan ocupado que no se dispondrá de la fuerza de trabajo suficiente con la oportunidad para analizar cuales fueron las posibles causas que conllevaron a que dichas fallas se presentaran.

Este tipo de mantenimiento presenta muchos inconvenientes a saber:

- ◆ Mayor requerimiento de personal para llevar a cabo las reparaciones.
- ◆ Los paros continuos impiden el cumplimiento de la producción.
- ◆ Los costos de reparación aumentan, dado el aumento de daños.
- ◆ El equipo puede presentar daños en momentos útiles y beneficiosos para la empresa.
- ◆ Se pierde mucho tiempo en llevar a cabo las reparaciones y por consiguiente el lucro cesante aumenta.

- ◆ La calidad de la reparación es baja si se requiere el equipo funcionando prontamente.

Es importante aclarar que algunos de estos inconvenientes se presentan básicamente en un tipo de mantenimiento correctivo de emergencias, pues existen otro tipo de mantenimiento correctivo que son los programados.

2.4.2 Mantenimiento Preventivo MP / PM. Este tipo de mantenimiento consiste en programar las intervenciones o cambios de algunos componentes o piezas según intervalos predeterminados estadísticamente o según eventos regulares (horas de servicio, número de piezas producidas, kilómetros recorridos, vacaciones del personal, etc.). Su objetivo es reducir la probabilidad de avería o pérdidas de rendimiento de una máquina o instalación tratando de planificar unas intervenciones que se ajusten al máximo a la vida útil del elemento intervenido. En ocasiones resulta muy costoso en la medida que no hay una planificación adecuada y se hacen paradas innecesarias con aumento de costo de repuestos, mano de obra, cambios de lubricante, perdidas de energía, etc. Es importante anotar que casi todos los tipos de mantenimiento preventivo desarrollado de una forma técnica, supone una programación en la cual se incluyen rutinas de inspección, determinación de las frecuencias de inspecciones y tiempos de ejecución, procedimientos para estas rutinas de mantenimiento y si estas deben hacerse con el equipo funcionando o detenido; de la misma forma, debe presentar

un control de costos y la optimización de los recursos de repuestos, lo cual va ligado íntimamente con las frecuencias de inspección, naturalmente.

Este tipo de mantenimiento se originó por las observaciones que hicieron personas que llevaban ya bastante tiempo desarrollando labores de mantenimiento; esta experiencia les permitió concluir que todas las fallas en un alto porcentaje, están precedidas de síntomas que indican que dichas fallas ocurrirán. Estos síntomas o indicadores, sirven para poder determinar el momento más oportuno para poner fuera de servicio un equipo determinado, buscándose con esto evitar fallas imprevistas y que resultarán costosas.

El mantenimiento preventivo es realizado de una manera sistematizada; este fue concebido siempre como un sistema que periódicamente estaba desarmando los equipos para verificar fallas en sus componentes. El concepto de mantenimiento preventivo es necesario asociarlo con una inspección de evidencia de falla para corregirla en un tiempo determinado que permita preparar la intervención del equipo sin que se presente un paro que traiga consigo graves consecuencias.

Es por esta razón que el éxito del mantenimiento preventivo radica en la ingeniería que se aplique al diseñar las inspecciones que deben estar basadas en las variables diagnosticadas en los equipos, preferiblemente en funcionamiento, dado que dichas variables estarán siendo medidas en forma real, es decir con sus valores de trabajo específicamente.

Algo que es fundamental dejar en claro, es la percepción o el entendimiento por parte de la organización que implementará el mantenimiento preventivo, que las frecuencias que se dispongan o programen para llevar a cabo las rutinas de inspección no serán las mejores en primera instancia, por lo que es necesario ajustarlas con el tiempo, basándose por supuesto, en los resultados arrojados por el estado de los componentes después de haber sido retirados de servicio.

2.4.3 Mantenimiento Predictivo. Es el mantenimiento dado con base en el muestreo, registro y análisis de variables que determinan el estado de la máquina o equipo y que son monitoreadas para "predecir" la falla; la medición de ciertos parámetros (vibración, ruido, temperatura, esfuerzos internos, etc.) permite programar la intervención del elemento justo antes de que la falla llegue a producirse, eliminando así la incertidumbre; aunque esta predicción puede o no ser la acertada, y eso lo define el grado de exactitud con que se monitoreen las variables a considerar.

Existen varias técnicas de mantenimiento predictivo que nos dan información sobre la máquina funcionando:

- ◆ Análisis de vibraciones.

- ◆ Termografías.

- ◆ Análisis de aceites.
- ◆ Ultrasonido y ensayos no destructivos, entre otras.

El mantenimiento predictivo es una etapa avanzada del mantenimiento preventivo, el cual reduce la incertidumbre acerca del tiempo en que un equipo fallará; en el mantenimiento preventivo los períodos entre revisiones pueden ser demasiado cortos reduciendo el tiempo de producción y gastando piezas en buen estado, o bien pueden ser muy largos y entonces el equipo presentara una falla de manera inesperada con las consecuencias que esta trae.

Este tipo de mantenimiento presenta el inconveniente de ser costoso, dado que se requieren equipos especializados para llevarlo a cabo y además de ello, se debe capacitar al personal para utilizarlos, pero a su vez presenta ahorros; entre dichos ahorros se pueden citar los siguientes:

- ◆ Eliminación de fallas e imprevistos.
- ◆ Aumento eficiente en los períodos de revisiones.
- ◆ Ahorro en la mano de obra, repuestos y tiempo de producción.
- ◆ Disminución de los tiempos de reparación dado su planeación.

- ◆ Disminución en los costos de repuestos, debido al aumento de la confiabilidad, la cual se define posteriormente, cuando se trate lo concerniente a los indicadores de la gestión de mantenimiento.

2.4.4 Mantenimiento Proactivo. Esta es una filosofía del mantenimiento que persigue el conocimiento de la causa raíz de un problema para eliminar por completo la aparición de averías. Se trata de aplicar acciones de anticipación antes que de reacción.

Las practicas proactivas más frecuentes en mantenimiento industrial son el equilibrio dinámico de rotores y alineación de precisión de acoplamientos. Se puede llegar incluso a la modificación de los elementos estructurales y al rediseño operativo del equipo con el fin de eliminar en forma radical las averías.

2.4.5 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad MCC / RCM. Esta filosofía articula la planificación del mantenimiento (preventivo) y la eliminación de las causas de avería (proactivo) sobre la base del conocimiento del estado operativo de los equipos (predictivo). El objeto central es alcanzar la máxima confiabilidad de toda la planta para garantizar la máxima disponibilidad.

2.4.6 Mantenimiento Productivo Total MPT / TPM. Es el último peldaño alcanzado hasta la presente en cuanto al desarrollo y administración de

mantenimiento se refiere. Esta es una filosofía de mantenimiento equivalente a la anterior, pero incorpora la idea del automantenimiento de las unidades hombre - máquina de producción. El automantenimiento realizado por personal de producción no exige una alta especialización pues se limita a intervenciones de primer nivel (limpieza, engrase, sustituciones, etc.). En etapas avanzadas del MPT, se permite que los operarios del equipo hagan diagnósticos preliminares sobre las fallas y se les da autonomía en la toma de decisiones para evitar las paradas improductivas.

El Mantenimiento Productivo Total está cobijado bajo la teoría del *KAISEN* o *Mejoramiento Continuo*, la cual establece día a día nuevos y mejores estándares para el funcionamiento de los equipos.

El MPT mejora en forma permanente la efectividad total del equipo con la participación activa de los operarios. Este mantenimiento es un sistema que cubre todas las etapas de la vida útil de un equipo (diseño, producción, reconstrucción) cuya meta es aumentar su disponibilidad para la producción.

El MPT es una gestión que abarca a toda la organización para desafiar la utilización total del equipo existente hasta su máximo límite, aplicando una filosofía de administración orientada hacia el equipo. El MPT se fundamenta en aprender a partir de experiencias piloto eliminando las ineficiencias.

El desarrollo y la aplicación exitosa del MPT descansa sobre seis pilares o herramientas fundamentales a saber:

- ◆ Mejoras Enfocadas: Es la detección de las pérdidas a través de los equipos Kaizen.

- ◆ Mantenimiento Autónomo: Es el trabajo de mantenimiento realizado por el personal de producción.

- ◆ Mantenimiento Planeado: Mantenimiento correctivo, preventivo o predictivo. Se apoya en los datos generados por los dos anteriores para aumentar el Tiempo Medio Entre Fallas, TMEF.

- ◆ Mantenimiento de calidad: Da herramientas para que se controle la calidad del producto a través del control del equipo. El nivel de fallas del equipo debe ser muy bajo, su confiabilidad debe ser muy alta. El TMEF debe ser muy alto dado que el equipo no debe fallar.

- ◆ Mantenimiento Temprano: es hacer que los equipos estén a prueba de mantenimiento, es prevenir el mantenimiento, es modificar el diseño para que el equipo no falle.

- ◆ Mantenimiento de áreas administrativas: Es involucrar toda la organización en el proceso MPT.

2.5 EL CAMBIO DE CULTURA REFERENTE AL MANTENIMIENTO

Dentro de la evolución que registra el Mantenimiento, se pueden apreciar nuevas herramientas básicas, entre otras, los sistemas de información capaces llevar a cabo de una manera más fácil la toma de decisiones a través del suministro de información sobre aspectos técnicos y económicos, control de trabajos, diagnósticos de condición de equipos, así como estadísticas de comportamiento y fallas.

El énfasis en los años del nuevo milenio radica en la confiabilidad del equipo / sistema, control de riesgo y control de ciclo de vida. El impacto de los conceptos como Mantenimiento Centrado En Confiabilidad y el Mantenimiento Productivo Total, están borrando los parámetros tradicionales existente entre las organizaciones.

Dado que todo proceso de evolución trae consigo tópicos nuevos, la evolución del mantenimiento no es la excepción, por lo que dentro de las nuevas tendencias del mantenimiento se pueden encontrar las siguientes:

- El Mantenimiento basado en la condición y no en el número de horas, donde entra a jugar con mayor fuerza el monitoreo de variables operacionales medidas a través de técnicas de mantenimiento predictivo.
- La tendencia de no hacer nada en lugar de hacer. La finalidad de todo mantenimiento es tratar que no ocurran fallas a un equipo, por lo que en cuanto más efectiva sea la labor del mantenimiento, menos necesidad habrá de intervenir el equipo.
- Prevención de fallas en lugar de mantenimiento preventivo. Las fallas se pueden prevenir si se conocen cuales pueden ser sus posibles causas, lo que disminuiría considerablemente las intervenciones programadas, razón de ser del mantenimiento preventivo.
- Muchas horas de servicio, mínimas horas de parada.
- Centralización de planeación y programación de actividades.
- Aplicación de indicadores de resultado.
- Calidad de gestión.

Estas nuevas tendencias en el Mantenimiento implican necesariamente un cambio de actitud tanto de la dirección de la empresa como del personal responsable del

mantenimiento, planteamientos que conllevan a una adecuación de las estructuras organizacionales de la empresa. Es por todo esto que el mantenimiento moderno debe caracterizarse por:

- Mantenimiento como gestión, con responsabilidad compartida y no como función. El mantenimiento se inicia con la selección del equipo, sigue en la instalación, respaldado con una correcta operación y un buen mantenimiento con apoyo de compras e inventarios.
- Análisis de puntos débiles, es aquí donde entra a jugar un papel importante el análisis de fallas como respaldo al mejoramiento continuo con la identificación de componentes donde se presentaron dichas fallas. Este aspecto referente al análisis de fallas será tratado de manera independiente más adelante.
- Efectividad de contratación y adquisiciones.
- Participación en la selección de tecnología, como conocedor del acontecer y desempeño de los equipos.
- Definición de políticas de reposición de equipos, en donde el análisis de vida residual posibilita el análisis del costo del ciclo de vida del mismo, proyectando y analizando la conveniencia de las reparaciones y reacondicionamientos.

- Apropiación del almacén. Es una concepción errónea el pensar en que el Mantenimiento con un papel pasivo podrá ser exitoso, por lo tanto, la gestión de materiales es su principal aliado. Por eso codificar, describir y estimar repuestos a consumir es un paso importante para lograr un buen mantenimiento.
- Procedimientos estandarizados son de vital importancia para el control de las actividades, además que es un requisito si se piensa instalar un Sistema De Calidad, como lo es el caso de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA. Otra cosa que es importante dejar en claro es que las normas para la implementación de sistemas de calidad no exigen en ningún momento tener redactados procedimientos para todas y cada una de las actividades de mantenimiento programadas, dado que algunas son de tal simpleza que no ameritan tener un documento por escrito de cómo se realiza, cosa que en lugar de agilizar las labores de mantenimiento, para el caso en estudio, lo que ocasionará es un dispendioso e impráctico sistema de documentación que entorpecerá las labores desarrolladas en la planta.
- El uso apropiado de sistemas computarizados para la administración del Mantenimiento y logística es fundamental para el mejoramiento de la empresa, pero es necesario aclarar que los sistemas computarizados no solucionan por si solos los problemas surgidos dentro de las labores de mantenimiento, y si son diseñados independientemente de las políticas que la empresa maneja, traerá mas problemas de los ya existentes.

- Protección del medio ambiente.
- Planeación y programación de las actividades, lo que incide en el manejo adecuado de los recursos.
- Control presupuestal, donde se debe tomar iniciativas antes que normas.
- Personal capacitado y convencido de la labor que realiza.

2.6 ENFOQUE Y UBICACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA

Cuando se va a implementar la gestión de mantenimiento en una empresa, como lo es el caso de HUNSTMAN ICI COLOMBIA LTDA, es necesario que se consideren los siguientes aspectos a saber:

2.6.1 Tipo de planta. Cuando se toca este ítem, sé esta incluyendo no solo el número de personas que hacen parte de ella sino también se incluyen aquí la extensión y complejidad del proceso; estos parámetros nos permiten clasificar la empresa como pequeña, mediana o grande. La ubicación de una planta dentro de estos tres grupos, influye decisivamente en la importancia y alcance que deba tener el grupo de trabajo de mantenimiento respectivo, dado que dependiendo de la cantidad de personas involucradas en las tareas administrativas, así mismo será necesario incluir personal de mando en el desarrollo de la gestión de

mantenimiento. Otro enfoque para determinar este aspecto es lo referente al volumen de ventas, de las clases de servicios, de su dependencia o independencia de un grupo industrial y además, depende de que tan común o especializada sea su maquinaria; sin embargo, y es necesario dejarlo en claro, cualquiera que sea el producto y el tipo de empresa, el objetivo perseguido es el mismo.

2.6.2 Tipo de proceso. Este aspecto toca el punto que hace referencia a sí el proceso es continuo, en el cual cada sección es aislada y permite almacenamientos entre una y otra, con lo que al final se obtendrá un flujo de producción; o bien puede ser un proceso en serie o cadena. Además de estos aspectos, el conocimiento por parte de los organizadores del mantenimiento en la empresa de los horarios de trabajo, labores nocturnas y en días festivos, vacaciones colectivas, etc., permitirán adecuar apropiadamente el tipo de mantenimiento que garantice la disponibilidad de los recursos y su debida aplicación.

Basándose en estos aspectos mencionados, se puede clasificar a la empresa HUNSTMAN ICI COLOMBIA LTDA como una empresa pequeña y que trabaja bajo un proceso continuo de producción.

Sin embargo, estas consideraciones son limitadas y es de mayor utilidad considerar al mantenimiento como un sistema, el cual consta de tres elementos

esenciales planteados por las Teorías De Sistemas, como son: El Sistema, el cual es un conjunto de elementos interrelacionados dinámicamente con un objetivo por lo menos; El Entorno, que comprende todos los aspectos y medios que interactúan con el sistema; el tercer elemento es El Futuro que motiva al sistema a actuar en el entorno movido por los objetivos que le presenta.

Si se aplica este enfoque al mantenimiento como tal, se llega a la analogía que el sistema es el mantenimiento mismo que actúa en el entorno inmediato, es decir, Producción, Manejo de Personal, Manejo de Materiales, Control de Calidad, Proveedores, etc. El entorno son las Políticas, Tecnología, etc., y finalmente el futuro de la empresa sería lo que se conoce en la actualidad como la Planeación Estratégica.

3. ADMINISTRACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.

3.1 POLÍTICAS DE HUNSTMAN ICI COLOMBIA LTDA ACERCA DEL MANTENIMIENTO

En la organización de la gestión de mantenimiento, el conocer cuales son las políticas de la empresa referente a esta gestión es un factor prioritario.

Para la empresa HUNSTMAN ICI COLOMBIA LTDA, el planear y ejecutar todas las operaciones de mantenimiento de los equipos utilizados en las diferentes actividades de la planta es una de sus metas inmediatas.

El programa de mantenimiento preventivo / predictivo a implementar en HUNSTMAN ICI COLOMBIA LTDA debe dar como resultado que las operaciones no sean suspendidas por daños o defectos en los equipos y que estos conserven su vida útil de diseño.

Las operaciones de mantenimiento se deben cumplir siguiendo las normas de seguridad establecidas.

Este paso de definir las políticas que maneja la empresa es el punto de partida para la organización de la gestión de mantenimiento, pues es aquí donde las directivas de la empresa especifican lo que realmente quieren que se desarrolle.

3.2 REESTRUCTURACIÓN ORGANIZACIONAL EN HUNSTMAN ICI COLOMBIA LTDA

Como se mencionó anteriormente, dentro de las diversas organizaciones, la gestión de mantenimiento es manejada de acuerdo a las políticas de la empresa misma. Si tenemos en cuenta esto, se podrá estructurar la empresa en una forma mas adecuada a sus objetivos, dicho en otras palabras, la gestión de mantenimiento en la empresa debe ser tal que se facilite su labor dentro de la misma y a su vez, todas las secciones que estén incluidas dentro de ella trabajen mancomunadamente para la obtención de una mayor eficiencia en los procesos desarrollados en la planta y por consiguiente, su productividad aumente o en el peor de los casos no disminuya. Cuando en una empresa no se enfoca la labor de mantenimiento de manera adecuada, esta genera mas problemas de los ya existentes lo cual es totalmente contradictorio con la razón de ser misma de la gestión de mantenimiento, es así como se recomienda una organización que se enmarque dentro de los

parámetros que componen un programa de mantenimiento preventivo / predictivo.

La tendencia actual en las organizaciones es la reducción de los niveles gerenciales, su estructura actual poco o nada tienen que ver con las problemáticas estructuras e intereses de las típicas compañías manufactureras de los años 50's y que aún persisten en algunas empresas, mucho más aun en un país tercermundista como lo es Colombia.

Las empresas tienden a basarse en la actualidad en conocimientos y buscan vínculos con especialistas que dirijan y disciplinen su propio desempeño mediante la retroalimentación organizada de la competencia, proveedores y clientes, en síntesis, una organización basada en la información.

Cuando se habla de información es necesario hacer claridad en este concepto. Existe la creencia que la información es un montón de datos que se obtuvieron de una determinada labor; este concepto dista de lo que realmente es la información. Se considera que un grupo de datos sirve de información cuando basados en estos se obtienen o sacan conclusiones que pueden servir para determinado fin, el resto son solamente eso, datos; por tanto, para convertir los datos en información se requiere de conocimientos en el campo que se está investigando.

En las organizaciones típicas actuales el conocimiento se concentra en el personal de mando, colocado con baja estabilidad entre la dirección y el personal operativo

y generalmente se considera como adecuada la búsqueda de conocimientos desde arriba en lugar de obtenerlos desde abajo.

El ingeniero Carlos Mario Pérez Jaramillo, menciona un ejemplo con el cual se puede visualizar de una manera mucho más clara lo anteriormente expuesto. “Una orquesta filarmónica es el mejor ejemplo para este tipo de organizaciones, centenares de músicos se reúnen y tocan juntos en un escenario. Según las teorías organizacionales, debería haber un “Director vicepresidente de Grupo” y quizás media docena de “Directores vicepresidentes de división”; sin embargo, no hay mas que un director y todos los músicos, cada uno de los cuales es un especialista de alto nivel y tocan para el director, sin intermediarios”.¹

Muchos músicos y su director pueden tocar en conjunto porque todos tienen a la vista la misma partitura, esta les indica al director y a los músicos, que tocar, a quién corresponde tocarlo y cuando. Es decir, las organizaciones basadas en la información requieren objetivos comunes, claros, sencillos, que se traduzcan en acciones específicas y al mismo tiempo, requieren también concentración en unos pocos objetivos. La labor del director es saber organizar como enfocar la habilidad y los conocimientos de cada especialista en el desempeño total de la orquesta.

1. PEREZ JARAMILLO, Carlos Mario, El futuro del Mantenimiento de la Ingeniería de Manufactura,

Por todo lo anterior, una organización basada en la información tiene que estructurarse alrededor de metas que expresen claramente las expectativas que la administración posee en cuanto al desempeño de la empresa, para cada área y para cada especialista. Cada miembro dentro de la organización debe asumir una responsabilidad informativa y la claves es que cada uno se pregunte: ¿quién depende de cada uno y por que tipo de información?, ¿yo de quien dependo?.

La responsabilidad informativa para con los demás se está entendiendo mejor, especialmente en compañías de tamaño mediano. Todos los miembros de una organización basada en la información tienen que estar pensando permanentemente que información es la que necesitan para desempeñar su oficio y hacer una mejor contribución. Un problema que se le presenta a la administración es como darle a una organización una visión común a cada uno de sus componentes. Una forma de esa visión, es trabajar en determinados proyectos con grupos de funciones interdisciplinarias, la organización basada en información utiliza unidades de trabajo pequeñas, asignándoles tareas específicas para que una persona competente las domine.

Ahora bien, puesto que el objetivo inmediato es el de implementar la gestión de mantenimiento dentro de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, a continuación se procede a aplicar todo lo anteriormente

planteado, tomando como base por supuesto, la organización actual y las políticas que HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA maneja.

La aplicación de la organización basada en la información, en la ubicación y estructuración de la gestión de mantenimiento dentro de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA está representada por la tendencia relativamente moderna del Mantenimiento Centralizado. Este tiene como características:

- ◆ Centralizar las actividades afines con el objetivo de unificar criterios.
- ◆ Aplicación de criterios y estándares comunes.
- ◆ Aprovechar mejor los recursos físicos y humanos, unificando la planeación, los procedimientos de taller y en general todos los controles.

3.2.1 Actividades a centralizar.

- Planificación y programación de trabajos: esto tiene como objetivo la aplicación de un proceso de análisis unificado, de tal manera que conduzca a una ejecución óptima del trabajo.

- Tramitación de solicitudes / ordenes de trabajo: la centralización de esta actividad facilita que las solicitudes asignadas se conviertan posteriormente en ordenes de trabajo, claro esta, después de ser analizadas, presupuestadas y amparadas por firmas que autoricen las ordenes prioritarias, así como el costo del trabajo. Si este proceso es continuo mantiene la filosofía de llevar a cabo los trabajos realmente importantes.

Dentro de esta labor en el desarrollo de la gestión de mantenimiento, el proceso de planificación abarca fundamentalmente la siguientes actividades:

- ◆ El planeamiento de la solicitud de trabajo, la cual tiene por objeto el decir que se debe hacer, como hacerlo y quien debe hacerlo, esto es, indicar si la labor a ejecutar será subcontratada o si por el contrario la labor será desarrollada dentro de la empresa, definir las áreas que deben realizarla, los equipos, herramientas y materiales a ser utilizados.
- ◆ El presupuesto, en donde su preparación detallada tiene por finalidad establecer el costo por mano de obra, por materiales y la obtención de una autorización para gastar el monto correspondiente.

- ◆ La programación, la cual trata específicamente acerca de cuando y en que tiempo deben realizarse los trabajos ordenados, para ello es de gran utilidad el uso del tablero de programación, así como también las horas estándar de trabajos.
- ◆ El control, pues con esta actividad se trata de comprobar si para la ejecución del trabajo se aplicó el procedimiento previamente establecido, con la calidad esperada y en el tiempo estimado.

Con estas variables ya definidas, y teniendo en cuenta las tendencias marcadas inicialmente, las políticas de la empresa y el personal con que esta cuenta, se recomienda instaurar el organigrama propuesto. Ver anexo A.

3.3 FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y OBJETIVOS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Cuando se habla de mantenimiento, la primera concepción que se viene a la mente es la de reparar por desperfectos. Las funciones del mantenimiento van más allá de las reparaciones, su valor se aprecia en la medida que dichas funciones disminuyan y esto no es más que el resultado de una labor planificada y sistematizada, contando como es natural, con el apoyo y los recursos de una política integral de las directivas de la empresa.

Las principales funciones del mantenimiento son las siguientes:

- ◆ Planear, desarrollar y ejecutar los programas de mantenimiento para el equipo ya existente, teniendo en cuenta la optimización del recurso económico.
- ◆ Seleccionar, instalar, operar, conservar y modificar los servicios de la planta.
- ◆ Seleccionar, aplicar y controlar los lubricantes.
- ◆ Decidir por la reposición y/o modernización de los equipos actuales y llevarlas a cabo si es necesario.
- ◆ Supervisar las especificaciones estipuladas para la compra de un equipo ó proceso y asegurar que estén de acuerdo a las condiciones de la planta.
- ◆ Coordinar las labores de limpieza de las maquinarias, ductos, etc.
- ◆ Conservar en buen estado los dispositivos de seguridad y cuidar que se cumplan las normas de seguridad en la operación de los equipos.
- ◆ Seleccionar el personal adecuado para llevar a cabo estas funciones.
- ◆ Solicitar herramientas y repuestos.

- ◆ Implementar programas y darlos a conocer al resto de la planta con el fin de realizar evaluaciones periódicas.
- ◆ Crear los mecanismos de control para el seguimiento de la gestión de mantenimiento.

El entorno en el medio empresarial cambia con una facilidad impresionante y es por ello que día a día las organizaciones deben asumir nuevos retos y responsabilidades para que pueda garantizarse el desarrollo de la empresa en forma paralela y sobretodo acorde con las nuevas tecnologías. Por lo anteriormente dicho, es fácil deducir que la gestión de mantenimiento debe asumir estas nuevas tendencias, iniciando por sus funciones y responsabilidades, las cuales se presentan a continuación.

Es claro que la mayor responsabilidad del director de mantenimiento es planear y controlar la ejecución de las labores de manera tal que se logren los objetivos con un mínimo consumo de recursos, lo cual implica reconocer a tiempo “señales de peligro” y futuros problemas e implementar medidas preventivas.

Dentro de sus límites, el director de la gestión de mantenimiento tiene la libertad de decisión y acción en asuntos tales como:

- ◆ Añadir, cambiar y/o suprimir actividades.

- ◆ Sustituir recursos y/u ordenar recursos adicionales.

Dentro de sus nuevas responsabilidades, el director, jefe o administrador de mantenimiento debe:

- ◆ Proponer y seleccionar personas con las cualidades apropiadas(competencia técnica, habilidades de comunicación, etc.) para la organización.
- ◆ Convocar y dirigir reuniones.
- ◆ Comunicarse con todas las partes pertinentes.
- ◆ Iniciar y supervisar el manejo de los archivos y datos.
- ◆ Verificar y autorizar informes acerca de la utilización de los recursos, el contenido y la calidad de los resultados.
- ◆ Recopilar y registrar información para el control de la gestión de mantenimiento.
- ◆ Analizar y determinar las causas y los efectos de las desviaciones reales y pronosticadas del plan trazado.

- ◆ Elaborar propuestas para hacer frente a las alteraciones que caigan dentro de los límites de su gestión.

No obstante, los aspectos mas relevantes dentro de las labores del director de mantenimiento se relacionan con los seres humanos:

- ◆ Evaluación de las cualidades de las personas.
- ◆ Asignación de las personas a las diversas actividades.
- ◆ Motivación de las personas en su trabajo.
- ◆ Comunicación con ellas.

Ahora bien, la competencia técnica del director de mantenimiento puede describirse en términos de sus conocimientos y experiencia sobre el proceso que se desarrolla. Aunque es factible que se pueda planear y controlar satisfactoriamente un mantenimiento con poco o ningún conocimiento y experiencia sobre el proceso, el trabajo será mucho más difícil, ya que se dependerá del juicio y la buena voluntad de otros, habrá dificultades de comunicación y no se podrán detectar todos los peligros y las futuras desviaciones a tiempo.

Por otra parte, si el encargado de dirigir el mantenimiento posee conocimientos demasiado detallados de los procesos como tal, se puede quedar detenido en detalles meramente técnicos; es por todo esto que la persona que se encargue de la dirección del mantenimiento debe ser cuidadosamente escogida por las directivas de la empresa. Ya que la labor del director es dirigir, no ejecutar, es mejor si él posee un nivel intermedio de conocimientos del proceso desarrollado. En algunos casos, una persona con el perfil adecuado para desempeñar este cargo puede encontrarse en una fuente externa de recursos, como por ejemplo en una firma de asesorías o consultorías.

Resolver problemas y explorar oportunidades, requiere la participación y colaboración de muchas áreas de la organización y por ende, la dirección del mantenimiento está orientada con directrices hacia la resolución de los diversos problemas que puedan presentarse y a su vez, hacia el aprovechamiento de oportunidades a través de esfuerzos interdisciplinarios.

La gerencia de la empresa debe valerse de la Dirección de Mantenimiento para poder asegurar que sus expectativas en lo referente a planes y proyectos vitales de la misma, se lleven a cabo de una manera productiva, esto es factible si se obtienen:

- ◆ Logros satisfactorios de los objetivos del mantenimiento de manera oportuna dentro del presupuesto.

- ◆ Informes de los avances logrados, destacando las desviaciones respecto al plan trazado originalmente.
- ◆ Decisiones de importancia presentadas a la alta gerencia para su aprobación.
- ◆ La presentación de alternativas previamente investigadas y analizadas, con el fin de tomar decisiones pertinentes al caso.

En cuanto al objetivo del mantenimiento, este se sintetiza en la tarea de conservar todos los equipos y servicios, minimizando las fallas que no han sido previstas, de manera que aumente la productividad de la empresa, disminuyan los costos por reparaciones y lo más importante, garantice la seguridad tanto de los equipos como del recurso humano, todo esto buscando el incremento de la eficiencia en la planta, que es el fin primordial en toda organización y así poder estar a un nivel competitivo bajo los estándares internacionales, como lo son las normas ISO.

Ahora bien, cuando se tiene una empresa gerenciada de una forma adecuada, la gestión de mantenimiento dentro de ella debe evolucionar teniendo en cuenta:

- ◆ Un desarrollo originado por el aumento en la complejidad de los sistemas de producción, lo cual disminuye la intervención de la mano de obra directa y exige una mayor manutención.

- ◆ El aumento de las partes recambiables.

- ◆ Los controles más estrictos por parte de la producción debido a los aumentos de los procesos en serie, si los hubiere.

- ◆ Mayores exigencias de calidad de entrega al igual que menores tiempos de fabricación, indispensable en la implementación de un sistema de calidad acorde con los estándares internacionales expedidos por las normas ISO, en la medida que las demandas del mercado lo exijan.

- ◆ Mayores costos de mano de obra y repuestos.

3.4 DELEGACIÓN DE FUNCIONES A LAS DIVERSAS AREAS DENTRO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA

3.4.1 Funciones del área de Planeación / supervisión.

a. Organizar la sección.

- Ordenar, clasificar y actualizar el archivo de catálogos y planos.

- Ordenar y actualizar la documentación técnica de los equipos (hojas de vida, planos, manuales, etc.).

- Estudiar y clasificar la correspondencia recibida y enviada.

b. Estudiar las recomendaciones y ordenes de trabajo.

- Conveniencia y consecuencia de los resultados.

- Disponibilidad de recursos materiales y humanos.

- Estimar de manera precisa el costo de ejecución con el equipo en funcionamiento.

- Evaluar el costo de la orden y su justificación.

- Comprobar el cumplimiento de la orden de trabajo e informar a quien la generó.

c. Establecer las rutinas y procedimientos para mantenimiento.

- Consultar los catálogos y manuales sobre rutinas de mantenimiento.

- Comprobar el cumplimiento de las rutinas de mantenimiento en los equipos.

- Reformar, emitir o adicionar rutinas y procedimientos de mantenimiento de forma provisional.

d. Ordenar los pedidos de materiales y repuestos.

- Elaborar los formatos en lo referente al manejo de los repuestos.
- Establecer las cantidades mínimas de repuestos en el almacén.

3.4.2 Funciones del área de almacén.

- Ejecutar gestiones de compra de materiales y repuestos.
- Codificar los materiales y repuestos.
- Informar por alerta de bajas existencias de repuestos.
- Autorización de entregas a solicitantes mediante un documento.
- Entrega oportuna de artículos.
- Organización de un sistema de información que totalice los consumos.

- Realización de solicitud de compra de los repuestos mediante una forma preestablecida.
- Reducción de las pérdidas verificando todos los materiales a su llegada al almacén, y comprobar el acuerdo con todas las condiciones especificadas en el pedido.
- Mantener cantidades mínimas de repuestos en el almacén.
- Actualizar los costos de materiales que estén en stock.

3.4.3 Funciones de las áreas Eléctrica / Electrónica y mecánica.

- Mantener en perfecto estado el funcionamiento de los diversos equipos mecánicos como son: bombas, compresores, agitadores, etc.
- Mantener en perfecto estado el funcionamiento el equipo eléctrico y electrónico como electroválvulas, controladores, motores eléctricos, transformadores, etc.

3.4.4 Funciones del área de lubricación.

- Realizar las labores de inspección, reemplazo o cualquier otra a los aceites y grasas lubricantes aplicados a los diversos equipos de la planta.

En cuanto a los aspectos asociados a la lubricación, estos se estructurarán mas adelante de manera tal que se pueda hacer de la misma una gestión productiva dentro de un proceso tribológico en el mantenimiento.

3.5 EQUIPOS COBIJADOS DENTRO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Al momento de realizar la escogencia de los equipos que estarían cobijados dentro del programa de mantenimiento preventivo / predictivo a implementar en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, fue necesario realizar en primera instancia una encuesta, teniendo en cuenta que tan crítico resultaba dicho equipo para las labores de producción de la empresa; esto se enfocó de esa manera debido a que se debe tener en cuenta siempre uno de los paradigmas que determinan los parámetros de la gestión y es que resulta tan costoso hacer demasiado como no hacer nada. Por esta razón se determinó

que era recomendable cobijar los equipos que se listan próximamente dentro del programa de mantenimiento.

3.6 CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS COBIJADOS EN EL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Cuando se va a implementar un programa de mantenimiento, llámese preventivo, predictivo, correctivo, etc., es necesario que los equipos puedan ser identificados de una manera rápida y sencilla. Dentro de una empresa que no posee un programa de mantenimiento como es el caso de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, los operarios y el personal en general de la planta, acostumbran frecuentemente a identificar el equipo por sus características físicas o de operación; esto es perfectamente aceptable siempre y cuando no se tenga el mas mínimo control sobre dichos equipos, cosa que resulta totalmente ilógica desde cualquier punto de vista si se tiene en cuenta que la empresa debe estimar cuales son sus pertenencias, lo que se regula con un dato de activo contable. En otras palabras, se le asigna una identificación al equipo para poder registrar cualquier actividad asociada al mismo.

En la gestión de mantenimiento, esto no es la excepción, dado que necesariamente debe controlarse toda actividad directa o indirecta

asociada con el equipo y la manera más sencilla de identificarlo es mediante una codificación. Esta codificación no tiene un estándar de aplicación a todas las empresas, mas sin embargo, todas las empresas debe tener sus equipos codificados. La codificación que se le asignará a los equipos de HUNTSMA ICI COLOMBA LTDA fue diseñada de la manera más sencilla posible, tomando como referencia la clase de equipo y su trabajo realizado. Dado que algunos de los equipos que trabajan en la planta son reubicados en ocasiones dependiendo de la utilidad que se necesite, estos fueron agrupados por el tipo de servicio que prestan, es decir, las bombas fueron clasificadas dentro de un grupo llamado Sistemas de bombeo, en el caso de los compresores de aire, el grupo fue llamado Sistemas de compresión de aires, etc.; estos equipos se agrupan de manera particular donde se lleva el consecutivo de la información referente a los costos asociados a estos, llamados centros de costo; esto será descrito más adelante.

Estos son los equipos con sus respectiva identificación que estarán cobijados dentro del programa de mantenimiento en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA. Los cuadros 2. y 3. muestran la forma como se codificaron los equipos que están en la planta y que harán parte del programa de mantenimiento, especificando el tipo de equipo y el servicio que presta, además de la designación.

Las actividades que han sido estipuladas para que se realicen a los equipos cobijados dentro del Programa De Mantenimiento, has sido establecidas en base a las recomendaciones de fabricantes de los equipos, a la experiencia de personas que trabajan en el complejo industrial de Mamonal y de uno de los autores del presente trabajo, el cual posee experiencia en el campo técnico de diversos equipos industriales y navales. Ver cuadro 4., 5. y 6.

Cuadro 2. Codificación asociada a la clase de equipo

Clasificación de códigos	Equipo
BCE	Bomba Centrífuga Eléctrica
BDN	Bombas De Diafragma Neumáticas
BAN	Bombas Axiales Neumáticas
BEE	Bombas De Engranés Eléctricas
BVE	Bombas De Vanes Eléctricas
CAP	Compresores De Aire De Pistón
CFF	Cuartos De Refrigeración
SRF	Sheeller De Refrigeración
VCE	Ventiladores Extractores Centrífugos
VAE	Ventiladores Extractores Axiales
AHE	Agitadores De Hélice Eléctricos
TEA	Transformadores Eléctricos De Alta Tensión
TEM	Transformadores Eléctricos De Media Tensión
SAE	Secadores De Aire
ECG	Montacargas Gas/Gasolina
CEC	Controladores Electrónicos
VVE	Variadores Velocidad Electrónicos
MRC	Motorreductores De Cadena

Cuadro 3. Codificación por equipo y servicio prestado

Código particular de equipo	Servicio Desempeñado
BCE01	Bomba Contradiciendo
BCE02	Bomba De Recirculación De Agua Del Sheeller
BDN01	Bomba Carga Aditivos Tanque #3
BDN02	Bomba Carga Aditivos Tanque #3
BDN03	Bomba Carga Aditivos Tanque #3
BDN04	Bomba Carga Aditivos Tanque #3
BDN05	Bomba Carga Aditivos Tanque #3
BDN06	Bomba Carga Poliol Tanque #1
BDN07	Bomba Carga Poliol Tanque #1
BDN08	Bomba Carga Poliol Tanque #1
BAN01	Bomba Carga Aditivos Tanque#4
BAN02	Bomba Carga Aditivos Tanque#4
BAN03	Bomba Carga Aditivos Tanque#4
BAN04	Bomba Carga Aditivos Tanque#4
BEE01	Bomba Carga Aditivos Tanque#1
BEE02	Bomba Carga Poliol Tanque#2
BEE03	Bomba Carga Poliol Tanque#2
BVE01	Bomba Recirculación Poliol Tanque#1
AHE01	Agitador Tanque#1
AHE02	Agitador Tanque#2
AHE03	Agitador Canecas Portátiles
AHE04	Agitador Canecas Portátiles
VCE01	Extractor De Vapores Tanque#2
VAE01	Extractor De Vapores Canecas Portátiles
SRF01	Sheeller De Refrigeración Tanque#1
CFF01	Cuarto De Refrigeración De Aditivos
TMP01	Tanque Mezcla Poliol Rígido
TMP02	Tanque Mezcla Poliol Flexible
TMA01	Tanque Mezcla Aditivos Rígidos
TMA02	Tanque Mezcla Aditivos Flexibles
ECG01	Montacargas Hyster
ECG02	Montacargas Nissan
TEA01	Transformador Eléctrico Principal
TEM02	Transformador Eléctrico 220v Trifásico
TEM03	Transformador Eléctrico 220v Monofásico
CAP01	Compresor Aire Inactivo
CAP02	Compresor Aire Central
SAE01	Secadora De Aire Central
MRC01	Motorreductor Puerta Principal
CEC01	Controlador Electrónico Tanque#1
CEC02	Controlador Electrónico Tanque#2
VVE01	Variador Velocidad De La Bve01

CODIGO EQUIPO	ACTIVADA A REALIZAR EN LOS EQUIPOS	ACTIVIDAD REALIZADA	MODO INTERV.	FRECUENCIA	TIEMPO ESTÁNDAR HORAS
LUBRICACION					
ECG01	Aceite del motor	R	CONTRATISTA	C/2 MESES	
ECG02	Aceite del motor	R	CONTRATISTA	C/2 MESES	
ECG01	Aceite del diferencial	I / R	CONTRATISTA	C/2 MESES-C/12MESES	
ECG02	Aceite del diferencial	I / R	CONTRATISTA	C/2 MESES-C/12MESES	
ECG01	Aceite de la caja de cambios	I / R	CONTRATISTA	C/2 MESES-C/12 MESES	
ECG02	Aceite de la caja de cambios	I / R	CONTRATISTA	C/2 MESES-C/12 MESES	
ECG01	Aceite hidráulico	I / R	CONTRATISTA	C/2 MESES-C/12 MESES	
ECG02	Aceite hidráulico	I / R	CONTRATISTA	C/2 MESES-C/12 MESES	
ECG01	Aceite del convertidor de par	I / R	CONTRATISTA	C/2 MESES-C/12 MESES	
ECG02	Aceite del convertidor de par	I / R	CONTRATISTA	C/2 MESES-C/12 MESES	
ECG01	Fluido de Frenos	R	CONTRATISTA	C/12 MESES	
ECG02	Fluido de Frenos	R	CONTRATISTA	C/12 MESES	
ECG01	Grasa de cojinetes de las ruedas	R	INTERNA	C/12 MESES	1,2
ECG02	Grasa de cojinetes de las ruedas	R	INTERNA	C/12 MESES	1,2
ECG01	Cadena de elevaciòn	L	INTERNA	C/ MES	1,2
ECG02	Cadena de elevaciòn	L	INTERNA	C/ MES	1,2
ECG01	Cojinetes de desembrague	L	CONTRATISTA	C/ MES	
ECG02	Cojinetes de desembrague	L	CONTRATISTA	C/ MES	
ECG01	Buje de soporte de mastil	L	INTERNA	C/ MES	0,2
ECG02	Buje de soporte de mastil	L	INTERNA	C/ MES	0,2
ECG01	Todas las articulaciones del chasis	L	INTERNA	C/ MES	0,2
ECG02	Todas las articulaciones del chasis	L	INTERNA	C/ MES	0,2
ECG01	Piezas de metal de refuerzo	L	INTERNA	C/ MES	0,2
ECG02	Piezas de metal de refuerzo	L	INTERNA	C/ MES	0,2
ECG01	Piezas de metal de empuje	L	INTERNA	C/ MES	0,2
ECG02	Piezas de metal de empuje	L	INTERNA	C/ MES	0,2
ECG01	Carril del màstil	L	INTERNA	C/ MES	0,2
ECG02	Carril del màstil	L	INTERNA	C/ MES	0,2
ECG01	Pasador del cilindro de inclinaciòn	L	INTERNA	C/ MES	0,2
ECG02	Pasador del cilindro de inclinaciòn	L	INTERNA	C/ MES	0,2
ECG01	Pasador central de eje	L	INTERNA	C/3 MESES	0,2
ECG02	Pasador central de eje	L	INTERNA	C/3 MESES	0,2
ECG01	Pivote de direcciòn	L	INTERNA	C/3 MESES	0,2
ECG02	Pivote de direcciòn	L	INTERNA	C/3 MESES	0,2
CAP01	Nivel de aceite en el carter del compresor	I	INTERNA	C/2 DIAS	0,2
CAP02	Nivel de aceite en el carter del compresor	I	INTERNA	C/2 DIAS	0,2
CAP01	Aceite del carter	R	INTERNA	C/3 MESES	0,7
CAP02	Aceite del carter	R	INTERNA	C/3 MESES	0,7

ELECTRICA *					
ECG01	Bornes y terminales de la batería	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,4
ECG02	Bornes y terminales de la batería	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,4
ECG01	Carga de la batería	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,4
ECG02	Carga de la batería	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,4
ECG01	Nivel del electrolito	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,4
ECG02	Nivel del electrolito	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,4
ECG01	Cables de conexión	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,4
ECG02	Cables de conexión	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,4
BRK	Breakers del tablero de control eléctrico principal	I	INTERNA	C/ MES	0,4
	Instrumentos de medición del tablero	I	INTERNA	C/ MES	0,4
	Contactos eléctricos del tablero	I	INTERNA	C/ MES	0,4
TEA01	Conexiones eléctricas	I	INTERNA	C/ MES	0,2
TEA01	Aceite dieléctrico del transformador	R	CONTRATISTA	C/12 MESES	
TEA01	Parte externa	I	INTERNA	C/ MES	0,2
TEM01	Conexiones eléctricas	I	INTERNA	C/ MES	0,2
TEM01	Aceite dieléctrico del transformador	R	CONTRATISTA	C/ 12 MESES	
TEM01	Parte externa	I	INTERNA	C/ MES	0,2
TEM02	Conexiones eléctricas	I	INTERNA	C/ MES	0,2
TEM02	Parte externa	I	INTERNA	C/ MES	0,2
BCE01	Medición de voltaje al motor	I	INTERNA	C/ MES	0,2
SRF01	Medición de voltaje al motor	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,2
CAP01	Medición de voltaje al motor	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,2
CAP02	Medición de voltaje al motor	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,2
BVE01	Medición de voltaje al motor	I	INTERNA	C/ MES	0,2
BEE01	Medición de voltaje al motor	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,2
BEE02	Medición de voltaje al motor	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,2
BEE03	Medición de voltaje al motor	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,2
VAE01	Medición de voltaje al motor	I	INTERNA	C/2 MESES	0,2
VCE02	Medición de voltaje al motor	I	INTERNA	C/2 MESES	0,2
AHE01	Medición de voltaje al motor	I	INTERNA	C/15 DIAS	0,2
AHE02	Medición de voltaje al motor	I	INTERNA	C/15 DIAS	0,2
AHE03	Medición de voltaje al motor	I	INTERNA	C/ MES	0,2
AHE04	Medición de voltaje al motor	I	INTERNA	C/ MES	0,2
BCE01	Medición de corriente al motor	I	INTERNA	C/ MES	0,2
SRF01	Medición de corriente al motor	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,2
CAP01	Medición de corriente al motor	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,2
CAP02	Medición de corriente al motor	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,2
BVE01	Medición de corriente al motor	I	INTERNA	C/ MES	0,2
BEE01	Medición de corriente al motor	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,2
BEE02	Medición de corriente al motor	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,2
BEE03	Medición de corriente al motor	I	INTERNA	C/8 DIAS	0,2
VAE01	Medición de corriente al motor	I	INTERNA	C/2 MESES	0,2
VCE02	Medición de corriente al motor	I	INTERNA	C/2 MESES	0,2
AHE01	Medición de corriente al motor	I	INTERNA	C/15 DIAS	0,2
AHE02	Medición de corriente al motor	I	INTERNA	C/15 DIAS	0,2
AHE03	Medición de corriente al motor	I	INTERNA	C/ MES	0,2
AHE04	Medición de corriente al motor	I	INTERNA	C/ MES	0,2
BCE01	Estado del aislamiento del motor	I	CONTRATISTA	C/2 MESES	
SRF01	Estado del aislamiento del motor	I	CONTRATISTA	C/2 MESES	
CAP01	Estado del aislamiento del motor	I	CONTRATISTA	C/2 MESES	

CAP01	Tensión en las correas	I	INTERNA	C/3 MESES	0,4
CAP02	Tensión en las correas	I	INTERNA	C/3 MESES	0,4
CAP01	Alineamiento de acoplamiento	I	INTERNA	C/3 MESES	0,4
CAP02	Alineamiento de acoplamiento	I	INTERNA	C/3 MESES	0,4
CAP01	Válvulas de admisión y escape	I / C	INTERNA	C/6 MESES	3
CAP02	Válvulas de admisión y escape	I / C	INTERNA	C/6 MESES	3
CAP01	Motor eléctrico y equipo en general	C	INTERNA	C/3 MESES	1,2
CAP02	Motor eléctrico y equipo en general	C	INTERNA	C/3 MESES	1,2
CAP01	Válvula de seguridad y válvula piloto	C	INTERNA	C/6 MESES	0,4
CAP02	Válvula de seguridad y válvula piloto	C	INTERNA	C/6 MESES	0,4
ECG01	Holgura de válvulas de admisión y escape	C	CONTRATISTA	C/6 MESES	
ECG02	Holgura de válvulas de admisión y escape	C	CONTRATISTA	C/6 MESES	
ECG01	Tensión de la correa impulsora	I	INTERNA	C/ MES	0,2
ECG02	Tensión de la correa impulsora	I	INTERNA	C/ MES	0,2
ECG01	Pernos de la culata y tuercas del múltiple	I / T	CONTRATISTA	C/6 MESES	
ECG02	Pernos de la culata y tuercas del múltiple	I / T	CONTRATISTA	C/6 MESES	
ECG01	Parte externa del radiador	C	INTERNA	C/3 MESES	0,2
ECG02	Parte externa del radiador	C	INTERNA	C/3 MESES	0,2
ECG01	Filtro de aceite motor	R	CONTRATISTA	C/2 MESES	
ECG02	Filtro de aceite motor	R	CONTRATISTA	C/2 MESES	
ECG01	Fluido de refrigeración del motor	R	INTERNA	C/6 MESES	0,7
ECG02	Fluido de refrigeración del motor	R	INTERNA	C/6 MESES	0,7
ECG01	Elemento del colador de combustible	C / R	INTERNA	C/2 MESES-C/ 12 MESES	0,4
ECG02	Elemento del colador de combustible	C / R	INTERNA	C/2 MESES-C/ 12 MESES	0,4
ECG01	Elemento del depurador de aire	C / R	INTERNA	C/2 MESES-C/6 MESES	0,7
ECG02	Elemento del depurador de aire	C / R	INTERNA	C/2 MESES-C/6 MESES	0,7
ECG01	R.p.m. del ralentí	A	CONTRATISTA	C/2 MESES	
ECG02	R.p.m. del ralentí	A	CONTRATISTA	C/2 MESES	
ECG01	Regulación de avance de encendido	A	CONTRATISTA	C/2 MESES	
ECG02	Regulación de avance de encendido	A	CONTRATISTA	C/2 MESES	
ECG01	Bujías	I	CONTRATISTA	C/2 MESES	
ECG02	Bujías	I	CONTRATISTA	C/2 MESES	
ECG01	Platinos, tapa y rotor del distribuidor	I	CONTRATISTA	C/2 MESES	
ECG02	Platinos, tapa y rotor del distribuidor	I	CONTRATISTA	C/2 MESES	
ECG01	Parte interna del distribuidor	C	CONTRATISTA	C/6 MESES	
ECG02	Parte interna del distribuidor	C	CONTRATISTA	C/6 MESES	
ECG01	Válvula de ventilación positiva del cárter	I	CONTRATISTA	C/ MES	
ECG02	Válvula de ventilación positiva del cárter	I	CONTRATISTA	C/ MES	
ECG01	Mangueras de ventilación positiva del cárter	I	CONTRATISTA	C/ MES	
ECG02	Mangueras de ventilación positiva del cárter	I	CONTRATISTA	C/ MES	
ECG01	Juego libre de los pedales de freno	I	INTERNA	C/3 MESES	0,4
ECG02	Juego libre de los pedales de freno	I	INTERNA	C/3 MESES	0,4

BDN01	Diafragmas y cheques	I	INTERNA	C/4 MESES	4
BDN02	Diafragmas y cheques	I	INTERNA	C/4 MESES	4
BDN03	Diafragmas y cheques	I	INTERNA	C/4 MESES	4
BDN04	Diafragmas y cheques	I	INTERNA	C/4 MESES	4
BDN05	Diafragmas y cheques	I	INTERNA	C/4 MESES	4
BDN06	Diafragmas y cheques	I	INTERNA	C/4 MESES	4
BDN07	Diafragmas y cheques	I	INTERNA	C/4 MESES	4
BDN08	Diafragmas y cheques	I	INTERNA	C/4 MESES	4
AHE02	Tensión de correas	I	INTERNA	C/3 MESES	0,7
AHE03	Tensión de correas	I	INTERNA	C/3 MESES	0,7
AHE04	Tensión de correas	I	INTERNA	C/3 MESES	0,7
BAN01	Sellos y empaques	I	INTERNA	C/4 MESES	4
BAN02	Sellos y empaques	I	INTERNA	C/4 MESES	4
BAN03	Sellos y empaques	I	INTERNA	C/4 MESES	4
BAN04	Sellos y empaques	I	INTERNA	C/4 MESES	4
VCE01	Tensión de correas	I	INTERNA	C/4 MESES	0,7
BCE02	Sello de la bomba	I	INTERNA	DIARIO	0,2
BVE01	Sello de la bomba	I	INTERNA	C/ MES	1,2
SRF01	Presión agua entrada y salida	I	INTERNA	DIARIO	0,2
SRF01	Serpentines	C	INTERNA	C/ MES	2
SRF01	Temperatura agua entrada y salida	I	INTERNA	DIARIA	0,2
SRF01	Pintura anticorrosiva y acabado	R	INTERNA	C/12 MESES	
SRF01	Mirilla de líquido del refrigerante	I	INTERNA	DIARIA	0,2
SRF01	Tornillos de bases y anclajes	I / T	INTERNA	C/ MES	0,7
SRF01	Controles alta/baja presión, termostato, control flujo	I	CONTRATISTA	C/3 MESES	
SRF01	Plataforma y equipo en general	C	INTERNA	C/2 MESES	2
SRF01	Sedimentación tanque de agua	I / C	INTERNA	C/6 MESES-C/12 MESES	1,2
SRF01	Fugas en el sistema de circulación de agua	I	INTERNA	DIARIA	0,2
SRF01	Fugas en el sistema de circulación del refrigerante	I	INTERNA	C/ MES	0,2
SRF01	Nivel de ruido y vibraciones en el compresor	I	INTERNA	DIARIA	0,2
SRF01	Presión del refrigerante	I	INTERNA	DIARIA	0,2
CRF01	Serpentines	C	INTERNA	C/2 MESES	2
CRF01	Pintura anticorrosiva y acabado	R	INTERNA	C/12 MESES	
CRF01	Tornillos de bases y anclajes	I / T	INTERNA	C/2 MESES	0,7
CRF01	Controles alta/baja presión, termostato	I	CONTRATISTA	C/3 MESES	
CRF01	Plataforma y equipo en general	C	INTERNA	C/2 MESES	2
CRF01	Fugas en el sistema de circulación del refrigerante	I	INTERNA	C/ MES	0,2

4. HERRAMIENTAS PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.

Dentro de la gestión de mantenimiento, son muchos los documentos, formatos e informaciones que se requieren para llevar a cabo las labores de mantenimiento de la mejor manera posible, pero en muchos casos es necesario que estos formatos, documentos y todo tipo de información requerida se manejen de una forma estructurada y sintetizada de tal manera que se generen la menor cantidad de esquemas diferentes posibles para el manejo de dicha información y sobre todo, esquematizarlos de la manera más sencilla.

A continuación se presentan los documentos a manejar directamente dentro del programa de mantenimiento a instalar, el resto de formatos y documentos a manejar, serán generados en su momento.

4.1 TARJETA MAESTRA.

En esta se recopila la información técnica de cada uno de los equipos incluidos en el programa. Es importante recalcar que dentro del

formato presentado para su puesta en marcha dentro del programa de mantenimiento a instaurar en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA estará solamente la información que a juicio de los autores, es conveniente manejar, esto debido a la infraestructura misma de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA y seguramente quedarán por fuera datos que a juicio de terceros son necesarios pero estos no son aplicables en dicha empresa, puesto que hace dispendiosa la labor de seguimiento en el proceso de documentación. Otro aspecto que es importante destacar es que el formato presentado para el manejo de la Tarjeta Maestra, está estructurado de una manera tal que es aplicable a los equipos similares en cuanto a sus datos de placa tales como bombas, compresores, etc.; esto se realizó de esta manera debido a que el volumen de equipos no ameritaba tener un formato por cada clase de equipo, lo cual haría impráctico el manejo de la información. Ver anexo B. Para los equipos que no presentaban características comunes, se creó una planilla donde se anotaban los datos propios del equipo en particular. Ver anexo C.

Dentro de la tarjeta maestra se encuentran los siguientes datos:

- ◆ Especificaciones del equipo: aquí se incluye el nombre del equipo, su código previamente estipulado, la función que desempeña y el centro de costo al que pertenece.

- ◆ Especificaciones de los componentes: estos son los motores, reductores, bombas, compresores, etc. Aquí se toman todos los datos pertenecientes al común de las características de cada uno de estos equipos; de todas formas existirán en un momento dado datos que no se requieren para estos, pero que se aplica para otro en particular. Dentro de los datos a tener en cuenta para este formato estarán presentes los parámetros normales de funcionamiento del equipo como presiones, caudales, temperaturas, etc. Dado que ninguno de los equipos implementados en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA trabaja de manera continua, a excepción de los transformadores eléctricos por razones lógicas, esta casilla no será tenida en cuenta para el formato en consideración.

4.2 HOJA DE VIDA.

Esta es una recopilación de cada uno de los trabajos de mantenimiento y reformas llevados a cabo en la maquinaria. Ver anexo D. Este formato es conocido también como registro de mantenimiento, en el cual se da una recopilación histórica de cada uno de los trabajos realizados a los equipos. La información que contiene es básicamente la siguiente.

- ◆ Código del equipo.

- ◆ Nombre del equipo.

- ◆ Centro de costos al que pertenece.

- ◆ Fecha o período en que se le realizó el trabajo.

- ◆ Número de la orden de trabajo.

- ◆ Descripción del trabajo.

- ◆ Tipo de actividad realizada: inspección, reparación, etc.

- ◆ Componente intervenido.

- ◆ Area de mantenimiento ejecutante.

- ◆ Tipo de mantenimiento ejecutado.

- ◆ Repuestos utilizados.

Un manejo mediante base de datos de estas hojas de vida, permite computar los trabajos por tipos de actividad, mantenimiento y la relación entre los trabajos

correctivos y preventivos, tratando la información de una manera más ágil, veraz y oportuna; en otras palabras, una hoja de vida es conseguida a través del respaldo dado a cada intervención a un equipo determinado con una orden de trabajo adecuadamente manejada.

4.3 DOCUMENTO PILOTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Aquí se consignan todas las actividades a realizar a los equipos según el centro de costo al que pertenecen, al igual que el área encargada de realizarlas. Debe quedar claro para quien revise este documento, que todas las actividades que allí se encuentran estipuladas, no se realizarán necesariamente a los equipos de la planta que están cobijados dentro del programa de mantenimiento, sino que allí se encuentran las actividades que a criterio de los autores del presente trabajo pueden en un momento dado llegar a ser realizables; ya se dejó claro en instancias anteriores de este trabajo que no se le realizan actividades a todos los equipos ni a todos los componentes estructurales de los mismos, porque es inaceptable desde todo punto de vista por las razones de costos antes descritas cuando se hizo la selección de los equipos que ameritaban estar cobijados dentro del programa. Este documento fundamenta su razón de ser en la medida que se tome como una guía que le indique al planeador de las actividades de mantenimiento como relacionar una actividad determinada a un equipo con respecto a su centro de costos, al igual que le permite añadir o quitar actividades

del cuadro de programación anual. Asimismo le posibilita añadir actividades que no se registren aún en este documento; claro está, las actividades que se omitan o añadan deben ser descartadas o programadas con base en un previo estudio de factibilidades y conveniencias que hacen referencia a esa actividad respecto a un equipo en particular. Ver anexo E.

4.4 TARJETA DE INSPECCIÓN DIARIA.

En este formato se indican de una manera sencilla las actividades de inspección que deben ser realizadas diariamente a los equipos o componentes de los mismos. Se diseñó este formato de inspecciones diarias por separado, dada la gran cantidad de inspecciones que se generaron en las recomendaciones dadas por los autores en lo referente a las actividades de mantenimiento preventivo. Ver anexo F.

4.5 SOLICITUD DE TRABAJO.

Este es un documento cuya función es permitir a los operarios solicitar un trabajo de mantenimiento correctivo en caso de la detección de una anomalía en el funcionamiento de una máquina. Solo se manejan solicitudes de trabajo cuando estos no sean previamente planeados dentro del programa de mantenimiento

preventivo, de lo contrario, cualquier otra circunstancia amerita diligenciar la solicitud.

4.6 ORDEN DE TRABAJO.

Este documento es generado con el objetivo de ordenar la realización de un trabajo encaminado a corregir fallas o problemas previamente identificados, o bien puede ser utilizada para realizar una actividad preventiva diferente a inspecciones previamente programada. Estas actividades son identificadas como sigue:

01: Actividades de mantenimiento preventivo.

02: Actividades de mantenimiento predictivo.

03: Actividades de mantenimiento predictivo.

En la gestión de mantenimiento a desarrollar en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, los formatos de solicitud y orden de trabajo serán manejados desde un mismo documento, esto con el fin de no manejar tanta documentación en las labores desarrolladas. Ver anexo G.

4.7 PERMISO DE TRABAJO

Este es un formato en donde la persona responsable del área donde se piensa ejecutar el trabajo, autoriza para que dicho trabajo se lleve a cabo siempre y cuando la persona que autoriza el permiso estime que el sitio y las condiciones para realizar el trabajo cumplan con las normas de seguridad pertinentes a cada caso. Estos permisos de trabajo son manejados de manera unificada en la empresa, entendiéndose con esto, que dichos permisos son perfectamente aplicables tanto en labores de mantenimiento como bien en labores generales de planta, producción, etc. Este documento es uno de los de mayor importancia dentro del manejo de los recursos de la empresa, dado que salvaguardan especialmente la integridad del recurso humano. Estos permisos de trabajo se dividen en permisos para trabajo en frío y para trabajo en caliente. Para una mejor comprensión de la información manejada en este documento, el lector debe remitirse al manual de permisos que hace parte de la documentación de la empresa. Dentro de estos permisos de trabajo se pueden encontrar dos tipos: permisos para trabajo en fría y permisos para trabajo en caliente. Los permisos para trabajo en fría son aquellos que se expide para cualquier trabajo en el que no interviene el uso de llama abierta o generación de chispas, como por ejemplo: cambiar un instrumento, remover una bomba, hacer una zanja con equipo manual, pintar, etc. Ver anexo H. El permiso para trabajo en caliente, en cambio, se expide para cualquier trabajo que implique el uso de equipos y procesos que generen

llama abierta o produzcan chispa o calor. Ejemplos de estos trabajos son: arco de soldadura, corte con soldadura a gas, esmerilar, realizar un sandblasting, etc. Ver anexo J.

4.8 TARJETAS DE COSTOS

En este documento se consigna todos los costos asociados a los equipos por centros de costos que resultan de las actividades de mantenimiento realizadas en él. Los centros de costos están definidos como la agrupación de equipos comunes, como bombas, compresores, etc., en donde se permite asociar todos los costos ligados a dichos equipos, tanto de manera general, como por cada uno. Ver anexo K.

4.9 CUADRO DE PROGRAMACIÓN ANUAL

Este formulario recoge la información pertinente a todas las actividades de intervención distribuidas de manera equilibrada día por día y acorde con los requerimientos de producción a lo largo del calendario anual. En este cuadro se muestra tipo de intervención a realizar a los equipos que están cobijados dentro del programa de mantenimiento (lubricación, eléctricas / electrónicas y mecánicas, es decir, agrupadas bajo el sistema LEM). Ver anexo L.

4.10 PROCEDIMIENTOS PARA LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Los procedimientos se redactaron acordes con dichas intervenciones; la presentación de estos procedimientos están estructurados de manera similar a los demás documentos que semejan en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, los cuales se basan en los requerimientos del sistema de calidad que se desea implantar. Para los procedimientos de actividades de mantenimiento, estos se identifican como PM y están subdivididos por especialidad, acorde a como es la estructura del sistema L.E.M. Por ejemplo, un documento que se identifique con la designación PM-I01 indica que es un procedimiento de mantenimiento, y que corresponde al primer procedimiento redactado para el área de lubricación; de manera análoga se designa para actividades mecánicas y eléctricas y electrónicas, solo que ahora no estará la letra L sino la letra M o E, respectivamente. Ver anexo M.

Ahora se mostrará el conducto regular a seguir para realizar un trabajo de mantenimiento.

El diligenciamiento dentro de la gestión de mantenimiento para que se realice una actividad solicitada es el siguiente:

- a. **Originación.** La solicitud de mantenimiento es originada por el área operativa, bien sea que dicha persona que origine la solicitud pertenezca o no al área afectada.
- b. **Planeación.** La solicitud es recibida en el departamento de mantenimiento por planeación. En esta instancia, el planeador registra la solicitud con un consecutivo y procede a analizar si a la solicitud debe dársele vía libre para ordenar el trabajo a realizar, determinando quien ha de ejecutarla, asumiendo el siguiente conducto regular: si el trabajo no excede de un tiempo y un valor fijado por planeación, además de estudiar que tan prioritario sea el trabajo solicitado, se pasa al área de mantenimiento correspondiente, acorde al trabajo que se va a realizar. Si lo anteriormente mencionado no se cumple, se procede a ejecutar su planeamiento, el cual consistirá en.
- Preparar el trabajo con las respectivas especificaciones.
 - Especificar las diferentes especialidades que intervendrán en la ejecución del trabajo y la calidad de mano de obra requerida.
 - Presupuestar la cantidad de equipos, materiales, herramientas y mano de obra requerida.

- c. Autorización. Después de presupuestada y antes de ordenar su ejecución, se debe solicitar por escrito al jefe de mantenimiento, la autorización de los fondos requeridos.
- d. Programación. Una vez autorizada la solicitud de fondos con base en los datos del planeamiento se programa los recursos: la manera más económica de ejecutar el trabajo, determinando el número de personas que intervendrán, los turnos más económicos de acuerdo a la prioridad del trabajo.
- e. Asignación. En esta etapa se decide quien ejecutará el trabajo; es decir, las propias áreas de mantenimiento de la empresa, personal adicional contratado o contratistas independientes.
- f. Confirmación. En este paso es donde entran a jugar los permisos de trabajo, donde el responsable del área donde se piensa llevar a cabo, autoriza o niega el visto bueno para llevar a cabo dicha actividad.
- g. Ejecución. Aquí se aplica la programación establecida, cumpliéndose de acuerdo al procedimiento elaborado, cuando el trabajo lo amerite, o en su defecto, aplicando la experiencia para lograr un trabajo de alta calidad, con los recursos disponibles al menor costo posible.

h. Revisión. Este paso contempla dos fases: la primera es una comprobación de que lo ejecutado corresponde a lo planeado a un costo que debe ser muy similar a lo presupuestado. En caso de presentarse una desviación del 15% (este valor es el recomendado por personas experimentadas en labores de administración de mantenimiento en diversas empresas. Puede ser tomado así al inicio de las labores a desarrollar dentro de la gestión de mantenimiento en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA; posteriormente, la empresa puede variar ese porcentaje según criterios internos de la misma, cuando considere conveniente), el ejecutante debe justificar esta desviación. La segunda fase es una revisión final que deben hacer conjuntamente el ejecutante y el planeador a fin este reciba el trabajo a satisfacción. Por ultimo se le informa a la persona que presentó la solicitud, que el trabajo a sido realizado satisfactoriamente.

5. ESTIMACIÓN DE LOS TIEMPOS PARA LA PLANEACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

La estimación o medición de las actividades de mantenimiento, es el proceso por el cual se establece un tiempo y un procedimiento estándar, que defina la calidad del rendimiento que se espera de un trabajo asignado.

La medición del trabajo puede aplicarse en cualquier situación en donde se requiera de planeación, programación y control del mantenimiento. No puede ejercerse control sin medición, ya sea una estimación aproximada mental o un estándar de trabajo cuidadosamente elaborado, determinado por la medición del trabajo. Una medición cuidadosa proporciona la oportunidad de alcanzar un alto grado de control sobre las actividades de mantenimiento.

Entre los usos más comunes de la medición del trabajo están:

1. Planear y programar las actividades de mantenimiento.
2. Medir y evaluar el desempeño del supervisor y del trabajador.

3. Establecer los costos promedio y estimar el tiempo y costo del trabajo a realizar.
4. Preparar el presupuesto anual de operación.
5. Comparar con otros períodos y otros tiempos.
6. Identificar tendencias tales como el desempeño, la cobertura, los retrasos.
7. Medición de la acumulación del trabajo por especialidad.

5.1 LAS TÉCNICAS DE MEDICIÓN Y SUS USOS

Estas técnicas determinan el tiempo que debería tardar un trabajador medio para realizar cualquier labor bajo condiciones normales. La técnica escogida para ser utilizada esta determinada por el grado de exactitud que se necesita y al mismo tiempo cuanto se puede pagar por dicho tiempo de trabajo. Las técnicas de medición más comunes incluyen: comparaciones, registros históricos, estimaciones, estudios de tiempos y datos estándar. Ahora se mirará en que consiste cada uno de ellos.

- Comparaciones. Se utilizan para equiparar el trabajo de un área con el mismo trabajo realizado por otra área.
- Registros históricos. Estos son documentos que se tienen sobre experiencias pasadas. Las horas de mano de obra necesarias para producir una determinada cantidad de trabajo de producción se indican en los registros históricos del equipo y se utilizan más tarde cuando se realiza la misma reparación.
- Estimaciones. El empleo de estimaciones supone que una persona calificada puede determinar una aproximación razonable del tiempo que toma el realizar la actividad. Las estimaciones pueden ser combinaciones de comparaciones e historias internas. Estos tres métodos se basan en tiempos reales y son usados con mucha frecuencia en la gestión de mantenimiento porque son rápidos.
- Estudio de tiempos. Se realiza al observar y cronometrar un número suficientemente grande de ciclos tanto del tiempo del proceso como del tiempo manual de una operación para calcular el tiempo correcto; se estima el ritmo del operario y se ajusta el tiempo promedio dependiendo de si el ritmo del operario ha sido más rápido o más lento de lo normal. Este método resulta

muy costoso y difícil de mantener debido a la gran cantidad de datos que se requieren para cubrir todo el trabajo de mantenimiento.

- Datos estándar. La técnica del Estándar Universal De Mantenimiento UMS, es el método más utilizado y más efectivo para establecer y mantener los estándares de ingeniería en los trabajos de mantenimiento. Este enfoque emplea los principios de comparación del contenido del trabajo y del rango de tiempo para aplicar la medición del trabajo. Si dos trabajos necesitan dos procedimientos casi idénticos, el tiempo en que se realiza uno se puede aplicar a ambos. Este principio de rango de tiempos reconoce que el trabajo de mantenimiento es más variable que la mayor parte del trabajo de producción, sin embargo, en lugar de utilizar patrones de tiempo exacto, se recurre al rango de tiempo para especificar la duración del trabajo a realizar. Como ejemplo se planteará el siguiente caso: la reposición de una válvula puede exigir que se quite el moho u óxido de las abrazaderas; dependiendo de las condiciones en que éstas se encuentren, se necesitará de más o menos tiempo. En lugar de decir que el patrón es de 2 horas con 45 minutos, el enfoque UMS utiliza un rango de tiempo que dice de 2 ½ a 3 ½ horas. El punto medio del rango, es decir 3 horas, se utiliza como el tiempo estándar o tiempo planeado para el trabajo. En un período dado, se debe ajustar con base en los resultados obtenidos al compararlos con los estimados, los tiempos estándar para mejorar así el control sobre la gestión desarrollada.

5.2 AGRUPACIÓN DE TRABAJOS ESTÁNDAR UTILIZANDO EL RANGO DE TIEMPO

Debido a la naturaleza misma de los trabajos de mantenimiento, es impráctico esforzarse por establecer estándares individuales exactos. Los trabajadores no realizan un trabajo asignado con los mismos patrones de movimiento y agilidad. Las condiciones variables del trabajo y la experiencia de los empleados impiden que se realicen de esta manera; en lugar de establecer estándares exactos o precisos, se establecen estándares con base en un rango de tiempo durante el cual un empleado calificado llevará a cabo un trabajo asignado. De esta manera, un trabajo se realizará de 1 ½ a 2 ½ o bien de 8 a 10 horas, con la certeza que dicho trabajo estará bien en un 95 %. La serie de grupos de trabajo estándar se muestran en el cuadro 7. Las columnas de izquierda a derecha muestran la sección o grupo de trabajo (A, B, C,...), el límite inferior del rango de tiempo de la sección, el tiempo estándar a aplicar al trabajo que caiga en el rango y por último, el límite superior del rango de la sección.

Las actividades que se estimaron debían ser puestas en marcha en los equipos que están cobijados dentro del programa de mantenimiento a instalar en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA; el método escogido para determinar el tiempo de duración de cada actividad fue el del rango de tiempos estándar.

Cuadro 7. Agrupamientos de tiempos estándar *

Sección	Horas		
	Tiempo mínimo	Tiempo estándar	Tiempo máximo
A	0.00	0.10	0.15
B	0.15	0.20	0.25
C	0.25	0.40	0.50
D	0.50	0.70	0.90
E	0.90	1.20	1.50
F	1.50	2.00	2.50
G	2.50	3.00	3.50
H	3.50	4.00	4.50
I	4.50	5.00	5.50
J	5.50	6.00	6.50
K	6.50	7.30	8.00
L	8.00	9.00	10.0
M	10.0	11.0	12.0
N	12.0	13.0	14.0
O	14.0	15.0	16.0
P	16.0	17.0	18.0
Q	18.0	19.3	20.0
R	20.0	22.0	24.0
S	24.0	26.0	28.0
T	28.0	30.0	32.0
U	32.0	34.0	36.0
V	36.0	38.0	40.0
W	40.0	42.0	44.0
X	44.0	46.0	48.0
Y	48.0	50.0	52.0
Z	52.0	54.0	56.0
AA	56.0	58.0	60.0
BB	60.0	63.0	66.0
CC	66.0	69.0	72.0
DD	72.0	75.0	78.0
EE	78.0	81.0	84.0
FF	84.0	87.0	90.0

Rango de tiempo de sección para el cálculo de tiempo estándar. Tomado de la figura 6.4 del Manual De Ingeniero Industrial De Maynard, tomo I, 4ª ed.

Para clasificar cada una de las actividades a realizar y estimar así el tiempo de duración de las misma, fue necesario charlar con los operarios de mayor

experiencia en la planta en cada una de las áreas considerada (mecánica, eléctrica / electrónica y de lubricación); de esta manera se definieron tiempos dictaminados por los mismos y posteriormente cada uno de esos tiempos fueron estandarizados, los cuales son los que aparecen en los cuadros 4. , 5. y 6.

6. ORGANIZACIÓN DEL ALMACEN DE REPUESTOS Y MATERIALES A UTILIZAR EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Un factor fundamental a tener en cuenta en las estrategias de mantenimiento es el control adecuado de los repuestos, materiales y accesorios, dado que un manejo sin planeación de los repuestos, conlleva a sobre costos por altos inventarios y una baja rotación, pero sobre todo, incurre en paros técnicos como consecuencia directa de la ausencia de recursos en el momento oportuno.

Cuando se piensa en organizar un almacén de partes en el proceso de la gestión de mantenimiento, se debe tener un especial cuidado en el grado de centralización adoptado o si se trabaja con almacenes por áreas. Dentro del programa de Mantenimiento a instaurar en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA., el almacén de partes estará de una forma centralizada por la magnitud y poca complejidad de los procesos desarrollados en la misma.

En muchas industrias el almacén de repuestos hace parte del almacén de materiales, consumo o suministros, independientemente de la dirección del mantenimiento, caso que será replanteado en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA.,

donde el almacén estará dentro del departamento de mantenimiento. Pero de cualquier manera se deben fijar algunos requisitos mutuos tales como:

- Clasificación de productos y almacenamiento ordenado.

- Información de los movimientos y generación de puntos de pedido, los cuales están definidos como la cantidad de determinado elemento que al ser alcanzada requiere que se realice la tramitación de compra asociada al elemento en particular. Este punto es de mucha utilidad ya que con el se garantiza que el almacén no posea bajas existencias en stock de ese elemento y se retarde la intervención de determinado equipo en un momento dado. En cuanto al punto mínimo, el cual es otro aspecto importante a manejar en el almacén, es la cantidad mínima que debe existir en el stock normal de mantenimiento para que pueda garantizarse que dicho elemento no faltará al momento de ser requerido para una actividad previamente programada; si no se mantiene este punto mínimo, las intervenciones programadas no podrán realizarse y de inmediato deja de ser eficiente la labor de mantenimiento.

- Procedimiento para la solicitud de materiales del almacén y compra de los mismos, todo esto llevado a cabo con el fin de poder garantizar una labor eficiente de mantenimiento. Ver anexo P.

Es necesario dejar en claro que bajo cualquier circunstancia, el área de almacén, la cual será la encargada de manejar los repuestos y partes es responsable por la disponibilidad de los recursos materiales utilizados y a utilizar, dado que afectan a diferentes áreas de mantenimiento, viéndose esta labor reflejada en la efectividad del servicio prestado.

Las ventajas inherentes al almacenamiento centralizado se deben en gran medida a un mejor control. Estas ventajas son:

- Conocimiento por parte del personal de almacén de todos los materiales almacenados.
- Menos espacio total ocupado.
- Mejor control sobre las existencias en él.

6.1 CONDICIONES DETERMINANTES EN EL INVENTARIO DE PARTES DEL ALMACÉN

Los costos en el exceso de productos ya sean acabados o repuestos, proporcionan un aumento considerable al costo de fabricación y de trabajos de mantenimiento, por lo tanto es necesario que se brinde garantía en cuanto a la

eficiencia máxima en la utilización del espacio destinado para el almacén. Existe una variedad de costos implicados en las labores de mantenimiento que afectan directamente a la gestión desarrollada, estos costos de mantenimiento son:

- Costos asociados directamente a la labor de mantenimiento.

- Costos de materiales y partes de repuestos.

- Costos por lucro cesante.

Los costos de materiales involucran una selección detallada y despachos de los repuestos necesarios, aunque tiene mucha más relevancia la manera como esta es llevada a cabo. Teniendo demasiados repuestos en el almacén se incrementa el manejo de los inventarios, lo cual trae como consecuencia el que se eleven los costos y esto a su vez genere pérdidas; si por el contrario se tienen pocos o no se tienen disponibles, se incrementa el valor del mantenimiento así como los costos por lucro cesante debido a que el equipo que requiere del elemento estará inactivo hasta tanto dicho elemento se consiga. En la actualidad muchas de las empresas trabajan bajo el sistema de no poseer almacén propiamente dicho, es decir asociándolo como una bodega, sino que realizan un previo estudio de los proveedores que puedan suministrarles en su momento los repuestos y/o materiales que necesiten y de esta manera planificar cuando es el momento oportuno para comprar lo que se necesita y se tenga por parte de los proveedores

a la mano al momento de ser requerido. Esto se ve reflejado en la poca o ninguna cantidad de elementos dentro del sitio destinado para almacenar lo que se compra o retira de la empresa. Esta tendencia no es ajena a las pretensiones de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA., donde se manejará el almacén de manera similar.

Ahora se verán cuales son los aspectos que influyen notoriamente en el manejo de los almacenes.

6.1.1 Descuento por compras de volumen. Un buen programa de mantenimiento permite prever las cantidades necesarias en la realización de las actividades, pues el soporte de un sistema de información veraz ayuda a establecer cantidades que facilitan la toma de decisiones para realizar compras globales que pueden disminuir costos o por el contrario elevan los de almacenamiento. Generalmente, cuando se compran grandes cantidades o bien variedad, o sea compra al por mayor a un mismo proveedor, este realiza descuentos que hacen obvia la ventaja de comprar de esta manera respecto a comprar al detal.

6.1.2 Grado de normalización. La unificación de equipos, por marcas y modelos, proporciona ventajas dado la intercambiabilidad de piezas y el número de ellas a mantener en el inventario.

6.1.3 Porcentaje de cubrimiento de los trabajos de mantenimiento por contratistas. Las políticas de cada organización y los objetivos trazados por el mantenimiento definen que porcentaje del mismo es realizado por entidades externas a la empresa, pues los contratos de servicio incluyen generalmente las partes a cambiar, disminuyendo así las necesidades de inventario; por otra parte, los contratos regulares incluyen un servicio pagado regularmente y un pago adicional por las partes cambiadas o reparadas.

6.2 CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES A MANEJAR EN EL ALMACÉN

El control de inventarios consiste en regular la cantidad y la variedad de productos que se mantienen almacenados. Dentro este mismo es necesario tener muy en cuenta: ¿Qué hay que pedir?, ¿Cuánto hay que pedir? y ¿Cuándo hay que pedir?; para esto es necesario tener en cuenta el realizar una clasificación de los artículos según su consumo por cierto período de tiempo, preferiblemente anual.

La cantidad de unidades necesarias es un criterio que queda netamente a responsabilidad de mantenimiento y aunque es frecuente que existan políticas por parte de las partes administrativas o financieras con el objetivo de minimizar los inventarios, es necesario definir el nivel compartido de compromiso en lo que respecta a la calidad y cantidad de los repuestos mínimos necesarios para garantizar la adecuada conservación de los equipos.

Dentro de los materiales que normalmente son incluidos en el almacén, se pueden diferenciar cuatro categorías diferentes a saber:

6.2.1 Repuestos. Estas son piezas que se almacenan para equipos específicos como elemento para un cambio previamente programado dentro del programa de mantenimiento o bien para evitar un paro prolongado en el equipo al cual pertenece dicho repuesto. Teniendo en cuenta el costo total de los materiales de mantenimiento, la sumatoria de los costos de los repuestos es bastante significativa; además de lo anterior, su consecución es generalmente demorada. Dentro de esta clasificación se puede encontrar una subdivisión en tres grupos claramente detallados a continuación.

- Repuestos específicos. Son aquellos repuestos con funciones múltiples y claramente definidas, en donde gracias a su funcionamiento y especialización

no pueden ser intercambiables con los de otros equipos en la planta. Dentro de este grupo se encuentran los repuestos de:

- Equipo específico de procesos.

- Montacargas.

- Motorreductores

- Repuestos comunes: son aquellos repuestos que usualmente hacen parte de equipos comunes en la planta. A este grupo está limitado las refacciones de:
 - Compresores.

 - Motores eléctricos.

 - Bombas.

 - Ventiladores.

 - Instrumentos.

- Repuestos típicos: aquí se agrupan las partes y piezas de equipos que son estructuralmente y funcionalmente similares en diversos equipos, como por ejemplo: partes de transmisión por correas, cadenas, etc.

6.2.2 Stock normal de mantenimiento. Está conformado por aquellos elementos que generalmente tienen un uso menos especializado, requerimientos más definidos, intervalos de movimiento más cortos que los elementos clasificados como repuestos. Dentro de este stock de mantenimiento se pueden encontrar tubería y accesorios, válvulas estándar, alambres eléctricos, luminarias, pinturas, lubricantes, tornillos, etc. La decisión de cantidades en el inventario está definida básicamente por la historia de las ordenes de trabajo, claro está con modificaciones a criterio del departamento de mantenimiento. Algo que es fundamental para un óptimo desempeño de la gestión de mantenimiento es lo referente a la decisión de cuales elementos deben ser considerados como repuestos o como stock normal. Cuando se tiene un equipo nuevo, debe hacerse uso del buen juicio para de esta manera poder determinar cuales elementos pueden ser llevados al stock o a la categoría de repuestos. Para ello, se recomienda mirar cuales son las observaciones que hacen los fabricantes del equipo en lo que respecta a partes de repuestos requeridos. Es en esta instancia donde debe ser aprovechada la experiencia del personal de mantenimiento para seleccionar de la manera mas adecuada posible los elementos que serán llevados

a formar parte del Stock normal de mantenimiento; esta decisión debe llevarse a cabo de una manera conservadora, dentro de límites razonables.

6.2.3 Suministros y elementos de protección. En esta clasificación se encuentran los elementos de limpieza y aseo, al igual que los elementos de seguridad y protección del personal, entre los cuales se pueden incluir jabones, papel, toallas, uniformes, cascos, guantes, etc.

6.2.4 Herramientas. Son los medios físicos utilizados para realizar las actividades de mantenimiento u otra en particular a los equipos, su control exige mecanismos más estrictos debido a su costo y duración. Al establecer los estándares para las herramientas (lo cual implica la adopción de herramientas de una clase producida por uno o varios fabricantes determinados, logrando así una reducción en los precios de compra, del espacio de almacenamiento y del respectivo control.), debe incluirse la posibilidad de utilizar herramientas más modernas o más económicas por sus resultados positivos obvios.

La implementación de procedimientos de manera organizada para llevar a cabo el control de las herramientas manejadas en el almacén, brinda una serie de ventajas importantes a considerar, tales como:

- Menor capital inmovilizado.
- Reducción de los costos en las labores de mantenimiento desarrolladas.
- Reducción de pérdidas de las herramientas debido al manejo organizado de las mismas.

El sistema del almacén debe estar organizado de tal manera que se debe manejar un registro de quien utiliza determinado elemento y cuando lo entregó; el trabajador entonces se hace responsable por el artículo hasta que lo reponga, esto se facilita estableciendo plazos fijos de devolución.

Todo esto anteriormente mencionado, permite facilitar la creación de un sistema de codificación en el cual se debe estructurar de una manera clara y sencilla. A continuación en el Cuadro 8. se muestra un esquema tabulado donde se especifica los tipos de repuestos y los repuestos típicos que se encuentran dentro de cada una de las categorías.

Es claro que el encargado del almacén al desempeñar de una manera eficiente sus funciones en la organización del material de trabajo a su cargo, trae como resultado un mejor desempeño de la gestión de mantenimiento, la cual presenta logros en aspectos tales como:

Cuadro 8. Clasificación de los repuestos a manejar en el almacén.

TIPO DE REPUESTO	REPUESTOS TÍPICOS
Rodamientos	Chumaceras, bujes, rodamientos, cojinetes.
Transmisión	Correas, cadenas, cables, piñones, cuñas, poleas, ejes, acoples.
Empaques	Sellos.
Fijación	Tornillos, tuercas, remaches, arandelas.
Mangueras	De aire, de agua, hidráulicas, acoples.
Instrumentación	Manómetros. Presóstatos, termómetros, termostatos, termocuplas, amperímetros, voltímetros.
Electricidad	Contactores, electroválvulas, bujías, microswitches, cables, relés.
Filtros	De aire, de agua, de aceite.
Válvulas	De aire, de agua.
Tubería	Accesorios, galvanizados, acero e inoxidable.
Herramientas	Llaves de todo tipo, taladros, esmeril portátil, martillos, sierras.
Motores eléctricos	Ejes, rotores, estatores, carcazas.
Motorreductores	Engranajes, ejes, bujes.
Bombas	Impulsores, sellos, empaques, ejes, bujes.
Ventiladores	Aspas, eje, motor.
Compresores de aire	Pistones, anillos, resortes, bielas, cigüeñal, válvulas, sellos, bomba de aceite.
Lubricantes	Aceites, grasas, grafito, siliconas.
Limpieza y aseo	Detergentes, jabones, desengrasantes, escobas, cepillos.
Material de protección	Botas, cascos, protectores, guantes.

- La identificación de repuestos con similares características las cuales potencialmente puedan ser aprovechables, será realizada de una manera más ágil.
- Se facilita la localización de los proveedores, así como su agrupación.

6.3 CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA EL DISEÑO DEL AMACEN

Dentro del diseño del almacén en la gestión de mantenimiento a implantar en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, es necesario tener en cuenta algunos aspectos importantes para su mejor disposición. Estos aspectos a considerar se traen a colación a continuación.

- La localización más práctica. Esta debe ser considerada teniendo en cuenta algunos puntos tales como:
 - a. El flujo de materiales dentro y fuera del almacén.
 - b. El flujo de persona servidas por el almacén.
 - c. La integración con el resto de la gestión de mantenimiento.
- El tipo de construcción, pues si el espacio lo permite se debe hacer un solo nivel.
- Facilidades de almacenamiento para proteger el material, fácil acceso, mínimo uso del espacio en el piso y al mismo tiempo ser capaz de alojar las cantidades a almacenar. Algunos de los tipos más usados son los

estantes, los cuales pueden ser contruidos de madera, la cual es flexible y de un costo relativamente bajo, o bien pueden ser metálicos en forma de pequeños depósitos; en todos los casos se debe proporcionar una fácil y precisa identificación al material almacenado.

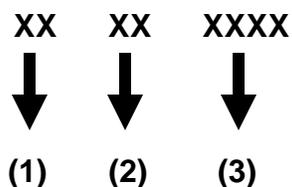
6.4 IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS DEL ALMACÉN

El éxito en la labor del almacén dentro de la gestión de mantenimiento está fundamentada en gran medida en la manera como maneje los elementos que están a su responsabilidad; para ello es necesario tener un sistema de identificación de estos elementos que permita acceder a ellos de una manera ágil y oportuna. Es por esta razón que se le asigna un código a manera de referencia para que de esta forma se realice la labor de inventariar y/o despachar dichos elementos. Esta codificación es estructurada de tal manera que se pueda clasificar los elementos de una manera medianamente detallada, dado que resultaría demasiado complejo y engorroso pormenorizar dicha codificación.

La codificación que se recomienda adoptar es sencilla y versátil, por lo que posibilita la expansión de partes o grupos de elementos. A continuación se muestra el esquema de codificación recomendado, al igual que el cuadro 9. donde se muestra la designación ya aplicada a los elementos propiamente dichos en el

almacén, para ser implantado en la gestión de mantenimiento a desarrollar en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA.

Código Contable De Repuestos



(1): Indica el grupo al que pertenece.

(2): Indica el subgrupo al que pertenece.

(3): Indica el ordinal asociado al índice alfabético.

Cuadro 9. Sistema de codificación de elementos en el almacén

Grupo	Subgrupo	Especificación
AM	01	Artículos mecánicos comunes
AM	02	Artículos mecánicos específicos
AE	01	Artículos eléctricos comunes
AE	02	Artículos eléctricos específicos
AL	01	Aceites lubricantes
AL	02	Grasas lubricantes
AL	01	Tubería y accesorios de acero
AT	02	Tubería y accesorios Conduit
AT	03	Tubería y accesorios galvanizados
AT	04	Tubería y accesorios inoxidables
AT	05	Tubería y accesorios P.V.C.
AT	06	Grifería común y sus repuestos
AT	07	Tuberías y accesorios aluminio - cobre

La cantidad de repuestos requeridos para desarrollar la gestión de mantenimiento no debe ser establecida únicamente en base en un determinado consumo periódico; algunos factores afectan de una u otra forma la demanda tales como: el estado en el que se encuentran los equipos, su operación, el tiempo que lleven en servicio así como también las condiciones ambientales; por estas razones se recomienda realizar un cuidadoso análisis de los equipos en general, dado que tanto el desgaste como el esfuerzo al que están sometidos no es el mismo para cada componente de los mecanismos.

Al momento de estar en plena operación el Programa de Mantenimiento Preventivo / Predictivo, la demanda de los repuestos puede verse incrementada en algunas pocas, especialmente cuando se intensifican o bien cuando coincidan las actividades programadas, por lo tanto el inventario de repuestos debe ser calculado para absorber estas fluctuaciones.

6.5 CANTIDAD A COMPRAR PARA OPTIMIZAR LA LABOR DEL ALMACÉN

Las cantidades de elementos a formar parte del almacén deben ser compradas cuando un bajo punto es alcanzado, es decir se alcanza el punto de pedido, teniendo en cuenta factores diversos, entre otros:

- Costo de la compra.

- Cantidad promedio usada, la cual es determinada basándose en los registros históricos de mantenimiento a los equipos.
- Costo de almacenamiento.

Si se desea determinar matemáticamente la cantidad más económica a comprar, es necesario saber cuales parámetros afectan dicho cálculo. Estos son:

P: costo total de la orden de trabajo.

Y: número de piezas usadas por año.

I: costo anual de almacenamiento en términos de porcentaje, expresado como una fracción.

C: costo por pieza incluyendo fletes.

L: cantidad de unidades a pedir o comprar.

El valor de L que minimiza los costos por año de almacenamiento del pedido es llamado Cantidad de Pedido Económico y se determina así:

$$L = \sqrt{\frac{2PY}{CI}}$$

La deducción matemática de esta expresión no pudo ser hallada de manera detallada, por lo que solo se remitió su valor de aplicación, aunque para el objetivo perseguido con esa investigación, dicha deducción no es relevante.

7. LA LUBRICACIÓN COMO UNA GESTIÓN PRODUCTIVA DENTRO DE UN PROCESO TRIBOLÓGICO

El lubricante es la sangre vital para el funcionamiento de las máquinas y es el responsable de mantener con vida el proceso productivo en las empresas. Una falla del lubricante puede generar traumatismos graves que se manifiestan entre otras en costosas reparaciones, paradas improductivas, elevación de costos de mano de obra, cambio de repuestos o verse en la necesidad en última instancia de la reposición de las máquinas y pérdida de calidad del producto.

Los lubricantes realizan variadas funciones, la primera es reducir la fricción y el desgaste de los mecanismos en movimiento; además, los lubricantes pueden proteger las superficies de metal contra la herrumbre y la corrosión, controlar la temperatura y actuar como agentes de transferencia de calor, enjuagar y arrasar los contaminantes, transmitir potencia hidráulica, absorber o amortiguar los golpes y formar sellos, entre otras funciones.

Debido a que reducir la fricción es una función muy importante de los lubricantes, es necesario saber como se produce este fenómeno.

- Fricción. La fricción es la resistencia al movimiento entre dos cuerpos en contacto íntimo. Se pueden identificar dos tipos de fricción: fricción sólida o seca, y fricción fluida.

- Fricción sólida. Esta ocurre cuando hay un contacto físico entre dos cuerpos sólidos que se mueven con relación entre sí. El tipo de movimiento divide la fricción en dos categorías a saber: fricción de deslizamiento y fricción de rodamiento. La primera es la resistencia al movimiento conforme un cuerpo se desliza sobre otro; las superficies sólidas que aparecen lisas tienen en realidad muchas irregularidades. La resistencia al movimiento se debe principalmente al entrelazado de dichas irregularidades. En condiciones de extrema presión, el calor generado por la fricción de deslizamiento puede ocasionar la soldadura de los puntos de contacto. El segundo tipo de fricción sólida, es decir la fricción de rodamiento, es la resistencia al movimiento conforme un cuerpo sólido rueda sobre otro. Este tipo de fricción es causado principalmente por la deformación de las superficies elementales que ruedan y que soportan carga, en donde para una carga, la fricción de rodamiento es significativamente menor que la fricción de deslizamiento.

- Fricción fluida. La fricción fluida ocurre cuando dos cuerpos sólidos en movimiento están completamente separados por un fluido. Para una carga dada, la fricción fluida suele ser mucho menor que la fricción sólida. En cuanto

al espesor de la película en relación con la altura de las irregularidades de la superficie, este permite distinguir tres tipos de lubricación a saber: película de lubricación llena o gruesa, lubricación con película mezclada y lubricación de frontera.

La primera existe cuando la película lubricante entre las dos superficies es de un espesor suficiente para separar por completo las irregularidades de las dos superficies. En este caso existe la fricción fluida verdaderamente entre las superficies en movimiento y no ocurre contacto de metal con metal.

El segundo tipo de lubricación, es decir, la lubricación con película mezclada, se presenta cuando la película lubricante entre las dos superficies es suficientemente gruesa para separar la mayor parte de las irregularidades en las mismas, pero puede ocurrir algún contacto metal - metal.

Finalmente, la lubricación de frontera existe cuando el espesor de la película es igual a la altura de las irregularidades y ocurre un contacto amplio de metal y metal.

7.1 TIPOS DE LUBRICANTES

Hay tres categorías principales de lubricantes, estas son:

- Lubricantes fluidos.
- Grasas (lubricantes semifluidos o semisólidos).
- Lubricantes sólidos

Cada uno de estos lubricantes tiene sus propias características físicas y químicas particulares, que afectaran de una u otra forma su rendimiento en diversas aplicaciones. El conocimiento de los diversos tipos de lubricantes que hay en el mercado y una comprensión básica de sus ventajas y desventajas es la mayor ayuda en la selección del tipo de lubricante óptimo para una aplicación particular.

7.1.1 Lubricantes fluidos. Los lubricantes fluidos son los mayormente usados. Los más comunes son los aceites de petróleo, sintéticos ó aceites animales o vegetales. En condiciones especiales, cuando puede estar excluido el uso de aceites, muchos otros fluidos pueden desarrollar una función determinada de lubricación.

7.1.2 Grasas. Las grasas son lubricantes fluidos con espesadores dispersos en ella para darles consistencia sólida o semisólida. El contenido del lubricante fluido de una grasa es el que realiza la lubricación; los espesadores actúan solo para mantener el lubricante en su lugar, para evitar fugas y para bloquear la entrada de

contaminantes. Muchos tipos de espesadores se emplean en la manufactura de las grasas modernas, y cada tipo imparte ciertas propiedades al producto terminado.

7.1.3 Lubricantes sólidos. Estos lubricantes como el grafito y el disulfuro de molibdeno (MOLY) y el PFTE (politetrafluroetileno), no solo se emplean por si mismos, sino que también se agregan con frecuencia a los aceites y grasas para mejorar su comportamiento en la lubricación de frontera.

7.2 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LOS LUBRICANTES

Las diversas propiedades fisicoquímicas de los lubricantes se miden y emplean para medir lo apropiado que resulta un lubricante para diferentes aplicaciones.

Para los aceites se pueden encontrar las siguientes:

7.2.1 Viscosidad. Entre las diversas propiedades y especificaciones del lubricante, la viscosidad se suele considerar como el parámetro más relevante. Es una medida de la fuerza requerida para vencer la fricción fluida y permitir que un aceite fluya.

7.2.2 Índice de viscosidad. Este es una medida empírica de la variación de la viscosidad respecto a la temperatura. A mayor valor del IV será menor el cambio en la viscosidad en el aceite que produzca la temperatura; originalmente lo IV variaban de 0 a 100, actualmente se logran IV mayores de 100 con cierto lubricantes sintéticos ó a través del empleo de aditivos.

7.2.3 Estabilidad a la oxidación. Cuando un lubricante se expone al calor y al aire, tiene lugar una reacción química llamada oxidación; los productos de esta reacción incluyen residuos carbonosos, lodos, resinas, ácidos corrosivos y no corrosivos. La oxidación suele estar acompañada por un aumento apreciable en la viscosidad del aceite. La velocidad de oxidación depende de la composición química del aceite, de la temperatura ambiente, de la amplitud del área de superficie expuesta a la acción del aire, del tiempo que el lubricante este en servicio y de la presencia de contaminantes que pueden actuar como catalizadores para la reacción de oxidación. El análisis del aceite usado para determinar si es adecuado para el servicio adicional se basa en una comparación entre el aceite usado y el nuevo, como se verá mas adelante cuando se hable de los análisis de laboratorio como técnicas de mantenimiento Predictivo, los incrementos en viscosidad, acidez y acumulación de contaminantes insolubles suelen ser indicadores que ha ocurrido la oxidación.

7.2.4 Residuos de carbón. La tendencia a formarse carbón en un aceite se puede determinar con una prueba en la cual el porcentaje en peso del residuo del carbón de una muestra, se mide después de la evaporación.

7.2.5 Número de neutralización. Este índice es una medida de la acidez o de alcalinidad de un aceite. Usualmente se indica como el Numero Total Ácido NTA / TAN ó el Numero Total Base NTB / TBN y se expresa como el equivalente en mgr. de hidróxido de potasio requerido para neutralizar el contenido ácido ó básico de una muestra de 1 gr. de aceite usado. El aumento del NTA o la disminución de NTB suele indicar que ha ocurrido la oxidación.

7.2.6 Desemulsibilidad. Mide la capacidad de un aceite para ceder agua. Cuanto mejor sea este parámetro, más rápidamente el aceite se separa del agua después de que los dos se han mezclado.

7.2.7 Punto de fluidez. Es la temperatura más baja a la cual el aceite fluirá. Usualmente no se recomienda usar un aceite a una temperatura inferior a 15°F (8°C) por encima de su punto de fluidez.

7.2.8 Punto de inflamación. Es la temperatura del aceite a la cual los vapores del mismo entran en ignición cuando se pasa una llama abierta sobre él.

En cuanto a las grasas, estas presentan básicamente las siguientes características:

7.2.9 Número de consistencia NLGI. El Instituto Nacional De Grasas Lubricantes NLGI ha desarrollado un sistema numérico que varía desde 000 hasta 6 para identificar diversas consistencias de grasas. Este sistema es usado por la mayor parte de las industrias. El cuadro 10. proporciona los NLGI y sus consistencias correspondientes. La mayor parte de las grasas multipropósitos son generalmente de NLGI 1 ó 2.

Cuadro 10. Clasificación NLGI de las grasas

NUMERO DE CONSISTENCIA NLGI	DESCRIPCIÓN DE LA GRASA
000	Muy fluida
00	Fluida
0	Semifluida
1	Muy suave
2	Suave
3	Semipastosa
4	Pastosa
5	Muy pastosa
6	Dura

7.2.10 Punto de goteo. Es la temperatura a la cual se licúa la grasa y fluye. No se recomienda usar una grasa a temperatura mayores de 50°F (28°C) por debajo de su punto de goteo.

7.2.11 Jabón. Es un espesante usado para la fabricación de grasas. Muchas grasas incluyen jabones metálicos como espesadores. Los jabones que se encuentran normalmente en las grasas son los jabones de Litio, Calcio, Sodio, Complejo de Calcio, Complejo de Aluminio, Poliurea y Arcilla o Bentonita.

7.3 ADITIVOS UTILIZADOS EN LOS ACEITES LUBRICANTES

Es posible mejorar la capacidad natural de un aceite lubricante para proteger las superficies metálicas, resistir los cambios químicos y expulsar los contaminantes, a través del empleo de aditivos. Ya que los aceites lubricantes se suelen describir de acuerdo a los aditivos que contienen, servirá de ayuda entender la función de los tipos principales de aditivos, entre los cuales se pueden encontrar los siguientes.

- Agentes para eliminar el aire. Ayudan al aceite a liberar el aire entrampado.

- Agentes antiespumantes. Promueven la rotura rápida de las burbujas de espuma.
- Agentes antisépticos y bactericidas. Evitan el desarrollo de microorganismos y bacterias que se encuentren principalmente en aceites solubles en agua.
- Agentes contra el desgaste. Disminuyen el coeficiente de fricción y reducen el desgaste en condiciones de lubricación de frontera o de película mezclada.
- Desemulsificadores. Ayudan a la capacidad natural de un aceite para separarse rápidamente de agua. Estos agentes pueden ser de ayuda para evitar la herrumbre ya que tienen que mantener el agua fuera del aceite y de las superficies metálicas.
- Agentes detergentes y dispersivos. Evitan la formación de lodos. Se encuentran comúnmente en los aceites para motores.
- Emulsificadores. Permiten la mezcla del aceite y agua para formar emulsiones estables. Se utilizan principalmente en la manufactura de aceites solubles en agua.
- Agentes para extrema presión. Protegen contra el contacto metal - metal y soldadura después que la película de aceite se ha roto por cargas altas o

velocidades de deslizamiento. La mayor parte de los aceites para extrema presión que hay en el mercado son del tipo de sulfuros fosforados y son no corrosivos para caso todos los metales, incluso el latón.

- Inhibidores de la oxidación. Evitan o retardan la oxidación de un aceite, y por ello reducen la formación de depósitos y ácidos.
- Inhibidores de la herrumbre y corrosión. Mejoran la capacidad de un aceite para proteger las superficies de metal contra la herrumbre y la corrosión.
- Agentes ligantes. Mejoran las cualidades adhesivas del aceite.
- Mejoradores del IV. Aumentan el IV de un aceite por el incremento de su viscosidad a altas temperaturas. Estos aditivos son muy empleados en los aceites de motores para crear los aceites multigrados.

Todo equipo industrial posee independientemente un determinado período de vida útil durante el cual la empresa obtiene una producción determinada. Un rol importante que juega el lubricante es el de ayudar a la máquina a alcanzar el límite de vida útil para el que fue diseñado, o en el mejor de los casos, superarlo. En la industria, desafortunadamente, se le presta poca o ninguna atención a estos detalles y se mira el proceso de lubricación como un simple labor de "echar grasa y aceite a las máquinas", relegando de esta manera todas aquellas

consideraciones realmente importante que pueden convertir a este proceso de lubricación en un factor relevante para la mejora de la productividad de la empresa.

Es necesario definir antes que nada el verdadero significado que encierra la palabra Lubricar. LUBRICAR es encontrar la mejor manera de aplicar el lubricante adecuado, en el lugar requerido, en la cantidad correcta, en el momento preciso, al menor costo y con el mejor valor agregado posible.

Para la mejor comprensión de esta definición se tomarán cada una de estas partes que conforman dicha definición y se analizarán por separado.

Encontrar la mejor manera de aplicar el lubricante apropiado.

Cuando se habla de "la mejor manera de aplicar el lubricante" se está haciendo referencia al sistema de lubricación y "el lubricante apropiado" trata acerca del proceso de selección del lubricante; por lo tanto esta parte de la definición está indicando que el proceso de lubricación se debe iniciar escogiendo el lubricante apropiado y el sistema de lubricación, claro está, de acuerdo a las condiciones de operación del equipo. Es en este momento donde entra a jugar un papel muy importante la TRIBOLOGÍA, la cual es una ciencia interdisciplinaria que estudia los fenómenos relacionados con el transporte de carga a través de dos superficies en movimiento relativo. Estos fenómenos se traducen en fricción o deslizamiento en

superficies móviles, generando así calor, pérdidas de energía y de material (desgaste), por lo tanto, para contrarrestar estos aspectos se acude a la utilización de los lubricantes. Este concepto de Tribología conduce a lo que se conoce como Ingeniería De Lubricación, la cual proporciona los métodos para minimizar en la mayor manera posible los efectos negativos de la fricción y del desgaste. Es posible afirmar entonces que la Tribología estudia los fenómenos que limitan la vida útil de los equipos, por lo tanto, es parte integral de cualquier desarrollo industrial. El acelerado avance en el empleo de materiales de mejor calidad y la aplicación de tecnologías que permitan procesos de fabricación más precisos, han conducido a la reducción de las dimensiones, aumento en las velocidades de trabajo, aumento de presiones y temperaturas de trabajo, reducción de tolerancias y precisión de ajustes, estos factores actúan a su vez como incrementadores de la fatiga del material, lo cual exige que el lubricante utilizado en el equipo deba ser apto para absorber satisfactoriamente las condiciones más severas de operación, las que consecuentemente producirá una "fatiga en el lubricante". Por lo tanto, es necesario tener en cuenta todas las condiciones que intervienen dentro de un proceso tribológico si es que se aspira a que la empresa logre sobrevivir o ser competitiva ante el mundo. La eficiencia y la competitividad se basan hoy en el mejoramiento de los procesos y servicios y el proceso de lubricación, por ser el que suministra la sangre vital para el correcto funcionamiento del equipo, debe ser tratado muy cuidadosamente. La Tribología brinda herramientas matemáticas y gráficas que permiten seleccionar el sistema de lubricación y las características que debe poseer el lubricante para proteger de manera adecuada el equipo en

cuestión o componente del mismo. Hay procedimientos diferentes de selección del lubricante a utilizar en cada clase de equipo, es decir, para motores de combustión interna, compresores, reductores, etc., o bien para elementos mecánicos como cojinetes, rodamientos, cables, cadenas, engranajes, etc., en donde se tienen en cuenta fundamentalmente las condiciones de trabajo a las que van a estar (velocidades, cargas, temperaturas, potencias, medio ambiente) y los tipos de materiales que vana estar en contacto.

Aplicar el lubricante en el lugar requerido, en la cantidad correcta y en el momento preciso.

Cuando se está haciendo un equipo parte de un proceso de lubricación, la Tribología indica en que sitio es conveniente aplicar el lubricante y la cantidad precisa para cada caso, definiendo así el nivel del lubricante. Si se tiene demasiado lubricante se puede generar un exceso de fricción fluida, que ocasiona su calentamiento y pérdida de viscosidad. Una baja cantidad de lubricante puede ocasionar una película insuficiente para separar las superficies en contacto, permitiendo el contacto metal - metal; todo lo anterior trae como consecuencia directa una alta fricción, por consiguiente desgaste de las superficies y desajuste del equipo.

El "momento preciso" para aplicar el lubricante indica básicamente a la cantidad de tiempo que debe transcurrir para realizar cada cambio de aceite, el cual es

diferente para el período de asentamiento o para el período de funcionamiento normal; estos dos períodos se definen a continuación.

- Período de asentamiento. Este período es una etapa de acondicionamiento inicial de todas las piezas que componen un equipo en donde cada una de estas presentan una serie de irregularidades conocidas como rugosidades superficiales, las cuales son dejadas por el proceso de fabricación de la misma. En las primeras horas de funcionamiento se produce un desgaste o "asentamiento" de las partes en contacto. Esto se da bajo un proceso de pulimento en donde las irregularidades más grandes se van gastando y dan lugar a una superficie más pulida. Este proceso debe ser controlado en forma cuidadosa. Dentro de este período se lleva a la máquina a sus máximas condiciones de carga y velocidad, pero de una manera gradual y controlada para evitar males irreparables y catastróficos.
- Funcionamiento normal. El fabricante de cada equipo normalmente indica cuando se debe llevar a cabo el primer cambio y los cambios subsecuentes de lubricante. Algo que se debe resaltar es que el primer cambio es muy importante, puesto que aunque al aceite esté aparentemente limpio, este contiene todas las limaduras que se ha desprendido en el proceso de desgaste inicial. En equipos estacionarios se aconseja generalmente llevar a cabo el primer cambio entre las 250 y las 500 horas de servicio, para lo cual se

controla el tiempo de servicio por medio de horómetros. Este cambio debe ir acompañando de cambio de filtros y de sistema de lubricación en general. Lo más seguro es que el proceso de asentamiento aun no haya terminado al momento de realizar este prime cambio, por lo que el segundo cambio también es muy importante y exige tener las mismas precauciones, aunque puede ser mas espaciado en el tiempo (1500 horas o 3000 - 4000 km). Los sucesivos cambios se realizan de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, siempre y cuando el equipo trabaje de manera muy próxima a los parámetros de funcionamientos tenidos en cuenta para dichas recomendaciones, de lo contrario y es el caso más común debido ya que muy raras veces un equipo trabaja a las condiciones nominales, se recurre a las técnicas predictivas como lo son el análisis de aceites en este caso, para determinar posteriormente el período óptimo de cambio.

Aplicar el lubricante al menor costo y con el mayor valor agregado posible.

En estos conceptos es donde se destaca en mayor grado lo que se conoce como Proceso Tribológico, el cual es factible y conveniente mirarlo desde el punto de vista del fabricante o diseñador del equipo o bien desde la perspectiva del usuario mismo del equipo.

Desde el punto de vista del diseñador del equipo, el proceso tribológico tiene en cuenta el siguiente conducto regular a seguir:

- Estudio de la fricción o deslizamiento entre las piezas componentes del equipo. Lo realiza el diseñador basándose en los materiales, procesos de fabricación, acabados superficiales, tratamientos térmicos superficiales, velocidades relativas entre las piezas, esfuerzos superficiales que se generan, temperaturas de trabajo y otras condiciones propias del equipo en particular.

- Estudio del desgaste que se puede presentar en los elementos, como puede ser el desgaste adhesivo, abrasivo, corrosivo, por fatiga, por erosión, y cavitación; lo cual permite tomar medidas de prevención adecuadas.

- Estudio del tipo de movimiento relativo que se presenta entre los elementos. Estos pueden ser por rodadura pura, por deslizamiento o bien por una combinación de ambos; el tipo de movimiento incide de manera directa en la formación o no de una buena película lubricante entre los elementos.

- Adopción de una solución tribológica. Esta consiste en definir el tipo de conexión entre los elementos y pueden ser: uniones cinemáticas deslizantes no lubricadas o bien pueden ser uniones lubricadas. Para las primeras pueden utilizarse materiales poliméricos, materiales cerámicos, o capas superficiales para contacto seco. Para el caso de las uniones lubricadas se pueden aplicar lubricantes sólidos, líquidos (aceites minerales o sintéticos), semisólidos (grasas minerales o sintéticas) y gaseosos.

- Una vez definido el tipo de lubricante a utilizar se realiza un estudio posterior acerca del tipo de película lubricante (lubricación límite, hidrodinámica o elastohidrodinámica) con que van a trabajar los elementos de acuerdo a las condiciones dinámicas presentes en el equipo.
- La Tribología brinda herramientas matemáticas y gráficas que permiten seleccionar las características que debe poseer el lubricante para proteger en forma adecuada el equipo. Posteriormente se selecciona la marca del mismo, teniendo en cuenta el servicio de asesoría que puede brindar el fabricante del lubricante y la facilidad de suministro para todos los equipos similares de la empresa.
- Definir la cantidad de lubricante a aplicar y las frecuencias de cambio del mismo, tanto en la etapa de asentamiento o despegue del equipo como en su posterior etapa productiva.
- Suministro y aplicación del lubricante al equipo. En esta instancia vale la pena recalcar en la limpieza del proceso para evitar así la contaminación del lubricante, esto puede ocurrir bien sea porque se mezcle con otros o porque entran impurezas en el sistema de lubricación.
- Por último, se debe llevar un control y seguimiento al lubricante para verificar que esta cumpliendo de manera eficiente su función de protección y

conservación del equipo. Cuando el lubricante llegue a su límite de vida útil es necesario tomar decisiones respecto al destino de ese lubricante usado y contaminado, teniendo en cuenta que todas las empresas deben tener la perspectiva del logro de un desarrollo sostenible.

Un proceso como este es el que siguen los fabricantes de motores de combustión interna para decirle al usuario de un vehículo que tipo de lubricante debe utilizar para su aplicación.

Desde el punto de vista del usuario, el proceso tribológico es un poco diferente, dado que debe tener en cuenta algunos aspectos diferentes a los que se analizaron para el diseñador.

Se considera que un equipo está dentro de un proceso tribológico cuando al menos el 90% de sus elementos alcanzan la vida a la fatiga o vida útil estimada. El fabricante del equipo debe suministrar las curvas tribológicas, o también conocidas como curvas de desgaste de los elementos. En caso contrario, es decir, que el fabricante no las suministre, se pueden construir basándose en los resultados de partículas metálicas arrojados por los análisis del aceite utilizado; también se pueden tomar como medida extrema, lo cual es lo últimamente recomendable, las curvas de desgaste de equipos similares y realizar los ajustes necesarios.

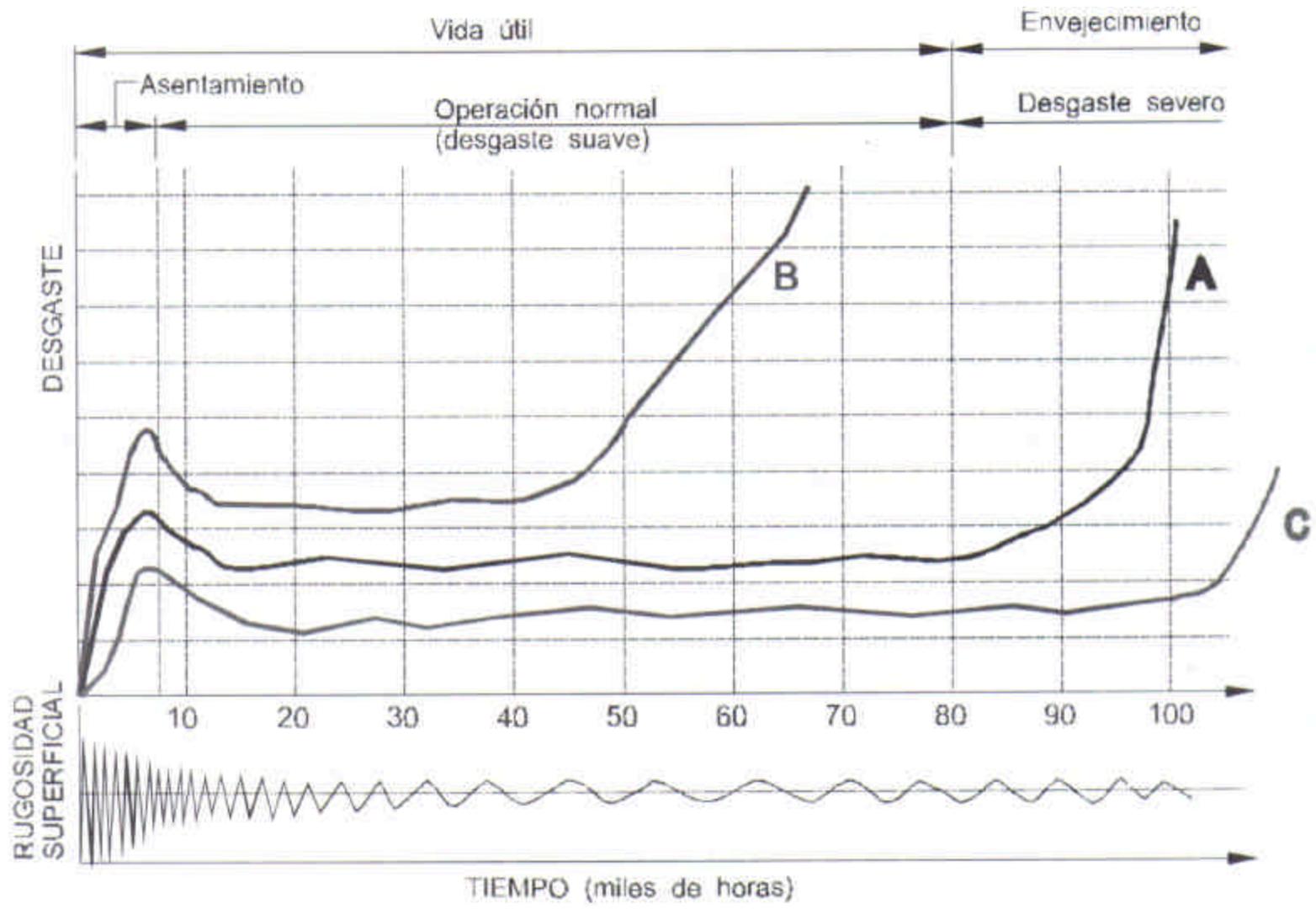
Para los equipos existentes en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, no se dispone de dichas curvas de desgaste. Dado diversos factores como la pronta implementación del programa de mantenimiento, al igual que la demora en la consecución de los proveedores de los equipos como consecuencia del poco control que se tenía en la empresa de los mismos además de otros factores que intervinieron de igual forma, se decidió optar por el recurso de consultar a diversos ingenieros de mantenimiento y operarios de diversas empresas del sector industrial de Cartagena, para así determinar de la manera más exacta posible la programación y seguimiento de las actividades de lubricación en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA; aunque algunas de las actividades se planearon tomando como base las recomendaciones del fabricante.

Para los equipos que se ingresen a la planta de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA a partir de la puesta en marcha del programa de mantenimiento preventivo / Predictivo, se deberá exigir al fabricante las curvas de desgaste del equipo en particular.

A continuación se mostrará a manera de ejemplo, un esquema de las curvas de desgaste que se manejan dentro de un proceso tribológico; esto se hace con la finalidad que sirva como guía para quienes estén a cargo de la planeación de las actividades de lubricación y de mantenimiento en general en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA.

En la figura 1. se muestran tres curvas tribológicas que corresponden a situaciones diferentes. La curva A representa un comportamiento tribológico normal del equipo en donde se alcanza la vida útil de diseño que entrega el fabricante, en este caso 80.000 horas; la curva B indica un proceso tribológico negativo, donde no se alcanza esa vida dado que solo llega a 40.000 horas. Obsérvese que los niveles de desgaste durante las primeras 6.000 horas de trabajo son más altos que en la curva A; la curva C entretanto, corresponde a un proceso tribológico positivo, donde se excede la vida de diseño o vida útil del equipo puesto que se alcanzan 100.000 horas de trabajo. En este último caso, durante las primeras 6.000 horas de trabajo los niveles de desgaste son más bajos. Surge entonces el siguiente interrogante: ¿De qué depende que los equipos se ubiquen en una de estas curvas?. Para ello existen varios factores que inciden en su mayor o menor duración, algunos de ellos son:

- Período de asentamiento. Un buen período de asentamiento puede conducir a trabajar con las curvas A ó C; por el contrario, cualquier descuido en este proceso lleva a la curva B con irremediables daños al equipo que trae como consecuencia una vida útil más corta y un nivel de gastos más elevado. Este tipo de ineficiencias desgraciadamente se ven traducidas en sobrecostos para el producto final y por consiguiente una disminución de competitividad en el mercado. En la figura 1. se puede observar en la parte inferior, como disminuye la altura de las irregularidades superficiales a medida que



- transcurre el tiempo de uso del equipo hasta estabilizarse en valores muy bajos.
- Selección del lubricante. Se siguen las recomendaciones del fabricante del equipo o se acude a los fabricantes de lubricantes para aplicar el lubricante adecuado, pero en la mayoría de los casos, el usuario del equipo se ve enfrentado a la necesidad de hacer la elección él mismo. El estudio de la tribología ha conducido a métodos precisos para seleccionar el lubricante adecuado de cualquier equipo.
- Uso de lubricantes especiales. Los aceites sintéticos brindan una excelente alternativa para mejorar el comportamiento y alargar la vida útil del equipo. A pesar del mayor costo de estos lubricantes, es una inversión que se paga muy rápidamente por todas las ventajas que ofrecen: menor desgaste, períodos de cambio más prolongados, disminución de las paradas improductivas, menor consumo de energía y algo muy importante es la reducción de los daños al medio ambiente.
- Control del desgaste. El análisis del aceite, realizado en forma periódica, permite conocer los niveles de desgaste de los elementos del equipo y a la vez se convierte en una herramienta muy valiosa para el mantenimiento predictivo. El desgaste no es más que el deterioro que sufren los elementos en contacto y

por el cual son removidas de sus superficies capas de metal de manera más o menos uniforme. Las causas más comunes del desgaste son:

- a. Contacto metal - metal por fallas de la película lubricante.
- b. Presencia de partículas abrasivas en el aceite.
- c. Desplazamiento de la película lubricante en la zona de contacto de las piezas, ocasionando un desgaste más rápido ó la formación de estrías.
- d. Desgaste de origen químico provocado por la composición del aceite y sus aditivos.

Existen varios tipos de desgaste con características especiales para cada uno.

- Desgaste pulimentado. Las rugosidades del mecanizado son sometidas al proceso de asentamiento, en donde las superficies se ajustan y pulen entre sí. Se ocasiona por un contacto metálico durante la operación; ocurre en elementos que trabajan a baja velocidad y con lubricación límite. Este desgaste no es necesario evitarlo y cuando se ha logrado se cambia el lubricante por uno de mayor viscosidad, al igual que se cambian los filtros.

- Desgaste abrasivo. Este tipo de desgaste ocurre debido a la presencia de partículas sólidas extrañas en el lubricante que originan otro tipo de desgaste, por contaminación del medio ambiente o bien sea por inadecuada filtración.

- Desgaste corrosivo. La contaminación del lubricante con agua produce corrosión en el bronce o en el babit y herrumbre en los aceros, esto último por presencia del hierro. Otras causas son: productos químicos en el aceite que producen ácidos, oxidación del aceite por altas temperaturas, humedad, el oxígeno del aire y el cobre que acelera la oxidación del aceite. La humedad se evita con drenajes periódicos.

- Desgaste adhesivo. En este tipo de desgaste hay contacto metálico entre las superficies por el rompimiento de la película lubricante; aquí se produce un soldamiento instantáneo y al continuar su movimiento relativo se rasgan dejando huellas notables. Las causas de este rompimiento de película pueden ser:
 - Elevadas temperaturas de operación, lo cual hace que la viscosidad del aceite disminuya.

 - La presencia de sobrecargas respecto a las cargas de diseño del equipo.

- Altas velocidades de deslizamiento. Lo que inevitablemente conduce a incrementos de temperatura.
- Bajas velocidades que impiden la formación correcta de la película lubricante.
- Contaminación del lubricante, lo que trae consigo una variación en la viscosidad del mismo.
- Deficiente acabado superficial de los elementos.
- Baja viscosidad del lubricante por mala selección o bien por una aplicación deficiente.
- Viscosidad excesiva que trae como consecuencia un aumento en la fricción fluida y con esto la temperatura de operación del equipo.
- Nivel incorrecto de lubricante, para casos en que el sistema de lubricación sea por salpique. Si se tiene un bajo nivel no se forma la película lubricante adecuada; si por el contrario se tiene un alto nivel de lubricante, el batimiento innecesario eleva la temperatura.

- Presión de aceite incorrecta, ya sea baja ó alta, esto repercute en mayor grado en los sistemas de lubricación por circulación.

- Arrancadas y paradas frecuentes; aquí se utilizan aditivos antidesgastes como el ditiofosfato de zinc, los cuales forman una película que se adhiere a las superficies y evita el contacto metálico.

- Desgaste erosivo. Este desgaste se genera por el uso de aceites con mayor viscosidad a la necesaria, dado la presencia de partículas abrasivas y por la excesiva presión del lubricante que incide sobre las superficies.

- Desgaste por cavitación. Lo causa la presencia de espuma en el lubricante ocasionada por alta o baja viscosidad, por un alto o bajo nivel de aceite, por entradas de aire al sistema o por utilizar aditivos inadecuados. Este tipo de desgaste se evita con aditivos antiespumantes.

- Desgaste por corrientes eléctricas. Este es un desgaste que se genera por el paso de corrientes eléctricas a través de los elementos, como son rodamientos, cojinetes, engranajes, etc., y son ocurridos en mayor grado cuando no se tiene una adecuada puesta a tierra.

- Desgaste por interferencia. Se debe a errores de diseño y de montaje. La interferencia genera excesiva presión entre los elementos y no deja un espacio lo suficientemente amplio que permita la formación de la película lubricante. Este desgaste modifica los perfiles originales de los elementos lo que reduce las dimensiones nominales, dando así en el sistema holguras o juegos que se traducen en vibraciones y mal funcionamiento del equipo en general.

- Control de temperatura. Este control es fundamental al momento de la conservación de un equipo; en el momento que las temperaturas de trabajo superan los 50°C, el aceite comienza a presentar problemas y se degrada mucho más rápidamente, lo que imposibilita su buen desempeño en la función de proteger el equipo respectivo.

- Manejo del equipo. En muchas ocasiones, por aumentar la producción de un equipo en particular, estos son sometidos a sobrecargas para las cuales no están diseñados, lo que contraproducentemente redundará en una disminución de su vida útil.

- Nivel de capacitación y educación. Este es un factor fundamental para la correcta implementación de un proceso tribológico, puesto que es necesario darle la importancia que se merece la capacitación en el ámbito técnico y profesional para que la lubricación se lleve a cabo en forma consistente.

Realizar la labor con el mayor valor agregado posible.

Otro aspecto importante en este proceso tribológico es que con su aplicación se pretende crear un valor agregado al producto que se ofrece bien sea al cliente sea interno o al externo. El cliente interno del proceso tribológico son los usuarios de los equipos y el valor agregado que se les entrega consiste en retardar el proceso de envejecimiento de la máquina, disminuir el tiempo improductivo, bajar los costos del mantenimiento, disminuir el deterioro del medio ambiente y aumentar el número de unidades producidas durante su período de vida útil. Al momento de estimar el precio final del producto o servicio que se ofrece al mercado, es decir a los clientes externos, se analizan diversos factores tales como: costo del desgaste o envejecimiento del equipo, del mantenimiento, mano de obra y de paradas improductivas; estos costos representan un nivel de pérdidas dentro del proceso productivo. Si a través de un adecuado proceso tribológico se disminuyen estas pérdidas, el equipo mejor conservado va a entregar productos de mejor calidad y más bajo costo permitiendo así a la organización ser competitiva en el mercado.

7.4 DETERMINACIÓN DE LUBRICANTES A UTILIZAR EN HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA

A continuación se hará una relación de los aceites a aplicar en las diversas clases de equipos que operan en HUNTSMA ICI COLOMBIA LTDA, no sin antes aplicar

todo lo anteriormente tratado en cuanto a la aplicación del proceso tribológico en dichos equipos. Se tratará en lo posible, hacer las recomendaciones para que sean utilizados la menor variedad de aceites, con lo que se ahorraría costos por diversas clases de lubricantes.

7.4.1 Aceites para compresores de refrigeración. Los compresores de los sistemas de refrigeración que operan en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA son del tipo de émbolo recíprocante. La lubricación para este tipo de compresores se realiza mediante salpique o bien mediante una pequeña bomba de engranes. El refrigerante, un R - para estos equipos, el cual proviene en estado gaseoso del vaporizador, sufre un proceso de compresión en el cilindro hasta que alcanza la presión de trabajo necesaria para el proceso de refrigeración. Dentro de la gama de compresores utilizados en labores de refrigeración, podemos encontrar algunos en donde el gas parte del vaporizador en forma de una fina niebla y va pasando directamente a través del cilindro; este proceso es ocasionado por la acción del barrido ejercido por el pistón sobre las paredes del mismo y a su vez por el flujo del gas refrigerante de manera turbulenta. En otros compresores, el gas fluye al cárter en la carrera de ascenso del pistón dentro del cilindro por una válvula en la cabeza del mismo; para estos, el aceite proveniente del cárter hace contacto con el gas refrigerante. Indistintamente cualquiera que sea el caso de los compresores Coopeland con los que trabajan los sistemas de refrigeración de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, una mínima cantidad de aceite lubricante

circula con el gas formando de esta manera una niebla en el proceso de condensación, posteriormente en el vaporizador, el aceite lubricante regresa al cárter al recuperar su estado anterior. Por estas razones, el lubricante seleccionado debe estar en capacidad de poder mezclarse sin ningún inconveniente con el gas refrigerante, lo que hace necesario que el aceite lubricante tenga la suficiente solubilidad; además de esto, es necesario que dicho aceite presente una buena fluidez a bajas temperaturas, por razones obvias, lo cual trae consigo de manera inherente la característica en el aceite de una baja viscosidad. Otro aspecto que debe contemplar el aceite a seleccionar es que debe permanecer libre de parafinas y agua, puesto que de lo contrario, este no fluiría de manera correcta dado que los conductos se obstruirían a causa de la solidificación de estos elementos. También es preciso tener en cuenta que el aceite del compresor de refrigeración debe estar en buen estado para períodos de operación extremadamente largos, llegando incluso en algunos casos, a alcanzar la vida útil del compresor, por lo tanto debe presentar resistencia a la formación de herrumbre.

Es por todo lo anterior que para los sistemas de refrigeración se recomienda el aceite CAPELLA 68 de la TEXACO.

7.4.2 Aceites para los sistemas hidráulicos. Los sistemas hidráulicos que se encuentran en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA pertenecen únicamente a los

montacargas. Estos aceites dado que recirculan y se vuelven a usar durante períodos extensos, prestan el servicio de lubricación y al mismo tiempo transmiten potencia; los aceites se escogieron basándose en las recomendaciones del fabricante para el caso del montacargas NISSAN dado que aun se encuentra en garantía. Para el caso del montacargas HYSTER, aunque ya expiró su garantía, el aceite seleccionado para ser utilizado es el mismo con el que ha venido trabajando hasta ahora, puesto que a desarrollado satisfactoriamente sus funciones acordes con las condiciones operacionales del mismo.

Para el montacargas NISSAN el aceite implementado será JOHN DEERE HI - GARD (importado), suministrado por el concesionario NISSAN de la ciudad.

En el caso del montacargas HYESTER el aceite implementado será el TEXAMATIC FLUID de la TEXACO.

En casos extremos donde no sea posible dotar el sistema hidráulico de los montacargas con los aceites anteriores, puede ser utilizado como reemplazo el aceite RANDO 68 de la TEXACO.

7.4.3 Aceites para los motores de combustión interna. En el caso de los montacargas, donde son los únicos equipos que poseen este tipo de motores, los fabricantes recomiendan una amplia gama de posibles aceites. En este tipo de

motores, se recomienda el uso de aceites bajo la clasificación API SD ó API SE con un grado SAE 15W50. Como puede notarse, este es un aceite multigrado, en donde su cualidad esencial es su aptitud para suministrar una película fluida que tenga la viscosidad apropiada a lo largo de una amplia gama de temperaturas del motor. Es así como a bajas temperaturas, el aceite no deberá ser tan viscoso como para impedir un arranque en frío del motor de manera fácil y alcanzar así la presión del aceite de manera rápida; en el caso contrario, es decir, cuando se presenten altas temperaturas, el aceite deberá ser lo suficientemente viscoso como para reducir al mínimo el consumo de aceite.

Por todo lo anterior, para el montacargas NISSAN se recomienda utilizar el aceite JOHN DEERE PLUS 50 (importado).

Para el montacargas HYSTER podría ser utilizado el mismo aceite, ó en su defecto podría utilizar un aceite provisional con una clasificación API CF 4 con un grado SAE 15W40, entre los cuales se pueden encontrar el EXXON XD - E EXTRA de la ESSO ó bien el aceite RIMULA HX de la SHELL.

7.4.4 Aceite para los compresores de aire. Al momento de estudiar los posibles aceites lubricantes a implementar en los compresores, el modelo y el tipo de compresor, la carga y las condiciones ambientales dictan el tipo de viscosidad del aceite que debe ser usado. La mayor parte de los compresores se lubrican con

aceites de petróleo; sin embargo, en años recientes se ha visto el interés considerable por parte tanto de los fabricantes como de las personas que están al frente de la gestión de mantenimiento en las empresas de utilizar lubricantes sintéticos. Los aceites para utilizarse en los compresores deben tener las siguientes características:

- Una alta estabilidad frente a la oxidación para minimizar la formación de gomas y depósitos de carbón. Tales depósitos pueden causar que las válvulas se peguen, lo cual puede llevar a condiciones de elevadas temperaturas y mal funcionamiento del compresor.
- Un buen aceite para ser utilizado en compresores, debe poseer una buena Desemulsibilidad, es decir, debe ser capaz de ceder fácilmente el agua para evitar así la formación de emulsiones que pudiesen interferir con la adecuada lubricación.
- Debe poseer buenas propiedades contra la corrosión y contra la herrumbre, para de esta manera proteger las válvulas, pistones, anillos y rodamientos, elementos propensos a ser atacados por estos agentes. Esto es de suma importancia cuando el compresor trabaja en atmósferas húmedas o con un servicio intermitente, caso último que ocurre con los compresores que operan en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA.

- Deben tener buenas propiedades antidesgastes, puesto que estos compresores deben mantener una película fuerte de lubricante a temperatura relativamente altas.
- Poseer propiedades antiespumantes, este aspecto es de suma importancia en las cajas del cigüeñal donde las mezclas de aire con el aceite lubricante pudieran impedir la buena lubricación.
- Deben tener un bajo punto de fluidez, condición necesaria en el arranque a bajas temperaturas.
- Viscosidad adecuada. Este aspecto si que es importante en cualquier proceso de selección de lubricantes. Es importante, al igual que para todos los demás equipos de una planta, consultar el manual de operación del equipo en cuestión, tomando en cuenta las recomendaciones hechas por los fabricantes de los mismos para las temperaturas de operación y condiciones que prevalezcan. Para los compresores que operan el HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, dado que son del mismo fabricante y este establece condiciones idénticas de lubricación, se recomienda utilizar el aceite REGAL R & O de la TEXACO. En caso que no se consiga este aceite, se debe buscar otro que tenga características fisicoquímicas similares.

7.4.5 Aceites para motorreductores. Dado que los motorreductores son unidades compactas, el método de lubricación más utilizado es por salpique, y cuando se trata de motorreductores de gran tamaño que trabajan en posición vertical, como es el caso del motorreductor instalado en el tanque N°1 para el sistema de mezcla que opera en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, se utiliza también el sistema de circulación para garantizar la lubricación de los engranajes y rodamientos que trabajan en la parte superior. Para seleccionar adecuadamente el lubricante, debemos conocer las especificaciones del fabricante. En este caso, dichas recomendaciones no se conocen, pero por lo general en la lubricación de motorreductores se emplean aceites de viscosidad media o alta, debido a que al formar el motor una unidad compacta con el reductor ayuda a incrementar la temperatura de operación. Para la selección del lubricante a emplear en este caso, se hará uso de las guías establecidas en el cuadro 11. Dado que la velocidad del motorreductor del tanque N°1 para la mezcla de poliol es de 63 rpm en el eje de salida, se recomienda utilizar para el motorreductor que opera en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA el aceite con especificación ISO EP220.

Cuadro 11. Aceites recomendados para motorreductores

Temperatura ambiente °C		Grado ISO		
Mayor de	Hasta	Velocidad en el eje de salida, rpm.		
		13.5 a 500	501 a 1.000	1001. 3000
0	10	68	46	32
10	20	100	68	46
20	30	150	100	68
30	40	220	150	100
40	50	460	320	220

7.4.6 Aceites para cadenas. Cuando una máquina permanece detenida durante algún tiempo, como es el caso de las cadenas de rodillos del mecanismo de apertura - cierre de las puertas de carga y descarga de materia prima de HUNTSMANI ICI COLOMBIA LTDA, se deben bajar la totalidad de las cadenas que operan en dichos mecanismos y se someten en primer lugar a un proceso de limpieza general; luego, en un recipiente metálico, el cual puede ser una caneca vacía de 35 lbs, se coloca una cantidad suficiente de aceite de un grado ISO 68 mezclado con un 5 a 10 % de bisulfuro de molibdeno o de grafito, se colocan allí las cadenas y se someten a una temperatura máxima de 60°C en un tiempo que puede oscilar entre media y una hora. El aceite en este caso sirve de vehículo para que el bisulfuro de molibdeno o el grafito, penetre hasta los pasadores de la cadena. La elevación de temperatura facilita este proceso al reducir la viscosidad del aceite y a dilatar las cadenas. Transcurrido este tiempo, se deja enfriar el aceite y se sacan las cadenas. Una vez que el aceite escurra completamente, con una brocha se aplica el mismo tipo de aceite entre los bordes de las placas de los eslabones y los pasadores. La decisión de echar posteriormente aceite en vez de grasa, obedece a que el medio donde trabaja la cadena es moderadamente contaminado, por lo que sí se echara grasa, dichos contaminantes como el polvo y otros diversos, se adherirían a la cadena y esto haría que se formara una pasta que en lugar de prestar utilidad al mecanismo, haría que posiblemente en un momento dado, esa pasta formada pudiese causar alguna anomalía en el mecanismo.

7.4.7 Grasas a utilizar. Dentro de los equipos enmarcados dentro del programa de mantenimiento preventivo / predictivo a desarrollar en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, estos poseen elementos varios que requieren ser engrasados, bien sea utilizando graseras para los rodamientos como es el caso de los motores eléctricos que mueven las bombas y motorreductores, o bien serán lubricados manualmente como el caso de las cadenas de los montacargas.

Para el caso de las cadenas y el chasis de los montacargas NISSAN y HYSTER, se recomienda utilizar la grasa OMEGA 65 especificada por el fabricante.

Para el resto de elementos no solo en los montacargas, sino también en el resto de equipos que operan en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA se recomienda usar grasas Multipropósitos, las cuales presentan varias ventajas como son los menores costos de mantenimiento, ya que se elimina la necesidad de utilizar varios tipos de grasas, así como también permite mayor rapidez en las operaciones de mantenimiento.

Las grasas multipropósitos que se recomiendan usar para estas operaciones varias son RETINAX WB de la SHELL o cualquier otra que se encuentre comercialmente, bien sea de la TEXACO o de la MOBIL.

8. ANÁLISIS DE FALLAS EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Como se ha dicho durante el desarrollo de esta investigación, los equipos que están cobijados dentro del programa de mantenimiento preventivo / Predictivo no están exentos de falla, y esta consideración es lo que amerita llegar a este punto de análisis de fallas. Una falla se habrá corregido de manera exitosa si se ubicó la causa que la produjo, esta puede deberse a varios factores, pero la fuente de la falla es difícil de identificar o establecer de una manera precisa.

Antes de continuar con los tópicos que abarcan el análisis de fallas, se debe definir con antelación la razón de ser e este análisis, es decir, e debe definir en concepto de falla. Se define la falla de un equipo cuando se presentan los siguientes eventos: bien puede ser que el equipo se detiene o debe detenerse durante un tiempo requerido a causa de problemas técnicos; también se puede considerar que se ha presentado una falla cuando el tiempo programado para mantenimiento se prolonga y afecta el tiempo programado de operación, en otras palabras, ocurre falla cuando las intervenciones en un tiempo no programado toman parte del programado.

Dentro del proceso de falla en los equipos o en los componentes de los mismos, las causas más frecuentes son: diseño, selección de materiales y defectos de los mismos, procesos de fabricación, inspección, montaje, almacenamiento y transporte, condiciones ambientales, de servicio y de gestión de mantenimiento. Este análisis de fallas permite la determinación y descripción de las fuentes que generan los daños en componentes, estructuras o bien en los equipos; además de esto, el análisis permite la posterior solución de problemas de mantenimiento así como el conocimiento de los factores limitantes en todos y cada uno de los elementos.

Si el análisis se mira desde la perspectiva netamente económica, este es extremadamente útil. Para ubicar de manera clara la intervención a realizar al equipo o componente del mismo que ha fallado, es necesario identificar dos aspectos a saber: CAUSA y MODO. El primero es el que se corrige, el segundo es la manera como ocurre el daño.

Por medio este procedimiento de análisis de fallas se puede evitar las posibles fallas en un futuro, dado que se logran objetivos tales como:

- Identificar los tipos de causas y consecuencias que acarrea cada tipo de falla.
- Establecer prioridades en los tipos de análisis de fallas acorde con la probabilidad de ocurrencia, la gravedad de la falla y su facilidad de detección.

- Identificar la acción correctiva que se debe realizar en cada caso.

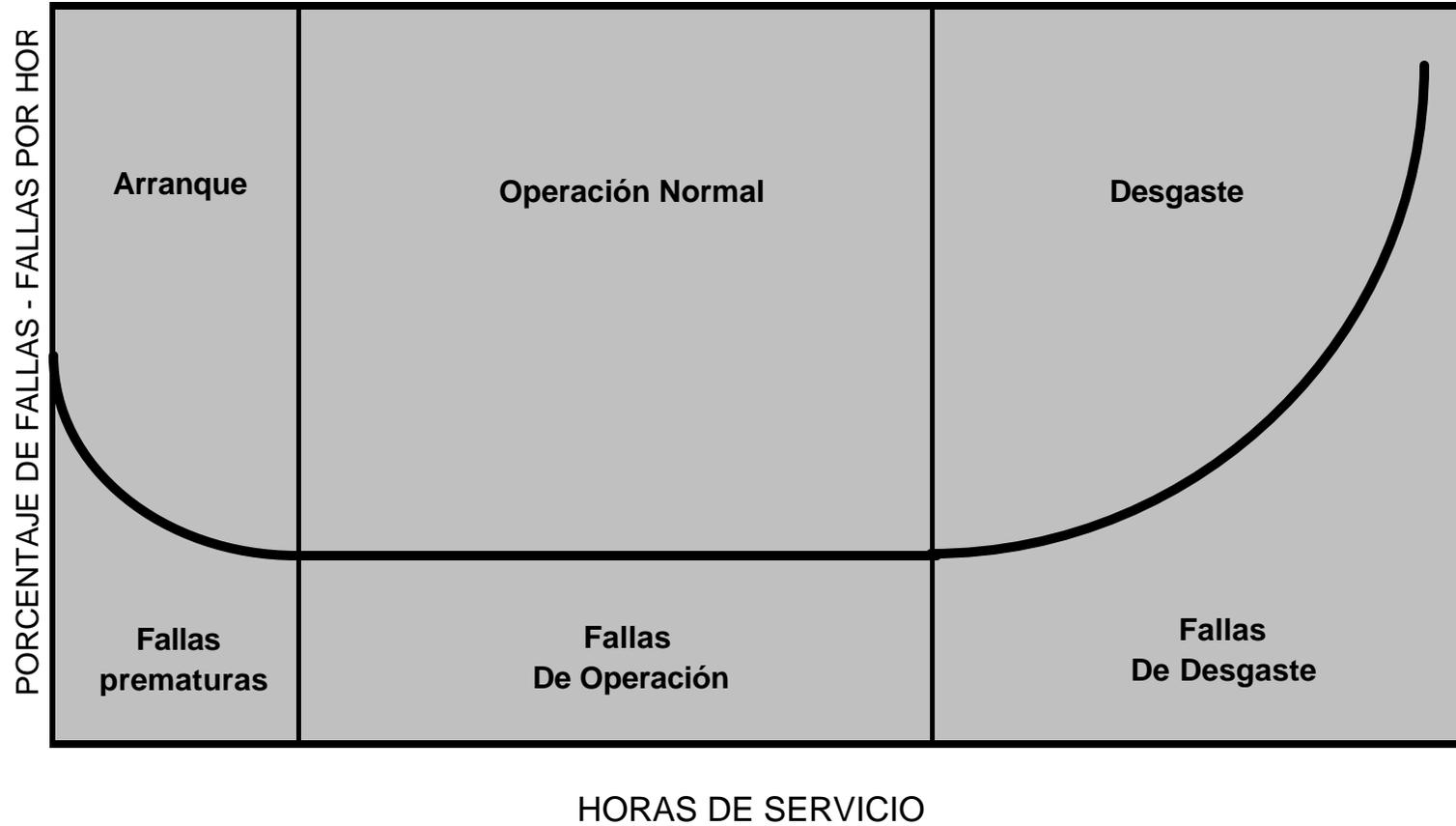
Un aspecto a tener en cuenta es la efectividad de un equipo. Determinarla no es más que conseguir un estimativo de la probabilidad de su funcionamiento a plena capacidad en un período de tiempo determinado.

A continuación se mirará algunos conceptos que intervienen en este proceso de análisis de fallas.

8.1 RATA DE FALLAS.

Es un promedio del número de fallas en la unidad de tiempo, si se grafican los datos de horas de operación contra la rata de fallas o contra el número de fallas por hora, se logra una curva conocida como la curva de la bañera por su forma, la cual se divide en tres secciones fácilmente identificables, ver figura 2.; esas tres zonas definen los tres períodos de vida de un equipo o componente.

De esta curva se pueden establecer tres categorías de fallas:



8.1.1 Fallas prematuras. De arranque o despegue las cuales aparecen poco después de la puesta en marcha debido a defectos de fabricación, material inadecuado, mala instalación o errores de operación y mantenimiento, el índice de fallas va descendiendo después de pasado este período y aparece la segunda categoría. La rata de fallas en este período es descendente.

8.1.2 Fallas casuales. Estas son imprevisibles, su índice es constante y se presentan en el período de operación normal; en este período se evalúa la vida útil promedio equivalente a la mitad del período de operación normal, luego de este punto inician los períodos de reparaciones programadas. Aquí la rata de falla es constante.

8.1.3 Fallas de desgaste. Son producidas por el envejecimiento de las piezas y originadas por la corrosión, fatiga, es decir, debido al desgaste del equipo. En este período la falla es inminente y prácticamente inevitable; la rata de falla es ascendente.

Es claro entonces que esta gráfica, dejando en claro que lo primordial es tener un buen sistema orientado al conocimiento de paros, permite establecer criterios acerca del enfoque de la gestión de mantenimiento, es decir, permite definir

políticas de reemplazo programados o bien el control de fallas, dado que se conoce el comportamiento del equipo o componente de manera previa.

8.2 ÍNDICES DE FALLA

Básicamente, el concepto de falla está basado en el tiempo de detención de la operación de un equipo, especialmente si hay paro de producción. Acorde a esto, surge lo que se conoce en la gestión de mantenimiento como el Índice De Falla. Para su estimación se deben definir primero el concepto de Tiempo requerido, TR. Este tiempo es aquel determinado por la sumatoria del tiempo de funcionamiento del equipo y todos los Tiempos De Paro TP del mismo, bien sean paros inducidos o inesperados.

En definitiva, el Índice De Falla IF, se estima como:

$$IF = \frac{\text{Tiempo De Paro, TP}}{\text{Tiempo Requerido, TR}}$$

Este índice definido de esta manera, puede ser aplicado a líneas de producción, sistemas, etc.

Este sistema de control de fallas aplicado de una forma sistemática y organizada al mantenimiento, proporciona una información valiosa, la cual permite mejorar la disponibilidad de los equipos y reducir de una manera significativa la frecuencia en la presencia de fallas, con lo que se mejoraría indudablemente la productividad de la empresa.

9. INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Al igual que muchas de las otras cosas tenidas en cuenta al momento de desarrollar esta investigación, en esta instancia donde a continuación se detallarán otros aspectos no menos importantes que los ya tratados con antelación, se incluirán algunos indicadores que están siendo aplicados en las nuevas tendencias del mantenimiento moderno; esto no significa que los indicadores tradicionales para la evaluación del mantenimiento serán desechados por completo, sino que se creará una sinergia entre los indicadores tradicionales y los que están siendo usados en etapas avanzadas del mantenimiento como lo es el MPT.

9.1 EVALUACIÓN DE COSTOS DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento debe aprovechar la repetitividad de sus operaciones para disminuir sus costos.

Dentro de esta evaluación de costos en la gestión de mantenimiento se pueden encontrar varios métodos; dichos métodos son:

- Índice general de mantenimiento IGM.

- Método de puntuación por demérito.

- Índice de clasificación para los gastos de mantenimiento ICGM.

Entre estos métodos, se escogió el IGM por su facilidad de manejo y entendimiento para ser desarrollado dentro de la gestión de mantenimiento en HUNTSMAN ICI CLOMBIA LTDA. Para ello es necesario definir con anterioridad tres conceptos fundamentales en lo referente a este índice.

- Costos de mantenimiento directos CD. Estos costos están relacionados con el rendimiento de la planta y son mejores si la conservación de los equipos es mejor; influyen aquí la cantidad de tiempo que emplea el equipo y la atención que requiere. Estos costos son fijados por la cantidad de revisiones, inspecciones y en general las actividades y controles que se realizan a los equipos, comprendiendo aquí los:
 - Costos de mano de obra directa.

 - Costos de materiales y repuestos.

- Costos de mantenimiento indirectos CI. Son aquellos costos que aunque no están relacionados directamente con mantenimiento, si están originados de alguna manera por este, tales como:
 - Paros de producción.
 - Baja de eficiencia.
 - Desperdicio de material.
 - Mala calidad.
 - Sanciones por demora en la entrega del producto.
 - Pérdidas en ventas.

Es importante resaltar que todos estos aspectos deben ser calculados por el área de costos de la empresa, que debe tener las herramientas financieras para hacerlo. Para esta labor, dicha área debe contar con la colaboración de Mantenimiento y Producción, puesto que se debe recibir información concerniente a tiempos pérdidas o paros de máquinas, necesidad de materiales, repuestos, mano de obra estipuladas en las Ordenes De Trabajo, así como la producción perdida, entre otros.

Inicialmente es o puede ser engorroso el esfuerzo de separar los costos, es decir, de saber estimar que costos son imputables a Mantenimiento, pero se ha demostrado que a medida que se concientiza al personal de esta labor, la evaluación del Mantenimiento se hace mucho más precisa y confiable, con los grandes beneficios que esto trae consigo.

- Costos generales CG. Son aquellos costos que no pueden ser atribuidos de una manera directa a una operación o trabajo específico. En Mantenimiento, este costo suele ser atribuido a la supervisión, el almacén, instalaciones, servicio de taller, accesorios diversos, administración, etc.

9.2 INDICE GENERAL DE MANTENIMIENTO IGM

Este índice puede ser calculado ya sean con costos directos, indirectos, o bien sean costos generales.

Ahora se verá como se calcula este índice basado en costos indirectos.

Para implementar este índice, inicialmente se fija un costo básico que representa el valor del Mantenimiento en un período normal, el cual puede ser mensual, trimestral, semestral, etc., o un promedio de varios promedios. Luego se realiza la sumatoria aparte de los costos del período (CP) a evaluar.

CP: Costos por período.

CPT: Costos de tiempo de paro.

CD: Costos de desperdicios por mantenimiento inadecuado.

CDE: Costos de deterioro excesivo del equipo por mantenimiento inadecuado.

CB: Costos de período tomado como base o período normal.

CP: CPT + CD + CDE

Con estos datos se calcula el índice general de mantenimiento así:

$$IGM = \frac{CP}{CB}$$

Si el **IGM es mayor que 1** indica que el mantenimiento tuvo un deterioro y no es normal, por lo tanto se recomienda hacer el seguimiento por qué los costos de paros, deterioros y desperdicios se han incrementado.

Si el **IGM es menor que 1** indica que el nivel de mantenimiento está mejorando, aunque el diagnóstico debe estar relacionado con un mejor estado de los equipos.

Si este índice se verifica para los costos directos se tiene que:

CP: Costos del período.

CMO: Costos de mano de obra.

CR: Costos de repuestos.

CB: Costos de período tomado como base o período normal.

$$CP = CMO + CR$$

El índice general de mantenimiento será:

$$IGM = \frac{CP}{CB}$$

De manera análoga puede ser calculado para costos generales.

9.3 CONTROL GERENCIAL DEL MANTENIMIENTO.

En HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA la Dirección Del Mantenimiento continuamente debe buscar indicadores que resulten eficaces al momento de cuantificar su desempeño y a la vez, reflejen los esfuerzos hechos para controlarlo y mejorarlo; por dicha razón, se presentan a continuación ciertos índices como una relación de factores que inciden en los costos de operación de los procesos.

De manera muy general, los índices presentan diversas funciones tales como:

- Mostrar cuales son las tendencias en el comportamiento del mantenimiento, tomando como parámetro, por supuesto, las estrategias adoptadas.
- Mostrar cual es el posicionamiento de manera relativa respecto a un punto de referencia para los diversos factores y basado en los datos históricos de los procesos.
- Servir como objetivo para cambiar la forma de ejecución y planificación.

Para la recopilación y manejo de la información mencionada se debe hacer uso de manera adecuada del sistema de órdenes de trabajo, análisis de fallas y de costos.

Los índices de control que se sugiere sean manejados en HUNTSMANI CI COLOMBIA LTDA son enunciados a continuación.

9.3.1 Indicadores generales. Estos índices son asociados generalmente de una manera indirecta con los costos de mantenimiento, es decir, están en función de factores, aparentemente ajenos al mantenimiento. Los índices que se muestran enseguida, no tienen un nombre específico, por lo que serán denotados como IG1, IG2, IG3... y así en forma consecutiva. De manera análoga se hará con los otros índices que no posean un nombre específico dentro de otras categorías. Dichos índices son:

$$IG1 = \frac{\text{Costo de mantenimiento}}{\text{Costo de ventas}}$$

$$IG2 = \frac{\text{Costo de mantenimiento por un período determinado}}{\text{Costo de las instalaciones}}$$

9.3.2 Indicadores de gestión. Estos indicadores reflejan la situación de los trabajos que debe realizar Mantenimiento en períodos de tiempo establecidos. En este grupo se encuentran:

$$IT1 = \frac{\text{Número de ordenes de trabajo recibidas}}{\text{Número de días del período}}$$

$$IT2 = \frac{\text{Número de ordenes de trabajo terminadas}}{\text{Número de ordenes de trabajo recibidas}}$$

Las órdenes de trabajo que se especifican en estos índices hacen referencia a las ordenes correctivas, puesto que son estas las que deben controlarse dado que no se espera que sean reportadas.

9.3.3 Indicadores de planeación. Estos índices son herramientas para coordinar la planeación de las actividades programadas por Mantenimiento. Aquí se encuentran los siguientes:

- Índice de horas extras IHE.

$$IHE = \frac{\text{Horas - hombre extras de mantenimiento}}{\text{Horas - hombre totales de mantenimiento}}$$

En algunas empresas se considera aceptable un IHE entre el 1% y el 2% y un valor práctico hasta un 5%

- Indices de tiempos de paro ITP. Este índice es el porcentaje de horas - equipo perdidas por mal funcionamiento de la máquina, este también puede ser expresado como horas- hombre totales perdidas, siempre y cuando se trate de procesos secuenciales o en serie, si los hubiere, esto en los casos en que el paro de un equipo puede afectar el normal funcionamiento de los equipos siguientes.

$$ITP = \frac{\text{Horas - equipo de paro}}{\text{Horas - equipo de funcionamiento}}$$

9.3.4 Indicadores de costos. Este es uno de los índices donde primero se ve que tan buena es la labor del Director De Mantenimiento, puesto que estará respaldando su gestión con indicadores económicos. Algunos de estos índices útiles dentro de la gestión de mantenimiento son:

- Índice de costo real. Este indica la precisión con que se elabora el presupuesto del área incluyendo a mano de obra, tiempos, materiales y repuestos, implementos de seguridad, insumos, etc.

$$ICR = \frac{\text{Costo real}}{\text{Costo presupuestado}}$$

La relación entre estos dos costos debe tener la mínima variación posible, puesto que si la relación es mayor que 1, mostrará que el presupuesto es insuficiente o mal administrado, en caso contrario, este índice reflejará un presupuesto amplio y tolerante, incrementándose por consiguiente los costos operativos de la planta.

- Índice de costo total. Se define como el costo de mantenimiento requerido para fabricar una unidad de producto, para el caso de las labores desempeñadas en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA será el costo de producir un galón de polioliol ya adecuado para su venta.

$$CT = \frac{\text{Costo total del mantenimiento}}{\text{Total de unidades producidas}}$$

9.3.5 Indicadores de desempeño del personal.

- Personal de mantenimiento. El personal de mantenimiento tiende a aumentar respecto al personal de planta cuando se presenta la automatización en los procesos. Esto es claramente entendible puesto que dicha automatización desplaza la mano de obra, pero aumenta el nivel de mantenimiento en cuanto a tecnología y recursos.

$$PM = \frac{\text{Personal de mantenimiento}}{\text{Personal de planta}}$$

9.4 PARÁMETROS DE EFECTIVIDAD DE LOS EQUIPOS.

Cuando se hablaba al inicio de las relativamente nuevas tendencias del mantenimiento, se hacía referencia al concepto de confiabilidad; se habla de relativamente modernos porque aún siendo conceptos que se conocen desde hace ya algún tiempo, son pocas las empresas que los aplican; a estos conceptos se une una nueva perspectiva en el manejo de los equipos dentro de la gestión de mantenimiento y es precisamente la Efectividad Global de los mismos. Este concepto de Efectividad Global De Los Equipos es uno de los sustentos principales dentro del andamiaje del último peldaño alcanzado en el desarrollo de la gestión de mantenimiento como lo es el MPT.

9.4.1 Confiabilidad de los equipos.

- ◆ **Cultura de la confiabilidad.** La confiabilidad operativa es una actividad de mejoramiento continuo y sistemático basado en la cuantificación y determinación de las fallas. Esta idea de mejoramiento continuo debe establecerse en toda la organización, tanto en la estructura vertical como en la

horizontal. Es vital establecer y desarrollar una cultura impulsada por la confiabilidad, los grupos de trabajo deberán cooperar en la identificación de problemas, en la solución de los mismos, y en el seguimiento de las tareas.

La empresa deberá hacer hincapié y resaltar la confiabilidad en todo momento, esto debe constituirse en parte de la organización. La cultura de confiabilidad es un pensamiento dinámico que conduce a producir cambios o movimientos en la misma dirección.

La importancia de la confiabilidad esta dada en la seguridad que da operar y producir en una planta donde se conoce el estado en que esta se encuentra, así como también, los beneficios de reducir los costos de operación y mantenimiento.

Para lograr esto, es necesario crear una cultura de confiabilidad operativa. Para asegura que la cultura sea un conductor de la confiabilidad se deben desarrollar primeramente los siguientes pasos:

- a. *Las personas que deban realizar la tarea deberán entender a fondo su propósito y la necesidad de su realización.*** Esto indica que todas las personas que operen con equipos, máquinas, etc., deben tener la capacidad de evaluar e informar sobre los distintos estados y cambios de los equipos, como así también de las medidas que se efectúen sobre estos.

Para lograrlo es necesario capacitar al personal en las teorías y técnicas que involucra la confiabilidad operativa.

b. Se deben adecuar los canales de comunicación en todos los niveles de la organización, de forma tal que los detalles del programa de mantenimiento conducido por la confiabilidad sean comunicados a aquellos responsables que deban hacerlos efectivos.

La gerencia debe entender la confiabilidad operativa como una herramienta para el manejo que ayuda a reducir los costos de mantenimiento y de operación.

c. Quienes sean responsables de realizar la tarea deben estar capacitados y entrenados para realizarla convenientemente.

Como en toda actividad, la capacitación del personal es de suma importancia para saber "qué" es lo que se está haciendo, "cómo" se está llevando a cabo y "para qué" se está haciendo. A la hora de tomar decisiones, la capacitación es un factor importante que dará los fundamentos necesarios para conocer y evaluar una situación y, por lo tanto, guiar en la toma de la decisión más acertada.

d. Los recursos necesarios para realizar la tarea deben haber sido provistos en tiempo y forma.

No se debe improvisar, puesto que para que el plan tenga éxito, es necesario estar seguros que los recursos estarán

disponibles antes de su uso, de esta manera, se pueden planificar las tareas y darle un seguro desarrollo a las acciones.

Estos cuatro pasos son fundamentales para llevar a cabo el proceso de confiabilidad tanto en la gestión de mantenimiento como en la planta en general.

Para poder ser implementados será necesario brindar cursos de capacitación modulados a todos los niveles de la empresa.

9.4.2 Importancia de los Costos. El costo del ciclo de vida (LCC) comprende todos los costos desde el inicio de planeación del sistema a montar hasta la disposición del equipo y se aplica a ambos. Los costos de LCC son especificados mediante un estudio analítico de costos totales, experimentado durante la vida del equipo o del sistema que se desea implementar.

El objetivo del análisis de LCC es escoger las alternativas más rentables para que el costo total se minimice. Este análisis ayuda a los encargados de dirigir la gestión de mantenimiento a justificar el equipamiento y la selección de los procesos, basándose en costos totales en lugar del precio de la compra inicial de equipo o sistemas.

El LCC consta de dos componentes principales:

- Costo de adquisición: Precio de compra + administración + ingeniería + transporte + Instalación + entrenamiento.

- Costo de sostenimiento:
 - Costo de operación: mano de obra directa + repuestos + consumos + pérdidas en la producción.

 - Costo de mantenimiento programado: material y mano de obra + costo de reparación + costos fijos asociados al paro + costos de programación.

 - Costo de mantenimiento no programado: material y mano de obra + costo promedio de reparación + vida útil del equipo.

 - Costo de disposición: costo de conversión + limpieza del lugar + disposición del equipo + disposición de los productos fuera de especificación.

9.4.3 Estimación de la confiabilidad como parámetro de control. La confiabilidad dentro de la gestión de mantenimiento se define como la probabilidad que un equipo no falle en servicio durante un tiempo determinado. Para llegar a ella, es

necesario establecer el número de puestas en servicio, su duración operando satisfactoriamente, las fallas ocurridas, el número de equipos similares sobrevivientes y el porcentaje de equipos activos o sobrevivientes. Para tratar que el concepto sea mayormente entendible, se realizará un ejemplo con uno de los equipos que se encuentran operando en la planta de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA. Los datos aquí anotados son supuestos, puesto que se hace a manera de ensayo. Ver figura 3.

La confiabilidad y el bajo costo de mantenimiento se deben especificar desde el momento de la compra, esto se puede realizar a través del estudio del Life Cycle Cost, LCC (Costo De Ciclo De Vida). La evaluación de la confiabilidad y la efectividad de los costos, puede llevarse a cabo realizando un gráfico comparativo que relacione los costos mensuales de mantenimiento con los números de fallas de una cantidad determinada de equipos. Esta comparación, requiere de un gráfico X,Y donde en el eje Y se cuantifican las fallas y los costos, y sobre el eje X, el mantenimiento a lo largo del tiempo. El índice de fallas y los costos pueden variar mensualmente, de acuerdo a la cantidad de fallas obtenidas. Si se incluye en el gráfico una línea de tendencias se podrá observar el promedio de cada punto y se observará la declinación siempre y cuando las tareas de mantenimiento hallan sido aplicadas eficazmente. Ver figura 4.

Los costos de adquisición y de sostenimiento no son mutuamente excluyentes.

Frecuentemente el costo de sostener un equipo es de 2 a 20 veces el costo de adquisición. A menudo 65% del LCC total son definidos en el momento en que el equipo o proceso es especificado o diseñado.

Cuadro 12. Análisis de confiabilidad de bombas de engranajes
 Marca Viking Pump
 Modelo HL 125

INTERVALO HORAS	Nº PUESTAS EN SERVICIO	FALLAS ACUMULADAS	% DE SOBREVIVIENTE	Nº DE SOBREVIVIENTES
0 - 100	29	29	37	17
100 - 200	5	34	26	12
200 - 300	6	40	13	6
300 - 400	3	43	7	3
400 - 500	0	43	7	3
500 - 600	3	46	0	0

Si se grafican los datos de porcentaje de sobrevivientes contra las horas de servicio, se obtienen los resultados mostrados en la figura 3.

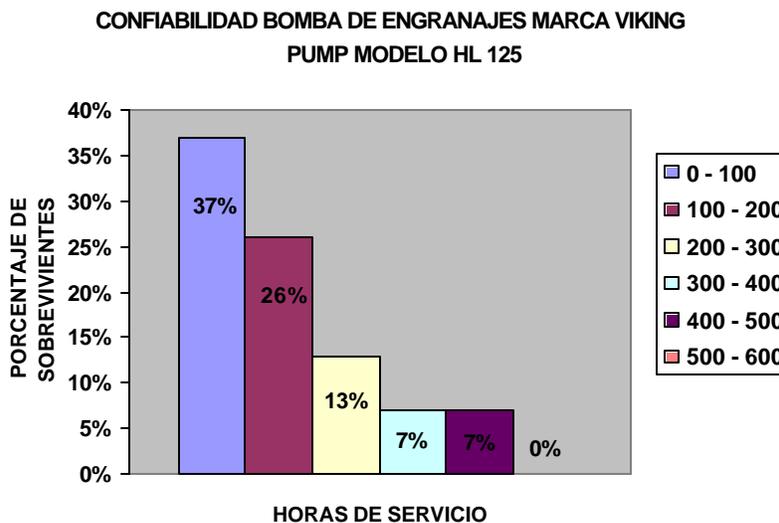


Figura 3. Relación entre la confiabilidad asociada al equipo y las horas de servicio

Como se mencionó anteriormente, también se puede representar en un mismo gráfico la confiabilidad y los costos del ciclo de vida por períodos mas definidos, para el caso de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, estos valores e harán en períodos mensuales. En la figura 4. se muestra un ejemplo con valores ficticios de costos, como guía para su posterior aplicación en la gestión de mantenimiento desarrollada en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA.

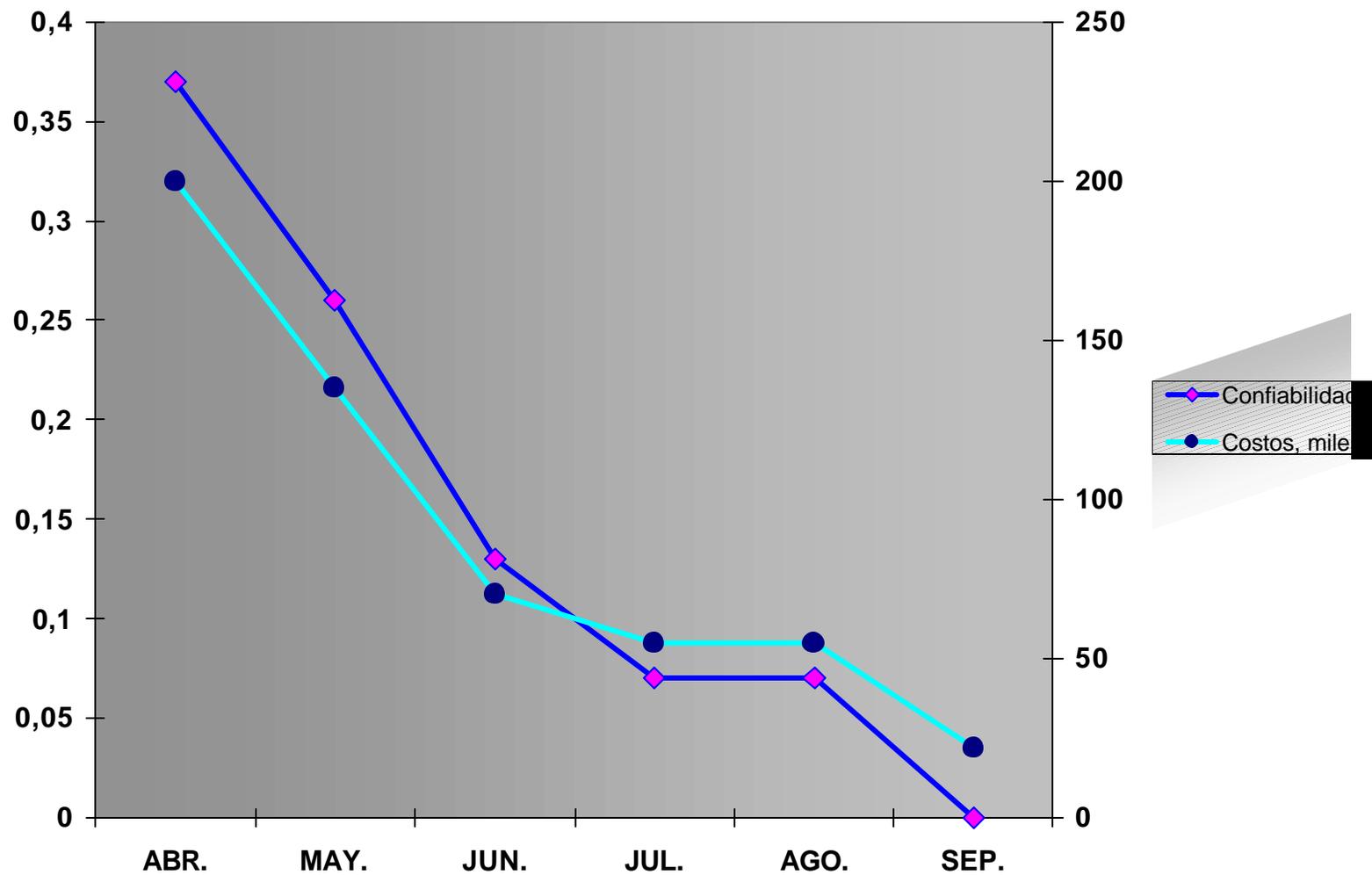


Figura 4. Comparación entre la confiabilidad y los costos para períodos determinados de mantenimiento

Si se ajustan estas curvas mediante un análisis de mínimos cuadrados y posteriormente dicha curva se gráfica en papel semilogarítmico como una curva de tipo $y = bX^m$ se obtiene una línea recta en la cual es mucho más fácil lograr las proyecciones deseadas puesto que su ecuación es $y = m \log x + \log b$. Para ello se determinan el valor de m y b con dos datos.

En el caso que el análisis se realice por componentes, la confiabilidad del equipo estará dada por la multiplicación de las confiabilidades de sus componentes; de esto se puede deducir que la confiabilidad de un equipo siempre será menor que las confiabilidades de sus componentes, dado que ninguna de ellas es mayor del 100%, es decir, todas son en términos relativos menor que 1.

La confiabilidad de un equipo o componente, está caracterizada básicamente por el Tiempo Medio Entre Fallas TMEF, el cual es determinado como:

$$\text{TMEF} = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{Número de puestas en servicio}}$$

9.5 EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS.

Este es uno de los pilares fundamentales del MPT, pero puede ser perfectamente aplicable a un programa de mantenimiento preventivo / predictivo. Para obtener un dato real de la efectividad global de un equipo, se calculan tres variables independientemente. Estas variables son: disponibilidad, eficiencia del desempeño y tasa de calidad de los productos.

9.5.1 Disponibilidad. Este parámetro está asociado con las pérdidas de tiempo. La disponibilidad de un equipo se calcula como la relación entre el tiempo de operación y el tiempo real.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo total}} = \frac{\text{Tiempo total} - \text{Tiempo paro}}{\text{Tiempo total}}$$

A continuación se dará un ejemplo para cada uno de las variables ante mencionadas, para la mejor comprensión de las mismas.

En un turno de trabajo normal de 8 horas diarias, el tiempo total son 480 minutos. El tiempo perdido lo conforman los daños del equipo, cambio de útiles, búsqueda de herramientas y ajustes, etc., se puede

suponer que este tiempo puede sumar 70 minutos. El tiempo de operación será entonces de 410 minutos, por tanto:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{410}{480} * 100 = 85.4\%$$

Es importante recoger estos datos en la forma más precisa posible, de lo contrario se puede calcular este índice de manera equivocada.

9.5.2 Eficiencia del desempeño. Está asociada con las por rapidez, se calcula como el producto de la tasa de operación real y la tasa neta de operación.

$$\text{Tasa de operación real} = \frac{\text{Tiempo de ciclo teórico}}{\text{Tiempo de ciclo real}}$$

El tiempo de ciclo real es el tiempo por cada pieza previsto en el diseño del equipo y el tiempo real es el tiempo por cada pieza producida en la practica. Aplicando este concepto a un equipo en particular en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA como por ejemplo las bombas se puede encontrar lo siguiente. Una de las bombas de diafragma encargada de subir el poliol al tanque de mezcla n°1 está diseñada para mandar 55 galones, el cual es el contenido de una

caneca utilizada para el almacenamiento del producto, de ese producto en 2 minutos, es decir 27,5 galones por minuto, pero en la practica tarda aproximadamente 3 minutos, lo que representa un caudal de 18.3 galones por minuto. El valor del tiempo teórico será de $1/27,5$ el cual es de 0.0363 minutos por cada galón enviado, mientras que el tiempo real es de $1/18.3$ lo que equivale a 0.0545 minutos. Por lo tanto:

$$\text{Tasa de operación real} = \frac{0.0363}{0.0545} = 66.65\%$$

la tasa neta de operación viene dada por:

$$\text{Tasa neta de operación} = \frac{\text{Tiempo de proceso real}}{\text{Tiempo de operación}}$$

Si se pierden 110 minutos de operación en paradas inesperadas, suponiendo un caso, el tiempo de proceso real será de 300 minutos, por lo tanto.

$$\text{Tasa neta de operación} = \frac{300}{410} = 73.17\%$$

$$\text{eficiencia del desempeño} = 66.65\% * 73.17\% = 48.76 \%$$

9.5.3 Tasa de calidad. Este índice está asociado a las pérdidas por defectos. Suponiendo un valor para este índice del 97%, la efectividad global del equipo será.

$$\text{Efectividad global del equipo} = 85.4\% * 48.76\% * 97.5\% = 40.6\%.$$

Este valor traduce que se está utilizando el equipo muy por debajo de sus condiciones ideales que son:

Disponibilidad: mayor del 90%

Eficiencia del desempeño: mayor del 95%

Tasa de calidad: mayor del 99%

Por lo que la efectividad global de un equipo debe ser mayor de:

$$0.90 * 0.95 * 0.99 = 85\%$$

Para el ejemplo analizado se puede notar que el más alejado de las condiciones ideales es el ítem de la eficiencia del desempeño, luego allí se debe concentrar la búsqueda de las soluciones para mejorar la

efectividad global del equipo. Las paradas imprevistas son las que mayor incidencia negativa tienen en el cálculo de la efectividad global.

10. EL DIAGNÓSTICO DE CONDICIÓN COMO BASE EN LA PLANEACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.

10.1 EL CONTROL ESTADÍSTICO DE LOS PROCESOS

La concepción misma de un proceso como un conglomerado de actividades que interactúan con el fin de lograr una calidad superior, ha traído como consecuencia el que se genere una identidad entre los parámetros y criterios, así como entre la Calidad, la Producción y el Mantenimiento; esto se interpreta como cero fallas, cero paros, cero inventarios, los cuales son el resultado de un mantenimiento apropiado basándose en la filosofía del Just in Time ó Justo a Tiempo.

La finalidad del control estadístico es la de determinar cuanta es la capacidad de los medios productivos y establecer los parámetros límites para poder detectar cualquier cambio significativo dentro del proceso productivo y así tomar las medidas correctivas pertinentes, este control debe ser ejecutado a intervalos continuos de tiempo,

recogiendo información que permita determinar las causas de fallas y establecer así los procedimientos para su eliminación. Este control estadístico se puede realizar sobre el producto o bien sobre el proceso.

10.1.1 Control sobre el producto. Este se logra aplicando principios estadísticos sobre una característica, como puede ser un espesor, un diámetro, etc., es llamado entonces CONTROL POR VARIABLES; este también puede realizarse sobre una cualidad o característica cualitativa en particular como el aspecto, el color, etc., y a este se le llama CONTROL POR ATRIBUTOS.

10.1.2 Control por procesos. Dentro de cualquier proceso industrial, variables como la temperatura, la presión, y el caudal son fundamentales, puesto que por lo general existe intercambio de energía entre volúmenes de control en procesos estables; de allí que la Ley de conservación de la masa y la energía sean comunes y en toda línea productiva es factible disponer de la información siguiente:

- Potencias mecánicas, las cuales están asociadas con el equipo mismo, esta información se consigue por intermedio de los

fabricantes, los cuales proporcionan las curvas de comportamiento del equipo.

- Potencias caloríficas, las cuales son perfectamente medibles experimentalmente si se conocen los cambios mágicos y entálpicos que son logrados con medidas de temperatura y presión.

Todo lo anteriormente citado, permite facilitar la labor de Mantenimiento e incrementar la eficiencia del proceso mismo; es así como una adecuada instrumentación en los equipos de la planta debe ser considerada entre los costos de instalación del equipo, todo esto persiguiendo la mejora del rendimiento en los procesos de transformación y uso de energía, el aumento en la disponibilidad de los equipos y contribuir en la extensión de la vida útil de los mismos. Si se tiene una adecuada instrumentación en cada uno de los equipos que funcionan en la planta, se facilitara de manera considerable el conocimiento de manera permanente del proceso, por medio del cual se pueden establecer límites que indiquen estabilidad y dentro de los cuales debe funcionar el sistema en cuestión. Esta adecuada instrumentación en los equipos que intervienen en los procesos de la planta permite ubicar deficiencias en los respectivos procesos, al

igual que ayudan a la identificación de aspectos relacionados con la planta misma, tales como:

- Cuantificación de la eficiencia de los equipos.
- Ubicación de fallas en sistemas mecánicos.
- Ubicación de fugas en sistema de aire o gas.
- Conocimiento del desempeño de los equipos de manejo de materiales y cálculo de pérdidas en los mismos.
- Errores de diseño y distribución de sistemas de transporte de fluidos.

Es necesario tener en cuenta que al momento de adquirir un equipo determinado, este debe estar dotado con el máximo de instrumentos, los cuales indican de manera continua el funcionamiento del mismo. Una recomendación para el mejor control de los procesos en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, es la instalación de:

- Instrumentos medidores de flujo, presión y temperatura a la entrada y salida de los procesos.

- Instrumentos medidores de Humedad.

Siendo más específicos, un sistema básico de diagnóstico industrial debe poseer instrumentos tales como: manómetros, termómetros, rotámetros, higrómetros y termocuplas. Sin embargo, el éxito en las labores de los procesos no radica en la dotación de instrumentos, sino en la recolección de datos, esto conjugado con la capacidad de análisis, el cual debe dejar esa posición que quien maneja esto es única y exclusivamente el ingeniero, para trascender hasta los mismos operarios y supervisores, convirtiéndose así en permanentes inspectores de los procesos.

Es fundamental que se garantice la calibración de dichos instrumentos de medida para permitir la correcta lectura de las variables a considerar en cada caso específico; esto puede hacerse por parte de los encargados directamente de las labores de mantenimiento o bien pueden ser calibrados en el laboratorio.

10.2 EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Dentro del desarrollo de una gestión de mantenimiento efectiva, el adecuado conocimiento de la condición de los procesos en una planta es uno de los aspectos más relevantes, es así como basado en estos conocimientos los componentes de los equipos pueden continuar en servicio hasta que muestren señales de desgaste, también es posible estructurar el trabajo de acuerdo a como se encuentre la planta y de esta manera adaptarlos a la minimización de los costos.

Para lograr tener claramente definida las condiciones en las cuales se encuentran los equipos de una empresa, específicamente HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, se debe realizar primordialmente una inspección sistemática de la planta, dicha inspección la efectúa personal técnico especializado. Este personal puede ser propio o el servicio puede ser prestado por firmas especializadas; la información para las actividades de inspección determina la frecuencia, la tolerancia del daño, etc., y puede registrarse en un control manual mediante tarjetas en las cuales se incluyen los resultados de la inspección o implementando un módulo adicional al sistema de información manejado desde un computador.

10.2.1 Técnicas de diagnóstico dentro del mantenimiento predictivo. Con base en la tecnología y la instrumentación actuales, pueden medirse y evaluarse muchas características de funcionamiento simples y complejas de sistemas y equipos, tales como:

- Temperatura.
- Caudal.
- Presión.
- Esfuerzo y deformación.
- Vibración.
- Impulsos de choque.
- Ruidos y sonidos.
- Ultrasonido.
- Desplazamiento.

- Tiempo.
- Acidez / ph.
- Composición.
- Concentración.
- Características eléctricas.
- Condición del aceite.

Se puede decir entonces que el mantenimiento predictivo es un apoyo de gran utilidad a las otras labores de mantenimiento, puesto que los métodos de evaluación exterior de las condiciones de los equipos sin desmontajes ni paradas, arrojan resultados altamente confiables.

Cualquier equipo tiene un estado correcto de operación con un comportamiento de las variables o características propias del mismo adecuado al ambiente de trabajo y a los defectos de fabricación e instalación considerados dentro de unos parámetros como normales. Entre las técnicas que se utilizan para medir y posteriormente evaluar las variables ya mencionadas, se pueden encontrar las siguientes:

- Análisis de vibraciones a máquinas rotativas.
- Termografías a equipos eléctricos.
- Análisis de fluidos eléctricos y aceites lubricantes.
- Detección de fallas por medios ultrasónicos.

El propósito de estas técnicas es tomar medidas de las variables operacionales del equipo; seguidamente se puede tomar una decisión y finalmente hacer un diagnóstico de la falla con la información obtenida de los análisis y los parámetros base. Es de vital importancia definir con suma claridad, que técnicas son susceptibles de aplicar en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, dado que no todas son pertinentes a las labores realizadas por los equipos de la misma; es una razón a tener en cuenta para su aplicabilidad, lógicamente, el aspecto económico y de facilidad en la prestación de servicios (haciendo referencia a los servicios prestados por otras compañías dedicadas a realizar labores de mantenimiento predictivo) juegan un papel importante en el momento de la selección de las técnicas predictivas a aplicar.

Los criterios para la inspección se diseñan con base en normas predeterminadas que estipulan la finalidad del trabajo y una predicción de expectativa de vida, además de parámetros de proceso y frecuencia, es decir, al igual que en las labores de mantenimiento preventivo, aquí se establecen las actividades que han de realizarse cuando se ha alcanzado el límite de deterioro de acuerdo a la inspección.

El criterio de predicción de la expectativa de vida proporciona un método de pronóstico y los valores de referencia implementados en los sistemas computarizados con los que trabajan la mayoría de las técnicas predictivas en la actualidad, permiten que la expectativa de vida o la fecha de ejecución del trabajo puedan ser presentadas de inmediato en la pantalla del equipo terminal, una vez introducidos al sistema los resultados de la inspección.

Para el cálculo predictivo del momento de llegada al límite de vida, se puede adoptar un método donde se realiza un promedio de pendientes.

En este método se utilizan gráficas de parámetros indicadores de deterioros contra tiempo, estas gráficas pueden brindar, basadas en

datos históricos, una curva de tendencia de comportamiento teórico de un componente X de un equipo que amerite este seguimiento.

Con unos valores de referencia y otros de falla se introducen los resultados de las inspecciones y se hace el análisis de tendencias para predecir la duración del componente en particular.

En el caso expuesto se hace un promedio de pendientes directas hasta obtener el valor conservativo de falla predeterminado; esta extrapolación es un criterio bastante acertado de la duración de un componente, en el caso que el comportamiento del fenómeno en estudio sea una línea recta.

Como una etapa intermedia entre la tecnología de inspección común y el sistema totalmente automatizado, se han introducido equipos de inspección portátiles para analizar temperaturas, presiones, vibraciones, etc., los cuales son preprogramados para su trabajo diario, mediante microcomputadores.

Las ventajas de tales sistemas son:

- Menor necesidad de personal de inspección calificado.

- Disminuyen las influencias subjetivas sobre la evaluación de la retroalimentación.
- Mediante el análisis de tendencias puede pronosticarse fácilmente el desarrollo de datos.
- Mediante la comparación de patrones de fallas con los patrones existentes, pueden definirse mas detalladamente las causas.
- Se informa puntualmente sobre el desarrollo rápido de fallas.

El entrenamiento del personal, no solo en relación al trabajo, sino también en la parte teórica, es de gran importancia para comprender de manera clara la labor realizada y apoyar las metas del mantenimiento planificado.

Dada la estructura técnica de los equipos que operan en la planta de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, se recomienda que se realicen dos técnicas predictivas esencialmente, las cuales son: el análisis de aceites y el de vibraciones mecánicas. Este análisis de aceites se recomienda para el motorreductor del tanque N°1 de polioles, el cual es el equipo más crítico del proceso de producción, dado que aquí se acondiciona el polioli que va a ser comercializado de manera

inmediata; también se recomienda realizarle estos análisis al aceite del motor del montacargas y al aceite del sistema hidráulico del mismo. Igualmente se recomienda analizar los aceites dieléctricos de los transformadores de energía que alimentan la planta. En cuanto a las vibraciones, estas se recomiendan hacer al agitador que se encuentra acoplado al motorreductor del tanque N°1 ya que como se dijo anteriormente es un equipo crítico. El otro equipo rotativo que se considera crítico en la planta de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA es la bomba contra incendio. Este equipo debería, idealmente hablando, nunca ponerse en servicio para que cumpla con su función inicial: suministrar el agua para apagar cualquier incendio o conato del mismo que pueda ser sosegado por este medio de extinción; pero también es cierto que este debe encontrarse en perfecto estado al momento que se le requiera. Este equipo se ha determinado que se ponga en funcionamiento cada mes por un número determinado de horas y en ese momento realizarle su respectivo chequeo vibracional con el fin de tener dicho equipo en el mejor estado posible. Quedará a opción del jefe de mantenimiento la periodicidad de las inspecciones vibracionales a la misma.

A continuación se mirarán los aspectos de manera más detallada de esta técnica predictiva a implementar dentro de la gestión de mantenimiento en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA. El análisis de

vibraciones es una técnica que aun está en discusión por parte de las directivas de la empresa, por lo tanto no se hará referencia a ella en esta instancia.

10.3 EL ANÁLISIS DE ACEITES COMO HERRAMIENTA VALIOSA DENTRO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Uno de los elementos que constituyen un equipo y representan una parte importante es el lubricante que protege los componentes de dicho equipo. Si se tiene un funcionamiento inadecuado del equipo, este depende en muchos casos, tanto de la calidad del aceite utilizado como de la degradación que este pueda sufrir a través del tiempo.

En el caso particular de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA en donde apenas se pondrá en marcha el programa de mantenimiento preventivo / predictivo, los equipos anteriormente mencionados en los cuales la frecuencia de mantenimiento preventivo está sujeta inicialmente al cambio de aceite, pueden ser dejado en operación durante un período de tiempo más prolongado si se logra ampliar los intervalos de drenaje del aceite usado, y para ello es necesario realizar este análisis de laboratorio.

Este tipo de análisis es uno de los elementos más valiosos con que cuenta la gestión de mantenimiento, tanto para el aceite nuevo como para el usado, puesto que este permitirá comprobar que la calidad del aceite nuevo si corresponde a la recomendada por el fabricante del equipo y a su vez permite determinar la protección que este le asigna a los diversos mecanismos, al igual que la frecuencia con la que se debe cambiar.

10.3.1 Análisis fisicoquímico del aceite. Todos los aceites no utilizados a plena pérdida, sino en sistemas cerrados o de circulación, se oxidan y/o se contaminan durante su servicio y los aditivos que poseen se mezclan. El método más confiable para determinar si un aceite puede continuar en servicio o no, es mediante un análisis de laboratorio. De esta manera se evalúan los tipos de contaminantes que pueda tener la muestra del aceite usado, como polvo, partículas abrasivas (sílice), partículas metálicas provenientes del desgaste de los mecanismos que dicho aceite se encarga de lubricar (zinc, hierro, plomo, cobre, plata, etc.), los cuales son producto de la oxidación y las características fisicoquímicas más importantes del aceite, como lo son la viscosidad, el TBN, el porcentaje de agua, etc.

Básicamente, un aceite se vuelve inapropiado por dos razones: cuando ocurre un cambio químico en su composición como resultado

de su proceso de oxidación y cuando el contenido de sus contaminantes es muy elevado.

A medida que el aceite lubrica, refrigera o acciona un mecanismo, fluye y recubre las piezas, recogiendo de esta forma datos muy valiosos que son llevados posteriormente al tanque de almacenamiento; por tanto, si se analiza una prueba de dicho aceite se tendrá un diagnóstico completo de lo que sucede en el interior del mecanismo.

Un aceite se debe analizar cuando huele a quemado, presenta un color oscuro (para el caso de los aceites industriales) o cuando se quiere determinar cual es la frecuencia de los cambios o el nivel de protección que este le da a los mecanismos lubricados.

En esencia se analizan dos tipos de aceites: los empleados en la lubricación de maquinaria industrial tales como: sistemas hidráulicos, en transformadores, en compresores de aire y de refrigeración, en reductores de velocidad si el volumen de aceite utilizado en ellos es lo suficientemente significativo para que se justifique la inversión de realizar dicho análisis. El otro tipo de aceites son los utilizados en la lubricación de motores de combustión interna, bien sean a gasolina, diesel o a gas, especialmente cuando se trata de vehículos en

donde, al prolongar la frecuencia de cambio se incurren en ahorros considerables de dinero.

Es necesario tener en cuenta que el análisis de laboratorio por si solo no es suficiente para determinar la causa de una falla, sino que también se deben considerar las condiciones de operación bajo las cuales funciona el equipo. Para sacar una conclusión acerca del estado del aceite usado que ha sido analizado, es necesario observar la coincidencia de factores varios en una misma causa para darla por cierta.

10.4 LAS NORMAS ASTM

La ASTM (Sociedad Americana De Pruebas Y Materiales) ha establecido una serie de normas que permiten evaluar de una manera estandarizada en el ámbito mundial, las propiedades fisicoquímicas tanto del aceite nuevo como del usado. Una prueba de laboratorio no estará bien especificada si no tiene en cuenta el método ASTM bajo el cual se efectuó. Es importante que el laboratorio al arrojar los resultados del análisis especifique el método ASTM utilizado; esto le permitirá al usuario comprobar las propiedades del lubricante nuevo con las del aceite usad. Hay

características que pueden ser evaluadas por dos métodos diferentes y los resultados obtenidos son igualmente diferentes. Un ejemplo de esto es el caso del ensayo para determinar el TBN ó Numero Total Básico para el cual se puede utilizar el método ASTM D-664 ó el ASTM D-2896. Mediante el primer método el valor obtenido es más bajo y por el segundo es más alto(según analistas de laboratorio). Si el fabricante del aceite lo analiza por un método y el usuario por otro, los resultados serán diferentes, dando lugar a controversias entre uno y otro.

10.4.1 Toma de muestras para el análisis de aceites. Las muestras de aceites para ser analizadas en el laboratorio se deben recolectar recién detenido el mecanismo, esto se hace con el fin que todas las impurezas, como materiales solubles e insolubles, se encuentren en suspensión en el aceite y los resultados que se obtengan sean lo más representativo posible de las condiciones de trabajo reales del equipo. No se debe tomar por ningún motivo las muestras del fondo del depósito, dado que allí se encuentra la mayor concentración de impurezas y tampoco sería representativo de las condiciones reales.

La cantidad de aceite necesaria para llevara al laboratorio para su respectivo análisis es de 1/2 litro para cualquiera que sea el tipo de aceite, excepto cuando se desee realizar adicionalmente una prueba

de herrumbre, en donde para ello se requiere de 1/2 litro más. Los aceites para transformadores son susceptibles a la luz, por lo tanto las muestras que se tomen se deben almacenar en botellas de color oscuro. El recipiente que se utilice para envasar la muestra que será llevada al laboratorio debe ir perfectamente marcado para su completa identificación. Los datos que deben ser especificados con la muestra de aceite son:

- Nombre y marca del aceite.
- Cantidad de galones de aceite que utiliza el equipo.
- Fecha del ultimo cambio.
- Cantidad agregada desde el ultimo cambio hasta la fecha de la toma de la muestra.
- Temperatura de operación de aceite.
- Medio en el cual trabajó al máquina.
- Fecha de toma de la muestra del aceite.

10.4.2 Pruebas de laboratorio según el tipo de aceite. El éxito de un análisis de laboratorio a un aceite nuevo o usado, no depende solamente de saber realizar las pruebas y en interpretar los resultados obtenidos, también interviene aquí un factor crucial y sino el más importante, y es el de saber exactamente cuales son las pruebas que se le deben efectuar.

En el cuadro 13. se muestran las pruebas de laboratorio para aceites usados, de acuerdo con el tipo de servicio.

10.4.3 Interpretación de los análisis de laboratorio. Los análisis de laboratorio son una valiosa herramienta dentro de la gestión de mantenimiento, siempre y cuando los resultados se sepan interpretar. No se ganaría nada con mandar al laboratorio un sinnúmero de muestras de aceite usado si al momento de obtener los resultados, el usuario no tiene los conceptos claros para interpretar y correlacionar las diversas pruebas efectuadas. Es asimismo importante, que las muestras que se envían al laboratorio, se le realicen las pruebas estrictamente necesarias, porque dependiendo del tipo de aceite, se pueden requerir más o menos pruebas; dichas pruebas pueden resultar de interés para un tipo de aceite e inservibles para otro. Las pruebas que se realicen pero que no sean requeridas elevarán innecesariamente los costos del análisis.

Cuadro 13. Pruebas de laboratorio para aceites usados.

Prueba	Método ASTM	Tipo de aceite					
		Reductores	Compresores		Motores a gasolina	Sistemas hidráulicos	Dieléctricos
			Aire	Refrigeración			
Viscosidad	D-287 D-445 D-567	X	X	X	X	X	X
Punto de inflamación	D-92				(1)		
Contenido de carbón	D-189	(2)			(2)		
Número de neutralización TAN	D-664 D-974	X	X	X		X	X
Número básico total TBN	D-664 D-2896				X		
Tensión superficial	D-971						X
Desemulsibilidad	D-1401 D-2711					(3)	(1)
Formación de espuma	D-892	(1)				(1)	
Agua y sedimentos	D-95 D-96	(3)	(3)			(3)	(3)
Corrosión al cobre	D-130	(4)	(4)			(4)	(4)
Herrumbre	D-665	(5)	(5)			(5)	(5)
Contenido de cenizas	D-482 D-874	(1)			X	(1)	
Rigidez dieléctrica	D-1816			X			X
Contenido de azufre	D-1266	(6)					
Contenido de:	D-808 D-1317	(6)					
Cloro		X	X	X	X	X	
Silicio					X		
Calcio					X		
Bario					X		
Magnesio					X		
Hierro		X	X	X	X	X	
Cromo					X		
Aluminio					X		
Estaño					X		
Cobre		(7)	(7)	(7)	X	(7)	X
Plata					(8)		
Plomo					X		
Vanadio					X		
Sodio					X		
Níquel					X		
Boro					X		

Pruebas de laboratorio para aceites usados, de acuerdo con el tipo de servicio.

En el cuadro 14. se muestran los valores máximos y mínimos permisibles para los diferentes ensayos de laboratorio bajo las normas ASTM.

A continuación se traerá a colación un ejemplo de como interpretar los resultados de una prueba de laboratorio. Los datos y valores iniciales son ficticios y solo se colocan para facilidad de entendimiento del procedimiento a seguir.

El motorreductor del tanque de mezcla del poliol N°1 ubicado en la planta de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA utiliza un aceite Spartan EP220 de la ESSO. Se decide hacerle un seguimiento con análisis de laboratorio para determinar la frecuencia con la cual se debe cambiar y la protección que este aceite está dando a los elementos lubricados. Se supone que ya se conocen las características inherentes a cada prueba bajo los estándares de la ASTM. Los equipos de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA trabajan durante 8 horas diarias.

Inicialmente se toman los siguiente datos:

- Nombre del aceite: Spartan EP220.

- Capacidad del motorreductor: 10 galones.

- Elementos lubricados: engranajes y cojinetes de babbit.

- Fecha de último cambio de aceite: 30 de noviembre de 1999

- Fecha de la toma de la muestra: 15 de febrero del 2000.

- Cantidad de aceite añadida desde que se cambio hasta la fecha cuando se tomo a la muestra: 1 galón.

- Temperatura de operación.

- Presencia de agua: no se sabe, pero el aceite muestra un color opaco.

- Olor: normal, no huele a quemado ni ácido.

Ahora bien, una vez anotadas estas características es necesario saber cual es la cantidad de aceite que se debe recoger para la muestra y esto le determina si el aceite contiene agua o no; para esto se hace la prueba de la plancha o del "chisporroteo". Si el aceite contiene agua, esta comenzará a pringar cuando se caliente el aceite

Cuadro 14. Parámetros de comparación para diversas pruebas de laboratorio

Ítem	Método ASTM	Evaluación del parámetro	Valor máximo o mínimo permisible		Posible causa	Observaciones
			Industrial	Automotor		
Viscosidad específica,	D-287	Alta Baja			Oxidado, contaminado con otro aceite de mayor viscosidad. Diluido, contaminado con agua	No es un parámetro fundamental para definir si un aceite está en buen estado, pero sirve para comprobar otras características tales como la viscosidad y el número de neutralización.
Índice de viscosidad a 40°C o Ssu/100 -	D-88 D-445	Alta Igual Baja	10% en sistemas hidráulicos y circulatorios; 25% en reductores, compresores de refrigeración.	40% de aumento en SSU/100°F 15% de disminución	Oxidado Contaminado con otros de mayor viscosidad. Contaminado con materiales sólidos. En buen estado, oxidado o diluido en la misma proporción. Diluido con gasolina o con gasoil	Es uno de los parámetros más importantes para determinar el estado del aceite.
Viscosidad (dinámica)	D-567	Alto Bajo			Oxidación, contaminación con otro aceite. Dilución, aditivos.	En aceites para transmisiones automáticas tipo ATF, es importante analizar esta propiedad porque permite evaluar la estabilidad de los aditivos mejoradores del IV.
Temperatura de inflamación,	D-92	Bajo	180°C min. en sistemas de transferencia de calor, 150°C min. En los demás tipos de aceites	180°C min. para motores diesel y a gasolina	Contaminado con otro de mayor viscosidad. Dilución por combustible, contaminado con un gas como el H ₂ S, propano, isobutano.	En equipos industriales, como compresores centrífugos que comprimen gases ricos en H ₂ S, propano e isobutano es importante realizar esta prueba.
Contenido de carbón,	D-189 D-524	Alto	Hasta 0.5% peso en los aceites para cilindros de compresores. Para otro tipo de aceites entre 0.1 y 0.9% peso			Para altas temperaturas se debe evitar el uso de aceites derivados del petróleo.
Resistencia dieléctrica,	D-877 D-1816	Baja	En aceites para transformadores y para compresores de refrigeración puede llegar hasta un valor mínimo de 24 KV.		Contaminación con agua.	Cuando llega a 18 KV, se puede reacondicionar el aceite o se puede pensar en cambiarlo si lleva mucho tiempo en servicio.
Estabilidad a la oxidación (hr/NN)	D-943	Baja	Por debajo de 1000 horas para un NN de 2.0		Inestabilidad de la base lubricante, bajo contenido de aditivos antioxidantes.	

de oxidación TAN, %/gr. ac.	D-664 D-974	Alto	Incremento de 0.7 en aceites con aditivos de EP; incrementos de 0.3 en aceites sin EP para reductores; incrementos de 0.3 en transformadores y compresores; incrementos de 0.5 en sistemas hidráulicos		Oxidado	Es uno de los factores más importantes porque indica el grado de oxidación del aceite usado. Sin embargo, no es definitivo en el cambio de aceite porque pueden haber
ácido TBN, %/gr. ac.	D-664 D-2896	Bajo		Diesel con combustible e con más de 0.5% de azufre.	Disminución de la reserva alcalina del aceite.	Es importante para evaluar la capacidad de detergentes – dispersantes de los aceites automotores.
superficial,	D-971	Baja	20 min. para aceites dieléctricos		Contaminación con agua y oxidación.	Permite saber hasta que punto se puede centrifugar el aceite para retirarlo el agua.
stabilidad, tiempo	D-1401	Alta	Se considera que el aceite tiene buena Desemulsibilidad si se separa totalmente en un minuto (40-40-0)1'	No se evalúa	Contaminación con excesiva cantidad de agua.	Permite chequear el contenido de aditivos antiemulsionantes que aún le quedan al aceite usado.
de la bomba a la ml/min.	D-892	Alta	Para sistemas hidráulicos 25% más. en otros equipos el fabricante lo especifica.	El fabricante del aceite lo especifica.	Bajo nivel, entrada de aire a la bomba, agua.	En aceites de circulación es importante que tengan baja tendencia a la formación de espuma.
aditivos, %	D-95 D-96	Alto	0.2% para cualquier tipo de aceite, excepto para los de transformador, que es de 0.005% y los de refrigeración que es de 0.0073%.			
al cobre	D-130	Alto	Hasta 3ª es tolerable la corrosión en un mecanismo donde hay cobre o bronce (metales blandos).		Oxidación y agua, contaminación con H ₂ S.	Cuando el aceite se ha contaminado con H ₂ S, muestra un elevado valor de corrosión, pero se puede restituir a su valor original por vacío.
	D-665	Pasa No pasa			Aceite contaminado con agua	Esta prueba es importante hacerla a los aceites contaminados con agua.
de cenizas,	D-482 D-874		0.1%	0.1%	En un aceite usado se puede incrementar por partículas metálicas de desgaste o por contaminantes del medio ambiente.	

y será fácilmente apreciable su presencia. Para lo que se persigue, se supondrá que si se percibió la presencia de agua en el aceite, por lo tanto, se requiere una muestra de aceite de 1litro, dado que se requiere realizar la prueba de herrumbre. Si no hubiese contenido agua, la muestra de aceite necesaria sería de 1/2 litro.

Ahora se debe especificar cuales son las pruebas de laboratorio a las que será sometida la muestra de aceite. Tomando como base la información suministrada por el cuadro 13. en cuanto a los análisis para aceites de reductores y teniendo en cuenta las observaciones echas al final de la misma, se concluye que las pruebas necesarias que se le deben aplicar a la muestra de aceite son:

- Viscosidad: cSt / 40°C y/o cSt / 100°C; método ASTM D-445.
- TAN: mgrKOH/gr.ac.usado; método ASTM D-664.
- % volumen de agua, debido a que el aceite contiene agua; método ASTM D-945.
- Desemulsibilidad, por la presencia de agua; método ASTM D-1401.

- Herrumbre, por el agua y porque los engranajes son de material ferroso; método ASTM D-130.

- Metales por absorción atómica (ppm):

Hierro: procedente de los engranajes.

Cobre: procedente de los cojinetes lisos.

Silicio: procedente del polvo del medio ambiente.

Ahora se supondrá que el resultado de los análisis del laboratorio fueron los siguientes:

Método ASTM	Ensayo	Resultado
D-445	Viscosidad cSt / 40°C	211.28
D-445	Viscosidad cSt / 100°C	11.40
D-664	TAN: mgrKOH/gr.ac.usado	1.02
D-95	Agua por destilación, %vol.	1.35
D-1401	Desemulsibilidad	(35 - 35 - 10) 20'
D-665	Herrumbre	No pasa
D-130	Corrosión 3h 100°C	3 ^a
Absorción atómica	Metales ppm:	
	Fe	35
	Cu	22
	Si	5

Para poder evaluar ahora los resultados obtenidos, es necesario considerar cuales son las propiedades fisicoquímicas del aceite nuevo, para este caso el Spartan EP220. Estas son las características de ese aceite:

Viscosidad cSt / 40°C	ASTM D-445	210
Viscosidad cSt / 100°C	ASTM D-445	17.8
TAN: mgrKOH/gr.ac.usado	ASTM D-664	0.45
Desemulsibilidad	ASTM D-1401	(40 - 40 - 0) 1'

Esta información se puede obtener del fabricante del aceite Spartan EP220 de la ESSO, si es el caso, que en realidad es lo más recomendable, efectuarle pruebas a una muestra de aceite nuevo. Por último se entrará a evaluar los resultados obtenidos en comparación a las características del aceite antes anotadas, esto se hará tomando como referencia el cuadro 14.

- Viscosidad: está dentro del rango permisible (+25%, -15%), tanto a 40°C como para 100°C para un aceite usado y dentro del rango de grado ISO 220, de $\pm 10\%$ (198 - 242) cSt / 4°C.
- TAN: este valor en el aceite nuevo se puede considerar alto, debido a la presencia de los aditivos que posee para dar las características de extrema presión. El valor máximo permisible para este aceite será de $0.45 + 0.7 = 1.15$ mgrKOH / gr.ac.usado, mientras que el resultado arrojado por la prueba de laboratorio fue de 1.02 mgrKOH / gr.ac.usado; sin embargo, por no alcanzar aun el grado de oxidación, se podría seguir utilizando por lo menos

durante un mes más. Esta estimación del tiempo es netamente subjetiva y requiere de la experiencia para emitirla; para el caso en cuestión, dado la diferencia entre los valores nominales y experimentales se pudo estimar ese tiempo prudencial, dejando en claro que estas características no varían directamente proporcional, puesto que si se realizara la estimación de esa manera el tiempo que duraría para alcanzar el valor máximo permisible sería de aproximadamente ochenta y cinco días, con lo cual si se compara con el tiempo estimado de un mes como mínimo, se estarían desperdiciando aproximadamente diez días de vida útil del aceite, basándose por supuesto solo en este análisis.

- % de agua: el contenido arrojado por la muestra fue de 1.35 % vol., lo cual supera el valor máximo permisible que es de 0.2 %, lo que me representa una diferencia porcentual del 575 % por encima del valor permisible, lo que indudablemente es altamente perjudicial. Este punto negativo podría contrarrestarse fácilmente si el agua que está contenida en el aceite pudiese ser extractada por algún medio de filtración. En caso que no pueda realizarse dicha extracción de agua, el aceite debe cambiarse de inmediato.
- Desemulsibilidad: la muestra de aceite analizada no pasó esta prueba, dado que debía alcanzar el valor de (40 - 40 - 0) en un

minuto y solo llegó a (35 - 35 - 0) en veinte minutos. Por lo tanto, es necesario cambiarlo pues de lo contrario se producen emulsiones, lodos, etc., que traen consigo desgaste al interior del mecanismo.

- Herrumbre: el aceite no pasó esta prueba, juicio que fue emitido directamente por el laboratorio; por ello debe ser cambiado inmediatamente, para evitar que la corrosión afecte los cojinetes de babbit.
- Contenido de metales: para evaluar este parámetro de análisis, es necesario contar con la tendencia al desgaste que tienen los engranajes y rodamiento. Puesto que dicha información no se tiene a la mano, se pueden sacar las siguientes conclusiones:
 - Fe: 35 ppm, lo cual está dentro del rango normal, tomando como dato permisible un valor representativo de este material para este tipo de sistemas alrededor de las 50 ppm.
 - Cu: 22 ppm, está en el límite del rango normal, tomando este un valor aproximado de 20 ppm.

- Si: 5 ppm, lo cual indica que está bajo respecto a su valor aproximado de 19% lo cual indica que no hay problemas de entrada de polvo al motorreductor.

Tomando en cuenta que de las pruebas hechas al aceite, cuatro de ellas sugieren que el aceite se cambie, sobre todo que en algunas se ha sobrepasado por mucho los valores permisibles; mientras que solo tres sugieren que el aceite siga en operación, con lo que se llega a la conclusión que el aceite debe ser cambiado de manera inmediata y de aquí se saca igualmente que una frecuencia básica de cambio, si se mantienen las mismas condiciones de trabajo, sería de 75 días aproximadamente, dado la diferencia entre la fecha del último cambio y la fecha de toma de la muestra, la cual demora en promedio unas 48 horas para ser emitidos los resultados por parte de los laboratorios prestadores del servicio.

Después de realizar este minucioso procedimiento para analizar si es necesario o no cambiar el aceite, es el momento de mirar cuales son las medidas que se deben tomar con el objetivo de controlar la presencia de agua en el motorreductor. De ser posible dicho control, la frecuencia de cambio podría estar alrededor de unos 90 días, ya teniendo en cuenta aquí los otros resultados del análisis, para este caso el factor limitante sería la oxidación (TAN).

En cuanto a la cantidad de aceite añadida (1 galón de aceite Spartan EP220) al motorreductor en 75 días es alta, dado que esta cantidad se agrega cuando han transcurrido 182 días, según la experiencia acumulada en el campo de la lubricación por ingenieros y técnicos del área. Esto puede ser consecuencia del funcionamiento del motorreductor a 70 °C.

De esta manera se realizan los análisis de los aceites y como se pudo notar requiere de conocimientos en el campo de la lubricación para llegar a tomar la decisión más acertada, con los beneficios que dicha decisión trae a la empresa en general y al analista en particular.

11. EL MANEJO DE LOS ACEITES USADOS DENTRO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Dentro del marco tecnológico presentado en Colombia, el cual presenta un avance significativo, se ha generado una concientización en los industriales y empresarios de la importancia del manejo de los recursos naturales y del impacto que sus procesos puedan tener sobre los mismos. Una parte importante de dichos procesos la constituye básicamente la gestión de mantenimiento en la industria, en la cual el tratamiento dado a los residuos de los aceites ya utilizados son un factor relevante, dado que un manejo deficiente de los mismos acarrea considerables daños ecológicos.

Es cierto que se ha creado una cultura ecológica en el industrial colombiano, pero también es cierto que muchos de estos industriales a nivel tanto macro como micro, no tienen conocimiento de las herramientas disponibles para afrontar adecuadamente esta problemática.

Es así como se han emitido una serie de normas que delimitan y trazan parámetros para el tratamiento adecuado de dichos residuos no degradables, pero no se indican cuales son los procedimientos que se deben seguir para cumplirlas.

Por ello el industrial colombiano se encuentra con el dilema de tener que cumplir la norma, pero sin saber como hacerlo.

Por todo lo anteriormente expuesto, los autores presentan de manera sintetizada, parte de los resultados en las investigaciones realizadas por Diana Valdés y Germán Gutiérrez ² en cuanto a las pautas básicas a considerar en el manejo de los aceites usados en la industria y sus implicaciones de tipo legal, así como de alternativas para disponer de él una vez regenerado al igual que los procedimientos utilizados internacionalmente; Se plantearán cada uno de dichas alternativas y al final basándose en las condiciones reales de funcionamiento de la empresa HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA en la cual se piensa implementar dicha técnica, se recomendaran las que sean aplicables al caso particular de la empresa en cuestión.

La falta de conocimientos de las alternativas y de la normatividad que regula la manipulación de estos desechos, hace que el industrial colombiano no sepa que debe hacer con ellos y en algunos casos les dé una inadecuada disposición final, permitiendo así que el problema ambiental se agrave en la mayoría de los casos.

Algunos de los procedimientos que se realizan actualmente en diversas industrias con estos aceites son:

- Arrojarlos a las cañerías después de un cambio de aceite, como se realiza en algunos talleres automotores.
- Quemarlos en los hornos de fábrica de ladrillos.
- Realizar una mezcla con el combustible para la quema en calderas y hornos para reducir el consumo de combustible.
- Arrojarlos en la tierra, para que no se presenten partículas de polvo en el aire.
- Mezclarlos en la producción de cemento para mejorar las condiciones de trabajo de dicho elemento.

Algunos de los procedimientos utilizados en este momento para el desecho de los aceites usados no son los más adecuados para la preservación de los recursos naturales ni mucho menos para la búsqueda de un desarrollo sostenible, entendiéndose por este el desarrollo que atiende las necesidades del presente, sin comprometer la habilidad o progreso de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades.

11.1 ASPECTOS NORMATIVOS LEGALES ACERCA DEL TRATAMIENTO O MANEJO DE LOS ACEITES USADOS

Cuando se piensa realizar una sugerencia o proposición acerca de una solución en particular, es necesario saber con antelación cuales son los parámetros establecidos por las autoridades encargadas de legislar el manejo de estos desechos industriales.

En el ámbito de nuestro país Colombia, el Ministerio Del Medio Ambiente MINAMBIENTE es la entidad encargada de llevar el control de estas actividades; además del MINAMBIENTE, existe en el país el Departamento Técnico Administrativo Del Medio Ambiente DAMA, el cual actúa de manera conjunta con el Ministerio pero este maneja solamente el perímetro urbano del Distrito Capital de Santa fe de Bogotá; de todas maneras se expondrán a continuación los aspectos de tipo legal que manejan cada una de estas entidades.

11.1.1 Normas establecidas por el MINAMBIENTE.

- ◆ Vertimientos. En el decreto 1594 del 26 de junio de 1984, se reglamenta el uso del agua y residuos líquidos. Definen que sustancias son de interés sanitario partiendo de su base química, que en el caso del aceite es de tener en cuenta los hidrocarburos aromáticos polinucleares, bencenos, naftalinas, entre otros. Sé prohíbe todo vertimiento de residuos líquidos a las calles,

canales o cualquier sistema de alcantarillado. Todo vertimiento a un cuerpo de agua o alcantarillado, debe cumplir por lo menos con las siguientes normas:

- Ph entre 5 y 9 unidades.
- Temperatura menor a 40 °C.
- Material flotante ausente.
- Remoción de grasas o aceites mayor al 80%.

Para este ítem, el MINAMBIENTE determina que los usuarios que exploren, exploten, manufacturen, refinan, transformen, procesen, transporten o almacenen hidrocarburos o sustancias nocivas para la salud y para los residuos hidrobiológicos, deberán estar provistos de un plan de contingencia para la prevención y control de derrames. Este también aclara que las personas naturales o jurídicas que recolecten, transporten y dispongan de residuos líquidos provenientes de terceros, además de cumplir con las normas del presente decreto, la responsabilidad acerca del manejo de estos residuos es compartida con el generador de los mismos. El uso directo o indirecto de fuentes de agua para introducir o arrojar en ellas desechos o sustancias nocivas que sean el resultado

de actividades lucrativas, se someterán al pago de tasas retribuidas por el servicio de eliminación o control, consecuentes de las actividades nocivas señaladas.

- ◆ Desechos a tierra. El control de desecho en tierra se realiza a través de la gestión de manejo de residuos sólidos. Los aceites usados son clasificados como residuos sólidos de tipo industrial en la sección de “Aceites, Alquitranes, Asfaltos”, dándoles características genéricas de peso y humedad. Sé prohíbe la disposición o abandono de residuos a cielo abierto, en vías o áreas públicas, en lotes de terreno y en los cuerpos de agua superficiales o subterráneos.

11.1.2 Normas establecidas por el DAMA.

- ◆ Vertimientos: En la resolución 1074 del 28 de Octubre de 1997 el DAMA establece estándares ambientales en materia de vertimientos, indicando que elementos, en que condiciones y en que cantidades pueden ser arrojados a la red de alcantarillado y/o cuerpo de agua localizado en el área de su jurisdicción. Quien efectúe estos vertimientos debe realizar un registro de los mismos y contar con los permisos expedidos por el DAMA el cual tiene una vigencia de cinco años. La concentración máxima permisible para verter en el caso de grasas y aceites es de 100 miligramos / litro de agua que aproximadamente es como mezclar un galón de aceite en diez mil galones de

agua. Si se incumplen estos estándares, se impondrán medidas preventivas y sancionarias a las que hace referencia el artículo 85 de la ley 99 de 1993.

11.2 ALTERNATIVAS PARA LA DISPOSICIÓN DE LOS ACEITES USADOS

Luego de mirar el manejo que debe dárseles a los aceites usados en la industria, así como los límites y alternativas respecto a su manejo dispuestos en la legislación colombiana, se plantean varias alternativas donde se verá que algunas no son aplicables a HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, debido simplemente a que la cantidad de aceite usado generado anualmente, representa un porcentaje muy bajo con respecto a otras empresas de mayor envergadura y que los hacen imprácticos y antieconómicos; pero es cierto también que estas alternativas planteadas pueden tener trascendencia en otras empresas y sabiendo estas que pueden hacer a su caso en particular, pueden contribuir al sostenimiento del medio ambiente.

Dentro de las diversas alternativas presentadas a continuación no existe una sola solución ideal, porque esto depende del beneficio que se quiera obtener y desde que perspectiva se mire, dado que existen varios aspectos a tener en consideración al momento de implementar

alguna de estas alternativas, entre los cuales podemos citar: el impacto ambiental, el tipo de industria y los volúmenes de aceite que se manejen, el grado de contaminación del aceite, la vida útil del aceite, el origen del aceite, el costo de la técnica a implementar respecto al beneficio, la normatividad y la logística de su manejo. Por todo esto, es factible pensar que es posible el desarrollo de soluciones simultáneas, ya que no son mutuamente excluyentes y se pueden lograr mejores resultados si se tienen en cuenta todos los aspectos que involucra esta problemática.

11.2.1 Uso de los aceites usados como combustible en hornos para fabricación de cementos. El quemar los aceites usados como combustibles en hornos cementeros, ha sido una recomendación dada por los proveedores de lubricantes, quienes tenían referencia de que éste manejo se le daba en otros países, como es el caso de México. La potencia térmica de un horno para la fabricación de cemento es alrededor de 140 MW, siendo superior a la de la restricción de 10 MW, lo que permite quemar el aceite usado solo o en cualquier proporción con otro combustible. Para comenzar con el proceso de sustitución del carbón por el aceite usado, se recomienda reemplazar el 5% del carbón; en promedio se necesita 1 kg de éste para fabricar 10 kg de clínker. El poder calorífico superior de un aceite usado es aproximadamente 45 MJ / kg, y el del carbón es de 27 MJ / kg. El volumen de aceite que se consumiría diariamente, si en promedio se fabrican

3300 toneladas de clínker, sería de 3000 galones de aceite usado. Esta cantidad de aceite usado es bastante grande, una sola fábrica de cementos podría recibir todos los desechos lubricantes de la región donde se encuentre ubicada, para el caso de Cartagena sería la fábrica COLCLINKER, y difícilmente recaudaría los 1.100.000 galones aproximadamente que necesitaría para trabajar durante un año. Uno de los aspectos a considerar en esta alternativa, es el de la logística de la recolección del aceite, dado que se debe establecer un sistema de acopio, fijar las cantidades representativas que se deben acumular, acordar los precios de compra del aceite usado en conjunto con los de flete de transporte. Como puede apreciarse a simple vista, esta alternativa sería inaplicable a HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, dado el tamaño de la misma y la poca generación de aceites usados que estaría generando con la frecuencia de cambio que se estipularon para este programa de mantenimiento.

11.2.2 Regeneración de los aceites usados. Se aplica a los aceites contaminados que ya no tienen ninguna vida útil, con el fin de obtener nuevamente una base lubricante, ya sea para una utilización secundaria o para ser empleada como un aceite igual al original, luego de añadirle los aditivos necesarios. De una tonelada de petróleo crudo se obtiene aproximadamente 0.2 toneladas de base lubricante, mientras que con igual cantidad de aceite usado se puede obtener entre 0.6 y 0.8 toneladas de esta materia prima y con una mejor calidad. Existen empresas a escala nacional, que refinan el aceite usado, dos están situadas en la ciudad de

Cartagena (Regenerativos Ltda y Bitumen de Colombia), otra en Medellín (Lubriequipos Ltda) y una en Sana fe de Bogotá (Transequipos Ltda), entre otras. Esta podría ser una posible alternativa para aplicar en HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, todo depende de lo que las directivas de la empresa manejen.

11.2.3 Quema del aceite en calderas. Esta alternativa se presentó a los autores de este trabajo directamente, cuando se finalizaba esta investigación. Esta alternativa contempla la posibilidad de mandar todos los residuos de los aceites y grasa usados a la Refinería de Ecopetrol de la ciudad de Cartagena de Indias, donde dicho aceite es quemado en calderas. La información que se tiene de esta alternativa es poca debido a que fue abordada en las postrimerías de este trabajo. De todas maneras, las directivas de HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA podrán estudiar esta y el resto de alternativas y tomar la elección de cual le representa mayor beneficio, claro está que los autores de este trabajo recomiendan solo mirar las dos últimas alternativas puesto que se amoldan más fácilmente a la infraestructura misma de HUNTSMAN ICI COLOMBIA.

12. EL MANTENIMIENTO APOYADO EN LOS PROGRAMAS SISTEMATIZADOS

Dentro de una empresa, para el caso particular HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA, la Gestión De Mantenimiento debe estar basada en una buena planificación la cual puede ser realizada manualmente o bien mediante la ayuda de sistemas computarizados.

El vertiginoso crecimiento en el aspecto tecnológico, el cual implica la reducción de costos de software y microcomputadores, han permitido una mejora en la base económica para su instalación y puesta en marcha en las organizaciones de Mantenimiento moderno.

12.1 REQUERIMIENTOS DE UN SISTEMA DE INFORMACION PARA MANTENIMIENTO

Una vez completado el diseño conceptual, como se ha hecho a lo largo del presente trabajo, se está en condiciones de definir los requerimientos del sistema como se presenta a continuación.

- ◆ Equipos. El sistema debe poseer la capacidad para almacenar y mantener la información de los equipos cobijados dentro del programa de mantenimiento.
- ◆ Actividades básicas para la generación de planes de trabajo. Es importante que el sistema posea la capacidad para mantener la información que hace referencia a los procedimientos que se aplican a los diversos equipos.
- ◆ Hojas de vida para la información histórica de los equipos. Toda actividad realizada en un equipo debe ser almacenada para su posterior revisión.
- ◆ Planificación y programación de órdenes de trabajo a partir de solicitudes previamente diligenciadas.
- ◆ Información de costos. El sistema debe estar dotado de la capacidad de valorizar los recursos planificados de una orden de trabajo.

Al momento de la empresa decidir si toma la opción de adquirir un software comprado o diseñado de manera interna, se debe concientizar al personal que es inútil gastar tiempo buscando el software que cubra todas las necesidades, el cual probablemente no existe y es casi seguro que no habrá tiempo ni recursos para elaborarlos desde un inicio o modificarlos para que haga todo lo requerido, dado

que algo que fue requerido en un momento dado, perfectamente puede ser innecesario u obsoleto posteriormente.

12.2 CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL SISTEMA A DESAROLLAR

Un sistema se debe basar en un modelo flexible, el cual posea como características generales las siguientes:

- Ser fácil de instalar.
- Tener una clave de seguridad.
- Estar diseñado por módulos para su facilidad de manejo.
- Manejarse por menús.
- No requerir un hardware sofisticado.

Dentro de la información manejada por módulos se ha desarrollado el software de mantenimiento preventivo / predictivo PROMAPP, el cual ha sido estructurado de manera cuidadosa para cumplir con los parámetros anteriormente estipulados.

Dentro de los módulos del software se encuentran los siguientes:

12.2.1 Solicitudes de servicios y órdenes de trabajo.

- El sistema genera órdenes de trabajo.
- El sistema provee la facilidad de modificar la información de las solicitudes de trabajo.
- Las ordenes de trabajo permiten dos estados: aprobada y no aprobada.
- El sistema valida los datos a medida que ingresan para poder garantizar su veracidad.

12.2.2 Mantenimiento sistemático.

- El sistema permite mantener un archivo de las actividades a realizar a los equipos, con una descripción detallada de las tareas a ser ejecutadas en cada actividad.
- El sistema permite modificar la información concerniente a las actividades.

- El sistema permite modificar el plan de trabajo con opciones tales como: cambio de frecuencias de intervención, nueva generación del plan y nuevos equipos.

12.2.3 Registro de equipo.

- El sistema permite almacenar en un registro toda la información del equipo.
- El sistema suministra información acerca de las actividades que se le han realizado, es decir la hoja de vida del equipo.
- El sistema permite verificar los repuestos instalados en la planta.

12.2.4 Almacén de repuestos.

- El sistema permite por medio de códigos clasificar los repuestos.
- El sistema maneja un inventario permanente.
- El sistema muestra cantidades como puntos mínimos, entradas, salidas y consumos promedios mensuales.

12.2.5 Mano de obra.

- El sistema permite llevar un registro de los empleados de la organización asociados a la labor de mantenimiento.
- Cada uno de los empleados debe y puede tener asignado un oficio en el cual se desempeña.
- El sistema permite acceder y consultar toda la información referente a la mano de obra que realiza labores dentro de la Gestión De Mantenimiento.

En este software de mantenimiento se maneja de manera especial un módulo para la información referente al análisis de aceites. Este módulo está estructurado de tal manera que puede ser consultado o modificado al igual que el resto del programa tanto por funcionarios de la empresa como por operarios de la misma. Esto se desarrolló con el fin de tener de manera rápida acceso a la información requerida.

Al igual que el resto de la investigación realizada, el diseño del software se basó en la aplicación del mantenimiento a la pequeña empresa.

13. CONCLUSIONES

Para que una organización pueda ser altamente productiva en el entorno actual, debe casi obligatoriamente desarrollar su propio sistema de aseguramiento de calidad que cubra todas aquellas actividades tanto internas como externas que involucren o afecten la calidad del producto final. Esto no solo debe cobijar las metodologías empleadas en la generación del producto, sino, los recursos físicos con que cuenta para desarrollarlos.

La gestión de mantenimiento constituye hoy en día un valioso recurso tanto técnico como administrativo para la empresa de hoy, pues no solo busca el bienestar físico de los equipos, sino que pretende optimizar la eficiencia de los procesos donde estos intervienen para lograr conseguir ventajas competitivas para las organizaciones.

Llevar a cabo la gestión de mantenimiento exige responsabilidad y conocimiento al respecto, y es de esto que depende el éxito que esta tenga, por que el modelo que aplica una organización por muy eficiente que sea, puede no ser el indicado para otra, aún de las mismas características.

BIBLIOGRAFÍA

ALBARRACÍN AGUILLÓN, Pedro Ramón. Tribología y Lubricación Industrial y Automotriz. Bucaramanga. Ed. Litochoa. 2ª edición. 1993.

BENITEZ, Luis E. Gestión productiva en la tribología. En: CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA. (1999. Santa fe de Bogotá). Ponencia del 1^{er}. Congreso Nacional De Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional. Tomo I. Santa fe de Bogotá: ICFES, 1999. 383 p.

BENITEZ, Luis E. Aplicación gerencial del Mantenimiento Productivo Total. En: _____. Tomo II. Santa fe de Bogotá: ICFES, 1999. 387 p.

BERNHARDT, Anne. Lubricantes: teoría general y práctica. En: C, Robert y O, James. Manual de Mantenimiento Industrial. Tomo V. México. Ed. Mc. Graw Hill. 1987, p 17.3 - 17.32.

GUTIERREZ MÉDICIS, Germán y VALDÉS SÁNCHEZ, Diana Esther. Manejo de aceites usados. En: CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA. (1999. Santa fe de Bogotá). Ponencia del 1^{er}. Congreso Nacional De Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional. Tomo II. Santa fe de Bogotá: ICFES, 1999. 387 p.

LOPEZ, Diego F. y SANTACRUZ, Hugo M. El Mantenimiento Industrial basado en lineamientos ISO 9000. En: CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA. (1999. Santa fe de Bogotá). Ponencia del 1^{er}. Congreso Nacional De Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional. Santa fe de Bogotá: ICFES, 1999. 383 p.

PEREZ JARAMILLO, Carlos Mario. El futuro del Mantenimiento de la Ingeniería de Manufactura. En: CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA. (1999; santa fe de Bogotá). Ponencia del 1^{er}. Congreso Nacional De Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional. Tomo II. Santa fe de Bogotá: ICFES, 1999. 387 p.

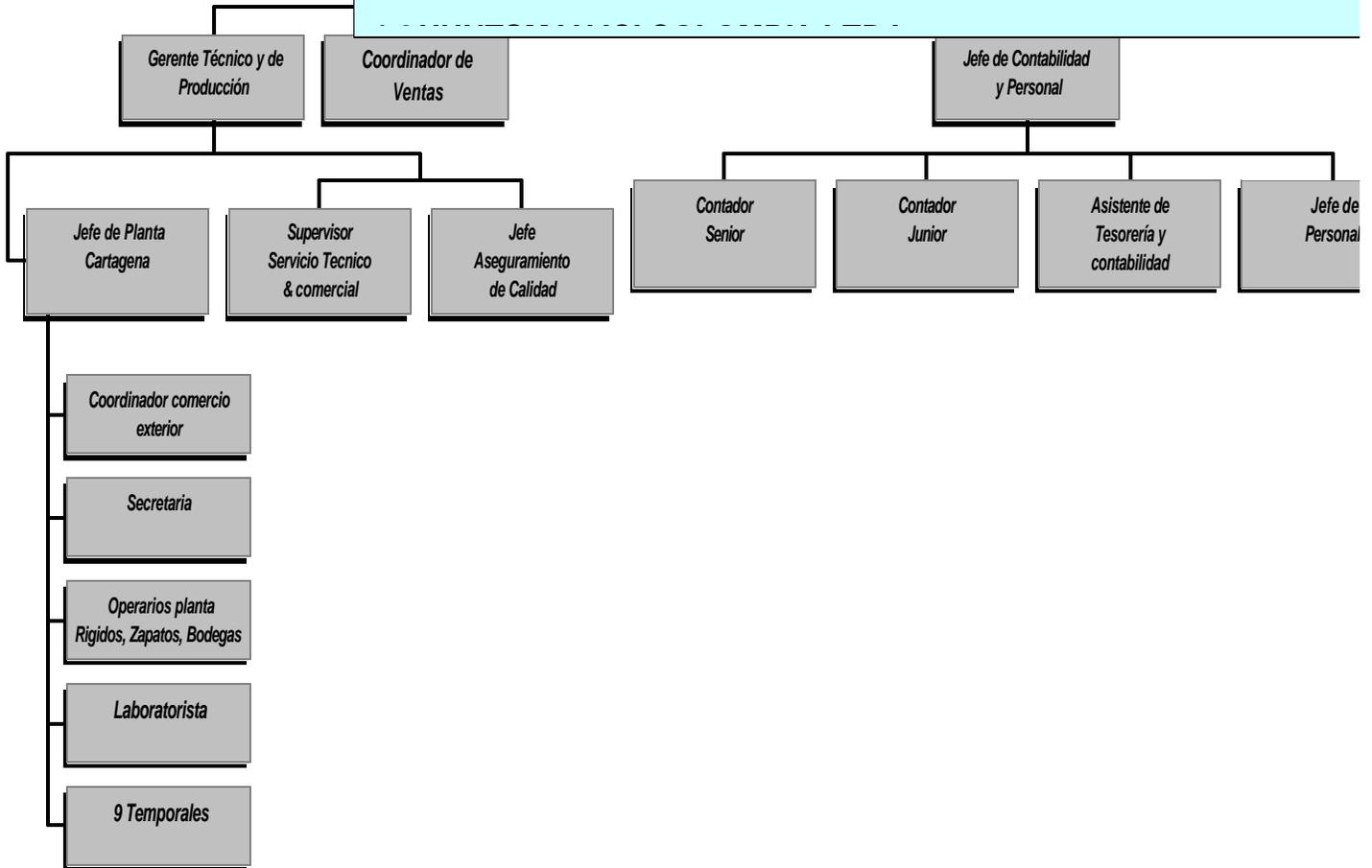
HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	238 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

PEREZ JARAMILLO, Carlos Mario. Gerencia del Mantenimiento y sistemas de información. Memorias para cursos dictados con la Asociación De Ingenieros Mecánicos y Universidad Pontificia Bolivariana. 387 p.

WESTERKAMP, Thomas A. Medición de las actividades de Mantenimiento. En: HODSON, William K. Maynard manual del Ingeniero Industrial. México. Ed. Mc. Graw Hill. 1995, p 5.99 - 5.126.

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	239 de 4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

1.1.1.1.1 ORGANIGRAMA



13.1.1.1.1 ORGANIGRAMA PROUESTO

**ORGANIGRAMA
HUNTSMAN ICI COLOMBIA LTDA**

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	242 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	244 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	245 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	247 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

R = REEMPLAZAR T

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	248 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	249 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			



CENTRO DE COSTOS: 04. SISTEMAS DE REFRIGERACION

PROGRAMAS MARCO DE PMP

Aislamiento térmico	Ajustes civiles	Calibraciones y ajustes de instrumentos	Calibraciones y ajustes de metalistería	Calibraciones y ajustes de eléctricos	Calibraciones y ajustes de mecánicos	Cambio de partes civiles	Cambio de partes de instrumentos	Cambio de partes de metalistería	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	#

No.	COD.	DESCRIPCION
1	ESR	SHEELER DE REFRIGERACION
2	CRA	COMPRESOR REFRIG NO SELLADO
3	CRS	COMPRESOR REFRIG SELLADO
4	UCR	UNIDADES CONDENSADORAS
5	UER	UNIDADES EVAPORADORAS
6	BCE	BOMBAS CENTRIFUGAS ELECTRICAS
7	ECR	CUARTO DE REFRIGERACION
8	IMP	INTERRUPTRES MARCHA PARO
9	MEA	MOTORES ELECTRICOS ASIINCORNOS
10	VAA	VENTILADORES AXIALES
11	TAP	TUBERIAS DE AGUA POTABLE
12	TSP	SOPORTES DE TUBERIAS
13	TBA	BASES Y ANCLAJES DE EQUIPOS
14		
15		

T			T					T	
					M				
					M				
			T					T	
			T					T	
T			T					T	
									E
				E					E
			T					T	
T								T	
								T	
								T	

I = INSPECCIONAR, CORREGIR O NECESARIO
 A = AJUSTAR C = LIMPIAR

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	250 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

R = REEMPLAZAR T

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	251 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	252 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			



CENTRO DE COSTOS: 04. SISTEMAS DE REFRIGERACION

PROGRAMAS MARCO DE PMP

Aislamiento térmico	Ajustes civiles	Calibraciones y ajustes de instrumentos	Calibraciones y ajustes de metalistería	Calibraciones y ajustes de eléctricos	Calibraciones y ajustes de mecánicos	Cambio de partes civiles	Cambio de partes de instrumentos	Cambio de partes de metalistería	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	#

No.	COD.	DESCRIPCION
1	ESR	SHEELER DE REFRIGERACION
2	CRA	COMPRESOR REFRIG NO SELLADO
3	CRS	COMPRESOR REFRIG SELLADO
4	UCR	UNIDADES CONDENSADORAS
5	UER	UNIDADES EVAPORADORAS
6	BCE	BOMBAS CENTRIFUGAS ELECTRICAS
7	ECR	CUARTO DE REFRIGERACION
8	IMP	INTERRUPTRES MARCHA PARO
9	MEA	MOTORES ELECTRICOS ASIINCRONOS
10	VAA	VENTILADORES AXIALES
11	TAP	TUBERIAS DE AGUA POTABLE
12	TSP	SOPORTES DE TUBERIAS
13	TBA	BASES Y ANCLAJES DE EQUIPOS
14		
15		

T			T					T	
					M				
					M				
			T					T	
			T					T	
T			T					T	
									E
				E					E
			T					T	
T								T	
								T	
								T	

I = INSPECCIONAR, CORREGIR O NECESARIO
A = AJUSTAR C = LIMPIAR

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	253 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

R = REEMPLAZAR T

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	254 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	255 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			



CENTRO DE COSTOS	06.	SISTEMAS DE DISTRIBUCION ELECTRICA
------------------	-----	------------------------------------

PROGRAMAS MARCO DE PMP

Aislamiento térmico	Ajustes civiles	Calibraciones y ajustes de instrumentos	Calibraciones y ajustes de metalistería	Calibraciones y ajustes de eléctricos	Calibraciones y ajustes de mecánicos	Cambio de partes civiles	Cambio de partes de instrumentos	Cambio de partes de metalistería	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	#

No.	COD.	DESCRIPCION
1	TDI	TABLEROS DE DISTRIBUCION
2	BRK	BREAKERS
3	UPS	UPS
4	TCO	TUBERIA CONDUIT
5	TSP	SOPORTES DE TUBERIAS
6	RCE	REDES DE CABLES ELECTRICOS
7	TCA	TOMAS DE CORRIENTE ALTERNA
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

								T	
									E
				E					E
								T	
								T	
									E
									E

I = INSPECCIONAR, CORREGIR O NECESARIO
 A = AJUSTAR C = LIMPIAR
 R = REEMPLAZAR 1

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	256 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	257 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	259 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

R = REEMPLAZAR T

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	260 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	261 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			



CENTRO DE COSTOS: 08. SISTEMAS DE PROCESOS DE MEZCLA

PROGRAMAS MARCO DE PMP

No.	COD.	DESCRIPCION
1	TMR	TANQUES DE MEZCLA DE PRODUCTO
2	TMA	TANQUES DE MEZCLA DE ADITIVOS
3	AHE	AGITADORES DE HELICE ELECTRICOS
4	MEA	MOTORES ELECTRICOS ASINCRONOS
5	TMP	TUBERIAS MATERIA PRIMA/ PROD
6	RVE	REDUCTORES VELOCIDAD ENGRANES
7	VAP	VALVULAS DE ALIVIO DE PRESION
8	VMP	VALVULAS MANUALES
9	IMP	INTERRUPTORES DE MARCHA PARO
10	TBA	BASES Y ANCLAJES DE EQUIPOS
11	TSP	SOPORTES DE TUBERIAS
12		
13		
14		
15		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	#
Aislamiento térmico	Ajustes civiles	Calibraciones y ajustes de instrumentos	Calibraciones y ajustes de metalistería	Calibraciones y ajustes de eléctricos	Calibraciones y ajustes de mecánicos	Cambio de partes civiles	Cambio de partes de instrumentos	Cambio de partes de metalistería	

T			T					T	
			T					T	
			T					T	
				E				E	
			T					T	
					M				
					M				
					M				
								E	
			T					T	
								T	

I = INSPECCIONAR, CORREGIR O NECESARIO
A = AJUSTAR C = LIMPIAR

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	262 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

R = REEMPLAZAR T

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	263 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	264 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			



CENTRO DE COSTOS: 09. SISTEMAS DE CONTROL E INSTRUMENTACION D

PROGRAMAS MARCO DE PMP

No.	COD.	DESCRIPCION
1	CEC	CONTROLADORES ELECTRONICOS
2	VVE	VARIADORES ELECTRON VELOCIDAD
3	VNP	VALVULAS NEUMATICAS DE PASO
4	VEN	VALVULAS ELECTRICAS DE PASO
5	VSP	VALVULAS DE SOLENOIDE DE PASO
6	CLN	CILINDROS NEUMATICOS
7	IMP	INTERRUPTORES DE MARCHA PARO
8	IBE	BASCULAS ELECTRONICAS
9	TBA	BASES Y ANCLAJES DE EQUIPOS
10	IVE	VOLTIMETROS
11	IAE	AMPERIMETROS
12	IFE	FRECUENCIMETROS
13	ICE	COSENOFIMETROS
14	IMT	MEDIDORES DE TEMPERATURA
15	IMP	MEDIDORES DE PRESION
16	RCE	REDES DE CABLES ELECTRICOS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	#
Aislamiento térmico	Ajustes civiles	Calibraciones y ajustes de instrumentos	Calibraciones y ajustes de metalistería	Calibraciones y ajustes de eléctricos	Calibraciones y ajustes de mecánicos	Cambio de partes civiles	Cambio de partes de instrumentos	Cambio de partes de metalistería	

		I		E			I		E
		I		E			I		E
					M				
				E					E
				E					E
					M				
									E
		I		E					
			T					T	
		I					I		
		I					I		
		I					I		
		I					I		
		I					I		
									E

I = INSPECCIONAR, CORREGIR O NECESARIO

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	265 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

A = AJUSTAR C = LIMPIAR
R = REEMPLAZAR T

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	266 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	267 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			



CENTRO DE COSTOS: 10. SISTEMA AUTOMOTOR

PROGRAMAS MARCO DE PMP

Aislamiento térmico	Ajustes civiles	Calibraciones y ajustes de instrumentos	Calibraciones y ajustes de metalistería	Calibraciones y ajustes de eléctricos	Calibraciones y ajustes de mecánicos	Cambio de partes civiles	Cambio de partes de instrumentos	Cambio de partes de metalistería	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	#

No.	COD.	DESCRIPCION
1	ECG	MONTACARGAS GAS/GASOLINA
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

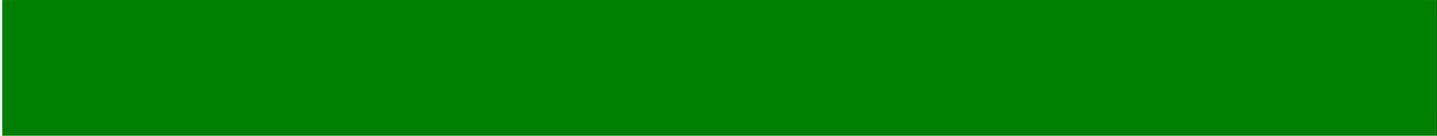
			T		M		I	T	

I = INSPECCIONAR, CORREGIR O NECESARIO
 A = AJUSTAR C = LIMPIAR
 R = REEMPLAZAR T

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	268 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	269 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	270 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			



CENTRO DE COSTOS: 11. SISTEMA GENERAL DE PLANTA

PROGRAMAS MARCO DE PMP

Aislamiento térmico	Ajustes civiles	Calibraciones y ajustes de instrumentos	Calibraciones y ajustes de metalistería	Calibraciones y ajustes de eléctricos	Calibraciones y ajustes de mecánicos	Cambio de partes civiles	Cambio de partes de instrumentos	Cambio de partes de metalistería	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	#

No.	COD.	DESCRIPCION
1	EMS	ESTRUCTURAS METALICAS SOPORTE
2	MRC	MOTORREDUCTORES DE CADENA
3	IMP	INTERRUPTORES MARCHA PARO
4	IAE	INTERRUPTORES ALUMBRADO ELECT
5	TBA	BASES Y ANCLAJES DE EQUIPOS
6	TPP	PUERTAS METALICAS PRINCIPALES
7	TCI	TOMAS CONTRA INCENDIO
8	MEA	MOTORES ELECTRICOS ASINCRONOS
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

			T					T	
					M				
									E
									E
			T					T	
			T					T	
			T					T	
				E					E

I = INSPECCIONAR, CORREGIR O NECESARIO
 A = AJUSTAR C = LIMPIAR

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	271 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

R = REEMPLAZAR T

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	272 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

 HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	274 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

SOLICITUD / ORDEN DE TRABAJO

NUMERO				14.1.1 SECUENCIA	14.1.2 ECHA	14.1.3 HORA	14.1.4 CODIGO EQUIPO				
Solicitud		Orden									
14.1.6 CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDAD				14.2 SOLICITUD			14.2.1.1 FECHA DE LA ORDEN				
Inspección					Iniciación			CENTRO DE COSTO DEL EQUIPO			
Reparación					Finalización			FECHA MAXIMA DE ENTREGA			
Cambio					Tiempo de ejecución		Hrs.	14.2.2 PRIORIDAD			
Instalación					Tiempo de paro		Hrs.	Urgente <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/>			
14.2.2.1.1 TIPO DE ACTIVIDAD A REALIZAR											
14.2.2.1.2 Eléctrico			14.2.2.1.3 Mecánico			Lubricación			14.2.2.1.4 Montajes		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO											
<hr/> <hr/> <hr/>											
14.2.3 REALIZACIÓN DEL TRABAJO				14.2.4 SOLICITADO POR		14.2.5 EJECUTANTE AUTORIZADO			14.2.6 AUTOR		
Interno <input type="checkbox"/>		Contratista <input type="checkbox"/>									

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	275 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

TIEMPO DE TRABAJO ESTIMADO	Hrs.	14.2.6.1.1.1 COSTO / HORAS	14.2.6.1.1.2 MANO DE OBRA	COSTO TOTAL MANO DE OBRA	C. UNIT.	
14.2.6.1.2 MATEIALES Y/O REPUESTOS UTILIZADOS						
14.2.6.1.3						
14.2.6.1.4 TOTAL						
14.2.6.2 OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES						
<hr/> <hr/>						
14.2.6.2.1 NOMBRE SOLICITANTE	14.2.6.2.2	14.2.6.2.3 Vo.Bo. ENTREGA	14.2.6.2.5	14.2.6.2.6 Vo.Bo. SUPERVISIÓN	14.2.6.2.8	14.2.6.2.8.1. 14.2.6.2.8.1.1

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	276 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

FORMATO PARA PERMISO DE TRABAJO EN FRIO

PERMISO N°

FECHA ACTUAL		HORA		O.T / CONTRATO N°			
TRABAJO A REALIZAR AL EQUIPO							
FECHA DE VALIDEZ			FECHA DE REVALIDACION				
DESDE		HASTA		DESDE			
14.3 LUGAR Y DESCRIPCIÓN DE LA TAREA A REALIZAR:							
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>							
INFORMACIÓN A CONSIDERAR					SI	NO	NA
1. El equipo ha sido debidamente drenado y ventilado?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. El equipo ha sido debidamente lavado?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. He inspeccionado el equipo y las líneas adjuntas se encuentran obstruidas?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. He inspeccionado el equipo y está totalmente aislado?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. El equipo y sus alrededores están limpio y libre de aceite o químicos?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Se ha sacado de su servicio el sistema eléctrico y está identificado adecuadamente?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Se ha verificado la atmósfera y dirección del viento para la correcta ejecución del trabajo?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Se requiere algún equipo de seguridad especial? ESPECIFIQUE CUAL.					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Es necesario guardia de seguridad?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Inspecciono los equipos de contraincendios y los encuentra satisfactorios?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Los trabajadores están en conocimiento de los riesgos a los que están expuestos?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. ES NECESARIO SIEMPRE				16. RESULTADOS			
Realizar Una Prueba De Vapores Tóxicos				POSITIVO	NEGATIVO	CUANTO	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
FIRMA DE CERTIFICACION							
REQUERIMIENTOS AMBIENTALES / RIESGOS							

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	277 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

Existe la posibilidad de algún tipo de derrame? Se colocaron los equipos para evitar o minimizar el derrame? Están los equipos de recolección a la mano en caso de derrame? CUALES.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>NA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	SI	NO	NA									
SI	NO	NA											

17. ENTREGA DE RESPONSABILIDAD Y CUSTODIA DEL EQUIPO O COMPONENTE A INTERVENIR

Area limpia y libre de materiales y desechos. Están acopladas las líneas, además de operables todas las conexiones a estas? Están los dispositivos de seguridad habilitados en optimo estado? Los instrumentos están funcionando bien (manómetros, etc.)?	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>NA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	SI	NO	NA									
SI	NO	NA											
_____ Operador recibe la custodia	_____ Mantenimiento entrega la custodia												

OBSERVACIONES: _____

Considero seguro proceder a realizar el trabajo, dado que supervisé personalmente lo anterior

Firma de quien autoriza el permiso

Firma de quien recibe el permiso

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	278 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

PERMISO DE TRABAJO EN CALIEN PERMISO N°

FECHA ACTUAL		HORA		O.T / CONTRATO N°			
TRABAJO A REALIZAR AL EQUIPO							
FECHA DE VALIDEZ			FECHA DE REVALIDACION				
DESDE		HASTA		DESDE			
17.1 LUGAR Y DESCRIPCIÓN DE LA TAREA A REALIZAR:							
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>							
INFORMACIÓN A CONSIDERAR					SI	NO	NA
1. El equipo ha sido debidamente drenado y limpiado?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. El equipo ha sido debidamente lavado?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. He inspeccionado el equipo y las líneas adjuntas se encuentran obstruidas?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. He inspeccionado el equipo y está totalmente aislado?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. El equipo y sus alrededores están limpio y libre de aceite o químicos?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Se ha sacado de su servicio el sistema eléctrico y está identificado adecuadamente?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Se ha verificado la atmósfera y dirección del viento para la correcta ejecución del trabajo?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Se requiere algún equipo de seguridad especial? ESPECIFIQUE CUAL.					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Inspecciono los equipos de conraincendios y los encuentra satisfactorios?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Está la máquina de soldar y su puesta a tierra en un lugar seguro y adecuado?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Los trabajadores están en conocimiento de los riesgos a los que están expuestos?					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. ES NECESARIO SIEMPRE				19. RESULTADOS			
Realizar Una Prueba De Vapores Tóxicos				POSITIVO	NEGATIVO	CUANTO	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
FIRMA DE CERTIFICACION							
REQUERIMIENTOS AMBIENTALES / RIESGOS							

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	279 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

Existe la posibilidad de algún tipo de derrame? Se colocaron los equipos para evitar o minimizar el derrame? Están los equipos de recolección a la mano en caso de derrame? CUALES.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>NA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	SI	NO	NA									
SI	NO	NA											

20. ENTREGA DE RESPONSABILIDAD Y CUSTODIA DEL EQUIPO O COMPONENTE A INTERVENIR

Area limpia y libre de materiales y desechos. Están acopladas las líneas, además de operables todas las conexiones a estas? Están los dispositivos de seguridad habilitados en optimo estado? Los instrumentos están funcionando bien (manómetros, etc.)?	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> <th>NA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	SI	NO	NA									
SI	NO	NA											
_____ Operador recibe la custodia	_____ Mantenimiento entrega la custodia												

OBSERVACIONES: _____

20.1.1 Considero seguro proceder a realizar el trabajo, dado que supervisé personalmente lo anterior

Firma de quien autoriza el permiso

Firma de quien recibe el permiso

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	281 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M01	282 de4
		21/12/99	VER: 0
INSPECCION GENERAL DE EQUIPOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

ELABORO/Fecha	25/08/99	REVISO/Fecha	25/08/99
DEPTO. DE MANTENIMIENTO		JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	
APROBO/Fecha	25/08/99	SELLO	
JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD			

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M02	283 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

OBJETIVO

Establecer la metodología a utilizar para realizar correctamente la inspección general de cada uno de los equipos existentes en la planta antes de operarlos, para asegurar un funcionamiento correcto y seguro.

ALCANCE

Este procedimiento cubre todos los equipos que se encuentran funcionando actualmente en la planta de Cartagena.

REFERENCIAS

MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.

DEFINICIONES

CHEQUE - ACCESORIO DE EQUIPO UTILIZADO PARA PERMITIR O RESTRINGIR EL PASO DE UN FLUIDO, TAMBIÉN SE LE DENOMINA VÁLVULA CHEQUE.

EQUIPO – RECURSO FÍSICO QUE HACE PARTE DE UN PROCESO.

COMPONENTE - CADA UNA DE LAS PARTES IDENTIFICABLES DEL EQUIPO.

RESPONSABILIDADES

ES RESPONSABILIDAD DEL ÁREA DE SUPERVISIÓN Y PLANEACIÓN DE MANTENIMIENTO VERIFICAR QUE SE REALICEN DIARIAMENTE LAS ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS ANTES DE SU OPERACIÓN, Y REGISTRAR DEBIDAMENTE ESTAS ACTIVIDADES CUANDO SEA NECESARIO, PARA LLEVAR CONTROL SOBRE LA VIDA ÚTIL DEL EQUIPO.

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M02	284 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

LOS OPERADORES EN PLANTA Y LOS AUXILIARES TIENEN LA RESPONSABILIDAD DE INFORMAR AL JEFE DE MANTENIMIENTO CUALQUIER IRREGULARIDAD O MAL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, ASÍ COMO TAMBIÉN DETENERLO EN CASO DE QUE SE PRESENTEN FALLAS.

ES RESPONSABILIDAD DEL JEFE DE MANTENIMIENTO ASEGURAR EN CASO DE EMERGENCIA LA PRONTA AUTORIZACIÓN PARA LA REPARACIÓN DEL EQUIPO, DISMINUYENDO AL MÁXIMO EL TIEMPO QUE ESTE DURE FUERA DE SERVICIO.

6 MATERIALES Y EQUIPOS

SE REQUIERE DISPONER DE:

- Herramientas varias
- Linterna
- Trapo

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M02	285 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

6 PROCEDIMIENTO

REVISAR QUE EL EQUIPO JUNTO CON SUS COMPONENTES Y ACCESORIOS NO PRESENTA DAÑOS VISIBLES EN SU PARTE EXTERIOR. EN TAL CASO INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA TOMAR ACCIONES CORRECTIVAS.

REVISAR QUE LA ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA DEL EQUIPO (SI ES ELÉCTRICA) ESTÉ EN BUEN ESTADO Y DEBIDAMENTE CONECTADA.

REVISAR QUE EL LOS ACCESORIOS TALES COMO CORREAS, CADENAS Y ACOPLER ESTÉN DEBIDAMENTE INSTALADOS Y AJUSTADOS.

VERIFICAR QUE NO HAYAN TORNILLOS Y ANCLAJES SUELTOS, EN TAL CASO APRETARLOS CORRECTAMENTE.

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M02	286 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

REVISAR LOS NIVELES DE ACEITE LUBRICANTE DE LOS EQUIPOS QUE LO REQUIERAN (COMPRESORES, MOTORES DE COMBUSTIÓN, SISTEMAS HIDRÁULICOS, ETC.) ESTÉN EN LA MEDIDA INDICADA, EN CASO DE ESTAR BAJO, LLENAR HASTA EL NIVEL INDICADO.

PARA EQUIPOS AUTOMOTORES (AUTOMÓVILES, CAMIONES, MONTACARGAS, ETC.), REVISAR DIARIAMENTE ANTES DE OPERARLOS: NIVELES DE ACEITES LUBRICANTES, NIVELES DE COMBUSTIBLES, PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS, NIVELES DE REFRIGERANTES, CONEXIONES DE BATERÍAS, NIVELES DE ACEITES HIDRÁULICOS (SI ES NECESARIO), MANGUERAS, TUBERÍAS Y CORREAS.

PARA EQUIPOS QUE MANEJEN CIRCULACIÓN DE FLUIDOS, REVISAR QUE LAS TUBERÍAS, CONEXIONES Y DEMÁS ACCESORIOS NO PRESENTEN FUGAS. EN TAL CASO INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA TOMAR ACCIONES CORRECTIVAS.

REVISAR LAS TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN PARA VER SI ESTÁN GOLPEADAS O ESTRANGULADAS, EN TAL CASO REEMPLAZARLAS.

ANTES DE PONER EN FUNCIONAMIENTO EL EQUIPO SE DEBE VERIFICAR QUE NO HAYAN TRAPOS, HERRAMIENTAS NI OBJETOS EXTRAÑOS EN PARTES MÓVILES DE ESTE, PARA EVITAR LESIONES AL MISMO Y AL PERSONAL.

PONER EN MARCHA EL EQUIPO Y OBSERVAR QUE NO HAYAN ANOMALÍAS EN SU FUNCIONAMIENTO, EN TAL CASO DETENERLO E INFORMARLE AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO.

VERIFICAR EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LOS MANÓMETROS Y DEMÁS INSTRUMENTOS DE MEDIDA, EN CASO DE ESTAR DEFECTUOSOS DEBEN SER CAMBIADOS.

EN CASO DE PRESENTARSE CUALQUIER ANOMALÍA, SE DEBE CORREGIR TENIENDO EN CUENTA QUE SE DEBE DETENER EL EQUIPO Y ASEGURARLO PARA EVITAR DAÑOS AL PERSONAL.

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M02	287 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

**ENCENDER NUEVAMENTE EL EQUIPO Y COMPROBAR QUE TODO QUEDÓ
 FUNCIONANDO CORRECTAMENTE.**

**INFORMAR AL JEFE DE MANTENIMIENTO SOBRE TODAS LAS ACTIVIDADES
 REALIZADAS PARA QUE QUEDEN DEBIDAMENTE REGISTRADAS.**

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M02	288 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M02	289 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

RUTINA DE MANTENIMIENTO PEVENTIVO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

ELABORO/Fecha	25/08/99	REVISO/Fecha	25/08/99
JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD		JEFE DE PLANTA	

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M02	290 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

APROBO/Fecha	25/08/99	SELLO
GERENTE TECNICO		

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M03	291 de4
		21/12/99	VER: 0
CAMBIO DE FILTROS DE AIRE, ACEITE Y COMBUSTIBLE			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

OBJETIVO

Establecer la metodología a utilizar para realizar correctamente la rutina de mantenimiento a los motores de combustión interna cuando haya que hacerlo según lo requiera el equipo o previa programación.

ALCANCE

Este procedimiento cubre todos los motores de combustión interna a gasolina o GLP que funcionan en la planta de Cartagena tanto en los montacargas como los estacionarios, si los hubiere. Este procedimiento tiene aplicación en el área de la planta destinada para tal fin, o donde se encuentre instalado el equipo.

REFERENCIAS

MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CADA UNO DE LOS EQUIPOS.

DEFINICIONES

EQUIPO - RECURSO FÍSICO QUE HACE PARTE DE UN PROCESO.

COMPONENTE - CADA UNA DE LAS PARTES IDENTIFICABLES DEL EQUIPO.

MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA - MÁQUINA TÉRMICA QUE APROVECHA LA EXPANSIÓN DE UNOS GASES PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN DE UN COMBUSTIBLE, PARA CONVERTIRLA EN TRABAJO ÚTIL.

RESPONSABILIDADES

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M03	292 de4
		21/12/99	VER: 0
CAMBIO DE FILTROS DE AIRE, ACEITE Y COMBUSTIBLE			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

EL ÁREA DE SUPERVISIÓN Y PLANEACIÓN DE MANTENIMIENTO ES RESPONSABLE DE VER QUE SE EFECTÚE CORRECTAMENTE LA RUTINA DE MANTENIMIENTO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DE LOS MONTACARGAS Y DE CUALQUIER OTRO EQUIPO SI LO HUBIERE.

LOS OPERARIOS DE PLANTA QUE ESTÁN A CARGO DE ESTOS EQUIPOS DEBEN INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO CUALQUIER ANOMALÍA EN EL EQUIPO DESPUÉS DE REALIZAR LA RUTINA.

MATERIALES Y EQUIPOS

SE REQUIERE DISPONER DE:

- Herramientas varias
- Linterna
- Trapo
- Filtros de repuesto
- ACPM o solvente especial para lavar
- Brocha

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M03	293 de4
		21/12/99	VER: 0
CAMBIO DE FILTROS DE AIRE, ACEITE Y COMBUSTIBLE			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

PROCEDIMIENTO

APAGAR EL MOTOR Y ESPERAR POR LO MENOS DOS HORAS A QUE SE ENFRÍE PARA EVITAR DAÑOS AL PERSONAL Y DRENAR EL ACEITE.

SOLTAR TAPA DE CULATA PARA VERIFICAR TOLERANCIAS ENTRE LOS BALANCINES Y LAS VÁLVULAS. CALIBRAR SI ES NECESARIO. VER PROCEDIMIENTO DE REPARACIÓN GENERAL DE MOTORES DE COMBUSTIÓN.

DESCONECTAR LA BATERÍA PARA EVITAR UN CORTO CIRCUITO ACCIDENTAL Y DAÑOS AL SISTEMA ELÉCTRICO.

DRENAR EL ACEITE DEL CÁRTER.

LAVAR EL MOTOR CON BROCHA O SISTEMA DE PRESIÓN, Y ACPM U OTRO SOLVENTE ESPECIAL PARA TAL FIN.

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M03	294 de4
		21/12/99	VER: 0
CAMBIO DE FILTROS DE AIRE, ACEITE Y COMBUSTIBLE			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

EXTRAER FILTROS USADOS DE AIRE, ACEITE Y COMBUSTIBLE, Y REEMPLAZARLOS POR LOS NUEVOS, TENIENDO EN CUENTA DE INSPECCIONAR Y LIMPIAR MINUCIOSAMENTE LAS CONEXIONES DE ESTOS.

DRENAR Y LIMPIAR LAS TRAMPAS DE AGUA PARA COMBUSTIBLE SI LAS HAY.

COLOCAR EL TAPÓN DEL CÁRTER Y AGREGAR ACEITE LUBRICANTE HASTA EL NIVEL NORMAL DE FUNCIONAMIENTO.

REVISAR MANGUERAS DE ENFRIAMIENTO QUE CONECTAN CON EL RADIADOR, EN CASO DE QUE PRESENTEN HINCHAZÓN O GRIETAS, REEMPLAZARLAS POR OTRAS NUEVAS.

INSPECCIONAR CUIDADOSAMENTE QUE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ENCENDIDO TALES COMO DISTRIBUIDOR, CABLES, BUJÍAS, BOBINA Y DEMÁS CONEXIONES NO PRESENTEN DAÑOS VISIBLES, EN TAL CASO REEMPLAZARLOS.

REVISAR EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO. VERIFICAR QUE EL PANEL DEL RADIADOR NO ESTÉ OBSTRUIDO, QUE LA BOMBA DE AGUA NO PRESENTE FUGAS POR SUS SELLOS Y COMPROBAR EL NIVEL DE LÍQUIDO REFRIGERANTE SEA EL INDICADO.

REVISAR QUE LAS CONEXIONES DE LA BATERÍA NO ESTÉN SULFATADAS, EN TAL CASO LIMPIARLAS CON SOLVENTE ESPECIAL. ASÍ MISMO REVISAR QUE EL NIVEL DE AGUA DE LA BATERÍA SEA EL INDICADO.

INSPECCIONAR QUE EL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE NO PRESENTE DAÑOS VISIBLES EN CUALQUIERA DE SUS COMPONENTES TALES COMO BOMBA, TUBERÍAS Y CARBURADOR.

VERIFICAR QUE NO HAYAN PIEZAS SUELTAS O FLOJAS, CORREAS DESTENSIONADAS O EN MAL ESTADO, FUGAS DE CUALQUIER TIPO Y QUE LOS SOPORTES DEL MOTOR NO ESTÉN DAÑADOS; EN TAL CASO CORREGIR TODOS LOS DETALLES.

CONECTAR LA BATERÍA AL SISTEMA ELÉCTRICO Y PREPARAR EL MOTOR PARA ENCENDIDO.

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M03	295 de4
		21/12/99	VER: 0
CAMBIO DE FILTROS DE AIRE, ACEITE Y COMBUSTIBLE			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

ENCENDER EL MOTOR, OBSERVAR SU FUNCIONAMIENTO Y COMPROBAR QUE NO HAYA FUGAS NI IRREGULARIDADES. HACER LAS CORRECCIONES DEL CASO.

INFORMAR AL JEFE DE MANTENIMIENTO DE TODAS LAS ACTIVIDADES HECHAS AL EQUIPO Y REGISTRARLAS DEBIDAMENTE EN LA HOJA DE VIDA DEL MISMO.

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M03	296 de4
		21/12/99	VER: 0
CAMBIO DE FILTROS DE AIRE, ACEITE Y COMBUSTIBLE			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

CAMBIO DE FILTROS DE AIRE, ACEITE Y COMBUSTIBLE

ELABORO/Fecha 25/08/99 DEPTO. DE MANTENIMIENTO	REVISOR/Fecha 25/08/99 JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
--	--

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M03	297 de4
		21/12/99	VER: 0
CAMBIO DE FILTROS DE AIRE, ACEITE Y COMBUSTIBLE			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

APROBO/Fecha	25/08/99	SELLO
JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD		

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M04	298 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A COMPRESORES DE AIRE			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

OBJETIVO

Establecer la metodología a utilizar para realizar correctamente las actividades correspondientes a los cambios de los filtros que utiliza un motor de motor de combustión interna a gasolina y GLP.

ALCANCE

Este procedimiento cubre todos los motores de combustión interna a gasolina o GLP que funcionan en la planta de Cartagena tanto en los montacargas como los estacionarios, si los hubiere. Este procedimiento tiene aplicación en el área de la planta destinada para tal fin, o donde se encuentre instalado el equipo.

REFERENCIAS

MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CADA UNO DE LOS EQUIPOS.

DEFINICIONES

FILTRO - ACCESORIO DE EQUIPO UTILIZADO PARA SEPARAR PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN FLUIDO EN CIRCULACIÓN.

EQUIPO – RECURSO FÍSICO QUE HACE PARTE DE UN PROCESO.

COMPONENTE - CADA UNA DE LAS PARTES IDENTIFICABLES DEL EQUIPO.

REPONSABILIDADES

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M04	299 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A COMPRESORES DE AIRE			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

ES RESPONSABILIDAD DEL ÁREA DE SUPERVISIÓN Y PLANEACIÓN DE MANTENIMIENTO VERIFICAR QUE SE REALICEN CORRECTAMENTE LOS CAMBIOS DE FILTROS DE ESTOS EQUIPOS SEGÚN LO DICTAMINADO POR EL MANUAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO.

MATERIALES Y EQUIPOS

SE REQUIERE DISPONER DE:

- Herramientas varias
- Linterna
- Trapo
- Filtros nuevos de repuesto

PROCEDIMIENTO

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M04	300 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A COMPRESORES DE AIRE			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

DETENER EL EQUIPO COMPLETAMENTE ANTES DE EMPEZAR LA ACTIVIDAD Y ASEGURARSE DE QUE NADIE LO VAYA A OPERAR MIENTRAS ESTA SE REALIZA.

UTILIZAR HERRAMIENTA INDICADA PARA AFLOJAR FILTRO DE ACEITE, RETIRE EL FILTRO Y EL EMPAQUE VIEJO.

LIMPIAR MINUCIOSAMENTE LA BASE DE FILTRO EN EL MOTOR Y REVISAR QUE NO HAYA PARTÍCULAS EXTRAÑAS EN EL INTERIOR DE ESTA.

INSTALAR FILTRO NUEVO DE ACEITE CON SU RESPECTIVO EMPAQUE, TENIENDO EN CUENTA QUE SEAN DE LA MISMA ESPECIFICACIÓN TÉCNICA (VER MANUAL DEL EQUIPO). NO APRETAR DEMASIADO.

AFLOJAR Y RETIRAR LAS ABRAZADERAS QUE SUJETAN EL FILTRO DE COMBUSTIBLE A LAS MANGUERAS DE CONDUCCIÓN.

REVISAR QUE LAS MANGUERAS NO PRESENTEN GRIETAS O DEFORMACIONES, EN TAL CASO REEMPLAZARLAS.

INSTALAR FILTRO DE COMBUSTIBLE NUEVO ASEGURÁNDOSE QUE LAS ABRAZADERAS QUEDEN BIEN PUESTAS PARA EVITAR FUGAS POSTERIORES.

AFLOJE LA(S) TUERCA(S) Y RETIRE LA CARCASA DEL FILTRO DE AIRE.

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M04	301 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A COMPRESORES DE AIRE			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

RETIRE EL FILTRO VIEJO Y LIMPIE CUIDADOSAMENTE LA CARCASA PROCURANDO NO DEJAR DENTRO DE ESTA ELEMENTOS EXTRAÑOS NI HERRAMIENTAS.

INSTALE FILTRO NUEVO TENIENDO EN CUENTA ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (VER MANUAL DEL EQUIPO) Y PROCEDA A COLOCAR Y AJUSTAR LA TAPA DE LA CARCASA.

ENCENDER EL EQUIPO PARA OBSERVAR QUE NO HAYAN FUGAS, EN TAL CASO CORREGIRLAS.

INFORMAR AL JEFE DE MANTENIMIENTO PARA QUE LA ACTIVIDAD QUEDE DEBIDAMENTE REGISTRADA.

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M04	302 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A COMPRESORES DE AIRE			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A COMPRESORES DE AIRE

ELABORO/Fecha DEPTO DE MANTENIMIENTO	21/12/99	REVISO/Fecha JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	21/12/99
---	-----------------	---	-----------------

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M04	303 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A COMPRESORES DE AIRE			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

APROBO/Fecha	21/12/99	SELLO
JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD		

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M05	304 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS DE ENGRANES			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

OBJETIVO

Establecer la metodología a utilizar para realizar correctamente la rutina de mantenimiento preventivo a los compresores de aire y asegurar la alimentación de aire para el sistema de control automático de los procesos de mezclado de producto.

ALCANCE

Este procedimiento cubre todos los compresores de aire que se encuentran funcionando actualmente en la planta de Cartagena.

REFERENCIAS

MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.

DEFINICIONES

CHEQUE - ACCESORIO DE EQUIPO UTILIZADO PARA PERMITIR O RESTRINGIR EL PASO DE UN FLUIDO, TAMBIÉN SE LE DENOMINA VÁLVULA CHEQUE.

EQUIPO – RECURSO FÍSICO QUE HACE PARTE DE UN PROCESO.

COMPONENTE - CADA UNA DE LAS PARTES IDENTIFICABLES DEL EQUIPO.

RESPONSABILIDADES

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M05	305 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS DE ENGRANES			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

ES RESPONSABILIDAD DEL ÁREA DE SUPERVISIÓN Y PLANEACIÓN DE MANTENIMIENTO VERIFICAR QUE SE REALICE CORRECTAMENTE LA RUTINA DE MANTENIMIENTO AL(LOS) COMPRESOR(ES) DE AIRE Y REGISTRAR DEBIDAMENTE ESTAS ACTIVIDADES PARA LLEVAR CONTROL SOBRE LA VIDA ÚTIL DEL EQUIPO.

LOS OPERADORES EN PLANTA Y LOS AUXILIARES TIENEN LA RESPONSABILIDAD DE INFORMAR AL JEFE DE MANTENIMIENTO CUALQUIER IRREGULARIDAD O MAL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, ASÍ COMO TAMBIÉN DETENERLO EN CASO DE QUE SE PRESENTEN FALLAS.

ES RESPONSABILIDAD DEL JEFE DE MANTENIMIENTO ASEGURAR EN CASO DE EMERGENCIA LA PRONTA AUTORIZACIÓN PARA LA REPARACIÓN DEL EQUIPO, DISMINUYENDO AL MÁXIMO EL TIEMPO QUE ESTE DURE FUERA DE SERVICIO.

MATERIALES Y EQUIPOS

SE REQUIERE DISPONER DE:

- Herramientas varias
- Linterna
- Trapo
- Filtros nuevos de repuesto

PROCEDIMIENTO

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M05	306 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS DE ENGRANES			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

DETENER EL EQUIPO COMPLETAMENTE ANTES DE EMPEZAR LA ACTIVIDAD Y ASEGURARSE DE QUE NADIE LO VAYA A OPERAR MIENTRAS ESTA SE REALIZA. DESCONECTE LA ALIMENTACIÓN DE ELECTRICIDAD DEL EQUIPO. INSPECCIONAR LA PARTE EXTERIOR DEL EQUIPO PARA VER SI HAY DAÑOS VISIBLES, EN TAL CASO INFORMAR AL JEFE DE MANTENIMIENTO PARA TOMAR ACCIÓN CORRECTIVA.

REVISAR QUE EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN POR CORREAS NO PRESENTE DAÑOS EN LAS POLEAS, REVISAR LA TENSIÓN DE ESTAS, SI ESTÁN MUY FLOJAS SE DEBEN TENSIONAR.

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M05	307 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS DE ENGRANES			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

INSPECCIONAR QUE NO HAYAN TORNILLOS Y ANCLAJES SUELTOS, EN TAL CASO APRETARLOS CORRECTAMENTE.

SOLTAR LAS TAPAS DE LOS FILTROS DE AIRE, SI ESTOS ESTÁN DEMASIADO SUCIOS SE DEBEN REEMPLAZAR POR OTROS NUEVOS.

VERIFICAR QUE NO QUEDEN CUERPOS EXTRAÑOS NI HERRAMIENTAS EN LAS ENTRADAS DE LOS CHEQUES DE ADMISIÓN.

REVISAR EL NIVEL DE ACEITE DEL COMPRESOR EN LA MIRILLA, EN CASO DE ESTAR BAJO, LLENAR HASTA EL NIVEL INDICADO.

VERIFICAR QUE LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL MOTOR NO ESTÉN DETERIORADAS NI SULFATADAS, CORREGIR LOS DETALLES.

REVISAR LAS TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN PARA VER SI ESTÁN GOLPEADAS O ESTRANGULADAS, EN TAL CASO REEMPLAZARLAS.

VERIFICAR EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LOS MANÓMETROS DE MEDIDA, EN CASO DE ESTAR DEFECTUOSOS DEBEN SER CAMBIADOS.

DESMONTAR Y REVISAR QUE LA VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN NO ESTÉ PEGADA U OBSTRUIDA.

LIMPIAR LA VÁLVULA DE ALIVIO SI ESTÁ OBSTRUIDA, SI ESTÁ DETERIORADA SE DEBE CAMBIAR TENIENDO EN CUENTA LA PRESIÓN A LA QUE ESTÁ CALIBRADA PAR ALIVIAR LA SOBREPRESIÓN.

CONECTAR LA ALIMENTACIÓN DE ELECTRICIDAD DEL MOTOR Y PONER EN MARCHA EL EQUIPO PARA CARGAR EL DEPÓSITO.

OBSERVAR LA MARCHA DEL EQUIPO, SI EL MOTOR PRESENTA MAL FUNCIONAMIENTO O PÉRDIDA DE POTENCIA, SE DEBE INFORMAR AL JEFE DE MANTENIMIENTO PARA QUE ESTE TOME LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA LA CORRECCIÓN DE LA FALLA. VER MANTENIMIENTO A EQUIPO ELÉCTRICO (MOTORES).

VERIFICAR QUE EL PRESÓSTATO ESTÉ CORRECTAMENTE CALIBRADO, SI LO ESTÁ Y EL SISTEMA NO TRABAJA ADECUADAMENTE, DEBE SER REEMPLAZADO TENIENDO EN CUENTA LA CALIBRACIÓN DE ESTE.

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M05	308 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS DE ENGRANES			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

**REVISAR QUE NO HAYAN FUGAS DE AIRE POR NINGUNA TUBERÍA NI VÁLVULA.
EN CASO DE PRESENTARSE CUALQUIERA DE LAS DOS ANOMALÍAS
ANTERIORES, SE DEBEN CORREGIR TENIENDO EN CUENTA QUE SE DEBE
DETENER EL EQUIPO Y DESCARGAR LA PRESIÓN ACUMULADA PARA
EVITAR DAÑOS AL PERSONAL.
ENCENDER NUEVAMENTE EL EQUIPO Y COMPROBAR QUE TODO QUEDÓ
FUNCIONANDO CORRECTAMENTE.
INFORMAR AL JEFE DE MANTENIMIENTO SOBRE TODAS LAS ACTIVIDADES
REALIZADAS PARA QUE QUEDEN DEBIDAMENTE REGISTRADAS.**

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M05	309 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS DE ENGRANES			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

RUTINA DE MANTENIMIENTO PEVENTIVO A MOTOBOMBAS DE ENGRANES

ELABORO/Fecha	25/08/99	REVISO/Fecha	25/08/99
DEPTO. DE MANTENIMIENTO		JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M05	310 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS DE ENGRANES			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

APROBO/Fecha	25/08/99	SELLO
JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD		

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M06	311 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS DE DIAFRAGMA			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

OBJETIVO

Establecer la metodología a utilizar para realizar correctamente la rutina de mantenimiento preventivo a las bombas de engranes que intervienen en los procesos de carga de materia prima.

ALCANCE

Este procedimiento cubre todas las motobombas de engranes que se encuentran en la planta de Cartagena.

REFERENCIAS

MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.

DEFINICIONES

CHEQUE - ACCESORIO DE EQUIPO UTILIZADO PARA PERMITIR O RESTRINGIR EL PASO DE UN FLUIDO, TAMBIÉN SE LE DENOMINA VÁLVULA CHEQUE.

EQUIPO – RECURSO FÍSICO QUE HACE PARTE DE UN PROCESO.

COMPONENTE - CADA UNA DE LAS PARTES IDENTIFICABLES DEL EQUIPO.

RESPONSABILIDADES

ES RESPONSABILIDAD DEL ÁREA DE PLANEACIÓN Y SUPERVISIÓN DE MANTENIMIENTO VERIFICAR QUE SE REALICE CORRECTAMENTE LA RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LAS MOTOBOMBAS DE ENGRANES PARA ASEGURAR SU NORMAL FUNCIONAMIENTO.

LOS OPERADORES EN PLANTA Y LOS AUXILIARES TIENEN LA RESPONSABILIDAD DE INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO CUALQUIER

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M06	312 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS DE DIAFRAGMA			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

IRREGULARIDAD O MAL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, ASÍ COMO TAMBIÉN DETENERLO EN CASO DE QUE SE PRESENTEN FALLAS.

ES RESPONSABILIDAD DEL JEFE DE MANTENIMIENTO ASEGURAR EN CASO DE EMERGENCIA LA PRONTA AUTORIZACIÓN PARA LA REPARACIÓN DEL EQUIPO, DISMINUYENDO AL MÁXIMO EL TIEMPO QUE ESTE DURE FUERA DE SERVICIO.

MATERIALES Y EQUIPOS

SE REQUIERE DISPONER DE:

- Herramientas varias
- Linterna
- Trapo
- ACPM o solvente especial para lavar
- Brocha

PROCEDIMIENTO

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M06	313 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS DE DIAFRAGMA			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

DETENER EL EQUIPO COMPLETAMENTE ANTES DE EMPEZAR LA ACTIVIDAD Y ASEGURARSE DE QUE NADIE LO VAYA A OPERAR MIENTRAS ESTA SE REALIZA. DESCONECTE LA ALIMENTACIÓN DE ELECTRICIDAD DEL EQUIPO.

INSPECCIONAR LA PARTE EXTERIOR DEL EQUIPO PARA VER SI HAY DAÑOS VISIBLES, EN TAL CASO INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA TOMAR ACCIÓN CORRECTIVA.

REVISAR QUE EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN POR CORREAS NO PRESENTE DAÑOS EN LAS POLEAS, REVISAR LA TENSIÓN DE ESTAS, SI ESTÁN MUY FLOJAS SE DEBEN TENSIONAR.

INSPECCIONAR QUE NO HAYAN TORNILLOS Y ANCLAJES SUELTOS, EN TAL CASO APRETARLOS CORRECTAMENTE.

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M06	314 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS DE DIAFRAGMA			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

VERIFICAR QUE LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL MOTOR NO ESTÉN DETERIORADAS NI SULFATADAS, CORREGIR LOS DETALLES.

DESMONTAR Y REVISAR QUE LA VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN NO ESTÉ PEGADA U OBSTRUIDA.

LIMPIAR LA VÁLVULA REGULADORA SI ESTÁ OBSTRUIDA, SI PRESENTA DAÑOS EN EL ASIENTO O EN CUALQUIER OTRO DE SUS COMPONENTES, INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA QUE SE HAGAN LAS CORRECCIONES NECESARIAS.

LAVAR LA PARTE EXTERIOR DE LA BOMBA CON EL ACPM O SOLVENTE ESPECIAL Y LA BROCHA.

REVISAR SI HAY FUGAS A TRAVÉS DEL SELLO DE LA BOMBA.

SI EL SELLO ES DEL TIPO PRENSAESTOPAS, BASTA CON APRETAR LOS TORNILLOS DE AJUSTE. SI LA FUGA PERSISTE ES DEBIDO A DESGASTE DE ESTE, EN TAL CASO REEMPLAZARLO.

SI EL SELLO ES MECÁNICO O DEL TIPO ANILLO RETENEDOR, DEBE SER REEMPLAZADO CUANDO HAY FUGAS.

EN CUALQUIERA DE LOS DOS CASOS ANTERIORES SE DEBE INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA QUE SE TOMEN LAS MEDIDAS NECESARIAS.

VERIFICAR QUE EL COJINETE DE RODAMIENTO TENGA UNA BUENA LUBRICACIÓN Y NO PRESENTE DAÑOS O DESGASTE VISIBLE. EN ESTE ÚLTIMO CASO INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA QUE SE HAGAN LAS CORRECCIONES NECESARIAS.

CONECTAR LA ALIMENTACIÓN DE ELECTRICIDAD DEL MOTOR Y PONER EN MARCHA EL EQUIPO.

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M06	315 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS DE DIAFRAGMA			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

OBSERVAR LA MARCHA DEL EQUIPO, SI EL MOTOR PRESENTA MAL FUNCIONAMIENTO O PÉRDIDA DE POTENCIA, SE DEBE INFORMAR AL JEFE DE MANTENIMIENTO PARA QUE ESTE TOMÉ LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA LA CORRECCIÓN DE LA FALLA. VER MANTENIMIENTO A EQUIPO ELÉCTRICO (MOTORES).

REVISAR QUE LOS MANÓMETROS INDIQUEN LA PRESIÓN CORRECTA, DE NO SER ASÍ REVISAR LA REGULADORA DE PRESIÓN, EL MOTOR IMPULSOR U OBSTRUCCIÓN EN LAS TUBERÍAS.

REVISAR QUE NO HAYAN FUGAS DE FLUIDOS POR LAS CONEXIONES DE TUBERÍAS NI VÁLVULAS.

EN CASO DE PRESENTARSE CUALQUIERA DE LAS DOS ANOMALÍAS ANTERIORES, SE DEBEN CORREGIR TENIENDO EN CUENTA QUE SE DEBE DETENER EL EQUIPO.

ENCENDER NUEVAMENTE EL EQUIPO Y COMPROBAR QUE TODO QUEDÓ FUNCIONANDO CORRECTAMENTE.

INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO SOBRE TODAS LAS ACTIVIDADES REALIZADAS PARA QUE QUEDEN DEBIDAMENTE REGISTRADAS.

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M06	316 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS DE DIAFRAGMA			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS DE DIAFRAGMA

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M06	317 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS DE DIAFRAGMA			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

ELABORO/Fecha 25/08/99 DEPTO. DE MANTENIMIENTO	REVISO/Fecha 25/08/99 JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
APROBO/Fecha 25/08/99 JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	SELLO

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M07	318 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS CENTRIFUGAS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

OBJETIVO

Establecer la metodología a utilizar para realizar correctamente la rutina de mantenimiento preventivo a las bombas de diafragma de impulsión neumática que intervienen en los procesos de carga de materia prima.

ALCANCE

Este procedimiento cubre todas las motobombas de diafragma que se encuentran en la planta de Cartagena.

REFERENCIAS

MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.

DEFINICIONES

CHEQUE - ACCESORIO DE EQUIPO UTILIZADO PARA PERMITIR O RESTRINGIR EL PASO DE UN FLUIDO, TAMBIÉN SE LE DENOMINA VÁLVULA CHEQUE.

EQUIPO – RECURSO FÍSICO QUE HACE PARTE DE UN PROCESO.

COMPONENTE - CADA UNA DE LAS PARTES IDENTIFICABLES DEL EQUIPO.

RESPONSABILIDADES

ES RESPONSABILIDAD DEL ÁREA DE PLANEACIÓN Y SUPERVISIÓN DE MANTENIMIENTO VERIFICAR QUE SE REALICE CORRECTAMENTE LA RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LAS MOTOBOMBAS DE DIAFRAGMA PARA ASEGURAR SU NORMAL FUNCIONAMIENTO.

LOS OPERADORES EN PLANTA Y LOS AUXILIARES TIENEN LA RESPONSABILIDAD DE INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO CUALQUIER

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M07	319 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS CENTRIFUGAS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

IRREGULARIDAD O MAL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, ASÍ COMO TAMBIÉN DETENERLO EN CASO DE QUE SE PRESENTEN FALLAS.

ES RESPONSABILIDAD DEL JEFE DE MANTENIMIENTO ASEGURAR EN CASO DE EMERGENCIA LA PRONTA AUTORIZACIÓN PARA LA REPARACIÓN DEL EQUIPO, DISMINUYENDO AL MÁXIMO EL TIEMPO QUE ESTE DURE FUERA DE SERVICIO.

MATERIALES Y EQUIPOS

SE REQUIERE DISPONER DE:

- Herramientas varias
- Linterna
- Trapo
- ACPM o solvente especial para lavar
- Brocha

PROCEDIMIENTO

DETENER EL EQUIPO COMPLETAMENTE ANTES DE EMPEZAR LA ACTIVIDAD Y ASEGURARSE DE QUE NADIE LO VAYA A OPERAR MIENTRAS ESTA SE REALIZA. CIERRE LA ALIMENTACIÓN DE AIRE DEL EQUIPO.

INSPECCIONAR LA PARTE EXTERIOR DEL EQUIPO PARA VER SI HAY DAÑOS VISIBLES, EN TAL CASO INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA TOMAR ACCIÓN CORRECTIVA.

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M07	320 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS CENTRIFUGAS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

DESCONECTAR LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN DE AIRE DE LA BOMBA, EXTRAER EL FILTRO Y REVISARLO QUE NO ESTÉ AVERIADO, EN TAL CASO, AVISAR AL JEFE DE MANTENIMIENTO PARA TOMAR ACCIÓN CORRECTIVA.

SOLTAR LOS ANCLAJES Y CONEXIONES DE LA BOMBA PARA RETIRARLA DEL SITIO DE TRABAJO.

SOLTAR Y REVISAR EL SILENCIADOR DE SALIDA DE AIRE DE LA BOMBA, SI ESTÁ DAÑADO REEMPLÁCELO.

SOLTAR Y DESMONTAR LOS MÚLTIPLES DE ADMISIÓN Y DESCARGA DE LA BOMBA.

REVISAR QUE LOS CHEQUES Y SUS ASIENOS ESTÉN EN BUEN ESTADO, EN CASO DE NO ESTARLO, AVISAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO.

ASEAR MINUCIOSAMENTE TODAS LAS PARTES DESMONTADAS, ASÍ COMO EL INTERIOR DE LAS CÁMARAS DE BOMBEO CON SOLVENTE ESPECIAL.

MONTAR CUIDADOSAMENTE TODAS LAS PARTES TENIENDO EN CUENTA DE NO DEJAR CUERPOS EXTRAÑOS EN EL INTERIOR DE ESTAS.

MONTAR LA BOMBA EN EL SITIO DE TRABAJO Y FIJAR SUS ANCLAJES Y CONEXIONES.

LIMPIAR LA PARTE EXTERIOR DEL EQUIPO CON ACPM O SOLVENTE ESPECIAL.

PONER EN MARCHA EL EQUIPO Y OBSERVAR QUE NO HAYAN FUGAS POR NINGUNA DE LAS PARTES DE ESTE, EN TAL CASO DETENERLO Y HACER LAS CORRECCIONES DEL CASO.

ENCENDER NUEVAMENTE EL EQUIPO Y COMPROBAR QUE TODO QUEDÓ FUNCIONANDO CORRECTAMENTE.

INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO SOBRE TODAS LAS ACTIVIDADES REALIZADAS PARA QUE QUEDEN DEBIDAMENTE REGISTRADAS.

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M07	321 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS CENTRIFUGAS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS CENTRIFUGAS

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M07	322 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTOBOMBAS CENTRIFUGAS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

ELABORO/Fecha 25/08/99 DEPTO. DE MANTENIMIENTO	REVISO/Fecha 25/08/99 JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
APROBO/Fecha 25/08/99 JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	SELLO

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M08	323 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE AUTOMOTORES			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

OBJETIVO

Establecer la metodología a utilizar para realizar correctamente la rutina de mantenimiento preventivo a las bombas centrífugas que se encuentran actualmente en servicio en la planta.

ALCANCE

Este procedimiento cubre todas las motobombas centrífugas que se encuentran en la planta de Cartagena.

REFERENCIAS

MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.

DEFINICIONES

CHEQUE - ACCESORIO DE EQUIPO UTILIZADO PARA PERMITIR O RESTRINGIR EL PASO DE UN FLUIDO, TAMBIÉN SE LE DENOMINA VÁLVULA CHEQUE.

EQUIPO – RECURSO FÍSICO QUE HACE PARTE DE UN PROCESO.

COMPONENTE - CADA UNA DE LAS PARTES IDENTIFICABLES DEL EQUIPO.

RESPONSABILIDADES

ES RESPONSABILIDAD DEL ÁREA DE PLANEACIÓN Y SUPERVISIÓN DE MANTENIMIENTO VERIFICAR QUE SE REALICE CORRECTAMENTE LA RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LAS MOTOBOMBAS CENTRÍFUGAS PARA ASEGURAR SU NORMAL FUNCIONAMIENTO.

LOS OPERADORES EN PLANTA Y LOS AUXILIARES TIENEN LA RESPONSABILIDAD DE INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO CUALQUIER

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M08	324 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE AUTOMOTORES			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

IRREGULARIDAD O MAL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, ASÍ COMO TAMBIÉN DETENERLO EN CASO DE QUE SE PRESENTEN FALLAS.

ES RESPONSABILIDAD DEL JEFE DE MANTENIMIENTO ASEGURAR EN CASO DE EMERGENCIA LA PRONTA AUTORIZACIÓN PARA LA REPARACIÓN DEL EQUIPO, DISMINUYENDO AL MÁXIMO EL TIEMPO QUE ESTE DURE FUERA DE SERVICIO.

MATERIALES Y EQUIPOS

SE REQUIERE DISPONER DE:

- Herramientas varias
- Linterna
- Trapo
- ACPM o solvente especial para lavar
- Brocha

PROCEDIMIENTO

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M08	325 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE AUTOMOTORES			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

DETENER EL EQUIPO COMPLETAMENTE ANTES DE EMPEZAR LA ACTIVIDAD Y ASEGURARSE DE QUE NADIE LO VAYA A OPERAR MIENTRAS ESTA SE REALIZA. DESCONECTE LA ALIMENTACIÓN DE ELECTRICIDAD DEL EQUIPO. INSPECCIONAR LA PARTE EXTERIOR DEL EQUIPO PARA VER SI HAY DAÑOS VISIBLES, EN TAL CASO INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA TOMAR ACCIÓN CORRECTIVA.

REVISAR QUE EL SISTEMA ACOPLA NO PRESENTE DAÑOS, EN TAL CASO INFORMAR AL JEFE DE MANTENIMIENTO PARA CORREGIR.

INSPECCIONAR QUE NO HAYAN TORNILLOS Y ANCLAJES SUELTOS, EN TAL CASO APRETARLOS CORRECTAMENTE.

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M08	326 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE AUTOMOTORES			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

VERIFICAR QUE LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL MOTOR NO ESTÉN DETERIORADAS NI SULFATADAS, CORREGIR LOS DETALLES.

REVISAR SI HAY FUGAS A TRAVÉS DEL SELLO DE LA BOMBA.

SI EL SELLO ES DEL TIPO PRENSAESTOPAS, BASTA CON APRETAR LOS TORNILLOS DE AJUSTE. SI LA FUGA PERSISTE ES DEBIDO A DESGASTE DE ESTE, EN TAL CASO REEMPLAZARLO.

SI EL SELLO ES MECÁNICO O DEL TIPO ANILLO RETENEDOR, DEBE SER REEMPLAZADO CUANDO HAY FUGAS.

EN CUALQUIERA DE LOS DOS CASOS ANTERIORES SE DEBE INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA QUE SE TOMEN LAS MEDIDAS NECESARIAS.

VERIFICAR QUE EL COJINETE DE RODAMIENTO TENGA UNA BUENA LUBRICACIÓN Y NO PRESENTE DAÑOS O DESGASTE VISIBLE. EN ESTE ÚLTIMO CASO INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA QUE SE HAGAN LAS CORRECCIONES NECESARIAS.

SI EL SELLO ES MECÁNICO O DEL TIPO ANILLO RETENEDOR, DEBE SER REEMPLAZADO CUANDO HAY FUGAS.

EN CUALQUIERA DE LOS DOS CASOS ANTERIORES SE DEBE INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA QUE SE TOMEN LAS MEDIDAS NECESARIAS.

VERIFICAR QUE EL COJINETE DE RODAMIENTO TENGA UNA BUENA LUBRICACIÓN Y NO PRESENTE DAÑOS O DESGASTE VISIBLE. EN ESTE ÚLTIMO CASO INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA QUE SE HAGAN LAS CORRECCIONES NECESARIAS.

CONECTAR LA ALIMENTACIÓN DE ELECTRICIDAD DEL MOTOR Y PONER EN MARCHA EL EQUIPO.

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M08	327 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE AUTOMOTORES			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

OBSERVAR LA MARCHA DEL EQUIPO, SI EL MOTOR PRESENTA MAL FUNCIONAMIENTO O PÉRDIDA DE POTENCIA, SE DEBE INFORMAR AL JEFE DE MANTENIMIENTO PARA QUE ESTE TOMÉ LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA LA CORRECCIÓN DE LA FALLA. VER MANTENIMIENTO A EQUIPO ELÉCTRICO (MOTORES).

REVISAR QUE LOS MANÓMETROS INDIQUEN LA PRESIÓN CORRECTA, DE NO SER ASÍ REVISAR LA REGULADORA DE PRESIÓN, EL MOTOR IMPULSOR U OBSTRUCCIÓN EN LAS TUBERÍAS.

REVISAR QUE NO HAYAN FUGAS DE FLUIDOS POR LAS CONEXIONES DE TUBERÍAS NI VÁLVULAS.

EN CASO DE PRESENTARSE CUALQUIERA DE LAS DOS ANOMALÍAS ANTERIORES, SE DEBEN CORREGIR TENIENDO EN CUENTA QUE SE DEBE DETENER EL EQUIPO.

ENCENDER NUEVAMENTE EL EQUIPO Y COMPROBAR QUE TODO QUEDÓ FUNCIONANDO CORRECTAMENTE.

INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO SOBRE TODAS LAS ACTIVIDADES REALIZADAS PARA QUE QUEDEN DEBIDAMENTE REGISTRADAS.

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M08	328 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE AUTOMOTORES			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

RUTINA DE MANTENIMIENTO PEVENTIVO DE AUTOMOTORES

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M08	329 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE AUTOMOTORES			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

ELABORO/Fecha 25/08/99 JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	REVISO/Fecha 25/08/99 JEFE DE PLANTA
APROBO/Fecha 25/08/99 GERENTE TECNICO	SELLO

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	330 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

OBJETIVO

Establecer la metodología a utilizar para realizar correctamente la rutina de mantenimiento a los equipos automotores tales como: montacargas y vehículos si los hubiere.

ALCANCE

Este procedimiento cubre todos los equipos automotores que funcionan en la planta de Cartagena tanto los montacargas como los vehículos, si los hubiere. Este procedimiento tiene aplicación en el área de la planta destinada para tal fin.

REFERENCIAS

MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CADA UNO DE LOS EQUIPOS.

DEFINICIONES

EQUIPO - RECURSO FÍSICO QUE HACE PARTE DE UN PROCESO.

COMPONENTE - CADA UNA DE LAS PARTES IDENTIFICABLES DEL EQUIPO.

MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA - MÁQUINA TÉRMICA QUE APROVECHA LA EXPANSIÓN DE UNOS GASES PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN DE UN COMBUSTIBLE, PARA CONVERTIRLA EN TRABAJO ÚTIL.

TRANSMISIÓN – COMPONENTES DE EQUIPO CUYA FUNCIÓN ES TRANSMITIR LA POTENCIA Y EL MOVIMIENTO ROTATORIO DEL MOTOR A LAS RUEDAS DE UN AUTOMOTOR.

RESPONSABILIDADES

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	331 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

EL ÁREA DE SUPERVISIÓN Y PLANEACIÓN DE MANTENIMIENTO ES RESPONSABLE DE VER QUE SE EFECTÚE CORRECTAMENTE LA RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS MONTACARGAS Y DE CUALQUIER OTRO EQUIPO SI LO HUBIERE.

LOS OPERARIOS DE PLANTA QUE ESTÁN A CARGO DE ESTOS EQUIPOS DEBEN INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO CUALQUIER ANOMALÍA EN EL EQUIPO DESPUÉS DE REALIZAR LA RUTINA.

MATERIALES Y EQUIPOS

SE REQUIERE DISPONER DE:

- Herramientas varias
- Linterna
- Trapo
- Filtros de repuesto
- ACPM o solvente especial para lavar
- Brocha

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	332 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

PROCEDIMIENTO

DETENER EL EQUIPO Y ESPERAR POR LO MENOS DOS HORAS A QUE SE ENFRÍE PARA EVITAR DAÑOS AL PERSONAL Y DRENAR EL ACEITE.

ASEGURARSE DE QUE NADIE VAYA A OPERAR EL EQUIPO MIENTRAS SE REALIZA LA RESPECTIVA RUTINA.

REALIZAR RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL MOTOR DEL EQUIPO (VER PM-M02)

REVISAR NIVEL DE ACEITE DE LA SERVOTRANSMISIÓN (CAJA DE VELOCIDADES), EN CASO DE ESTAR BAJO, LLENAR HASTA EL NIVEL INDICADO.

REVISAR QUE LA SERVOTRANSMISIÓN NO PRESENTE DAÑOS VISIBLES EN SU PARTE EXTERIOR, NI FUGAS DE ACEITE POR NINGUNA DE SUS PARTES, EN TAL CASO INFORMAR LA SUPERVISOR D E MANTENIMIENTO PARA CORREGIR.

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	333 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

REVISAR EL NIVEL DE ACEITE DE LA TRANSMISIÓN (GRUPO FINAL), EN CASO DE ESTAR BAJO, LLENAR HASTA EL NIVEL INDICADO.

VERIFICAR QUE LA TRANSMISIÓN NO PRESENTE DAÑOS VISIBLES EN SU PARTE EXTERIOR, NI FUGAS DE ACEITE POR NINGUNO DE SUS SELLOS, EN TAL CASO INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA CORREGIR.

REVISAR EL NIVEL DE ACEITE DEL SISTEMA HIDRÁULICO, SI FALTA, AGREGUELE HASTA EL NIVEL INDICADO.

VERIFICAR QUE TODOS LOS CILINDROS HIDRÁULICOS ESTÉN EN BUEN ESTADO Y NO PRESENTEN FUGAS EN LOS SELLOS, EN TAL CASO INFORMAR LA SUPERVISOR PARA CORREGIR.

VERIFICAR QUE EL CILINDRO HIDRÁULICO DE LA DIRECCIÓN NO PRESENTE DAÑOS VISIBLES EN SU PARTE EXTERIOR, NI FUGAS POR NINGUNO DE SUS SELLOS, EN TAL CASO INFORMAR LA SUPERVISOR PARA CORREGIR.

VERIFICAR QUE EL SISTEMA DE FRENOS NO PRESENTE FUGAS POR NINGUNO DE SUS SELLOS Y CONEXIONES, CASO INFORMAR LA SUPERVISOR PARA CORREGIR.

REVISAR QUE LOS ANCLAJES DE LA ESTRUCTURA DE LEVANTE (TORRE Y UÑAS), ESTÉN EN BUEN ESTADO Y AJUSTADOS, DE LO CONTRARIO INFORME AL SUPERVISOR Y CORRIJA.

VERIFICAR QUE LAS ARTICULACIONES, CADENAS Y RUEDAS DE APOYO DEL SISTEMA DE LEVANTE ESTÉN CORRECTAMENTE LUBRICADOS. VER PROCEDIMIENTOS DE LUBRICACIÓN RESPECTIVOS.

REALIZAR LIMPIEZA COMPLETA A TODO EL EQUIPO.

PONER EN MARCHA EL EQUIPO Y OBSERVAR SU FUNCIONAMIENTO, COMPROBAR QUE LOS INSTRUMENTOS INDICADORES TRABAJAN CORRECTAMENTE AL IGUAL QUE EL SISTEMA ELÉCTRICO.

EN CASO DE PRESENTARSE FALLAS EN EL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO, DETENERLO Y HACER LAS CORRECCIONES NECESARIAS, INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO.

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	334 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

INFORMAR AL JEFE DE MANTENIMIENTO DE TODAS LAS ACTIVIDADES HECHAS AL EQUIPO Y REGISTRARLAS DEBIDAMENTE EN LA HOJA DE VIDA DEL MISMO.

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	336 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>24. FIRMA SOLICITANTE</p>	<hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/> <p>FIRMA ALM/</p>
---	--

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	338 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS

ELABORO/Fecha 25/08/99 DEPTO. DE MANTENIMIENTO	REVISO/Fecha 25/08/99 JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
---	--

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	339 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

APROBO/Fecha 25/08/99 JEFE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	SELLO
--	--------------

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	340 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

OBJETIVO

Establecer la metodología a utilizar para realizar correctamente la rutina de mantenimiento preventivo a sistemas hidráulicos según programación de mantenimiento preventivo.

ALCANCE

Este procedimiento cubre todos los sistemas hidráulicos que se encuentren funcionando en cualquiera de los equipos existentes en la planta de Cartagena.

REFERENCIAS

MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.

DEFINICIONES

EQUIPO – RECURSO FÍSICO QUE HACE PARTE DE UN PROCESO.

COMPONENTE - CADA UNA DE LAS PARTES IDENTIFICABLES DEL EQUIPO.

RESPONSABILIDADES

ES RESPONSABILIDAD DEL ÁREA DE SUPERVISIÓN Y PLANEACIÓN DE MANTENIMIENTO VERIFICAR QUE SE REALICEN CORRECTAMENTE LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LOS SISTEMAS HIDRÁULICOS EN EL TIEMPO INDICADO POR LAS RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	341 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

LOS OPERADORES EN PLANTA Y LOS AUXILIARES TIENEN LA RESPONSABILIDAD DE INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO CON TIEMPO, EL MOMENTO DE REALIZAR LA PRÓXIMA RUTINA. PARA ESTO DEBE VALERSE DE LOS HORÓMETROS DEL EQUIPO.

MATERIALES Y EQUIPOS

SE REQUIERE DISPONER DE:

- Herramientas varias
- Kit de sellos nuevos
- Linterna
- Trapo
- Brocha
- ACPM
- Recipiente vacío

PROCEDIMIENTO

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	342 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

DETENER EL EQUIPO Y ESPERAR POR LO MENOS DOS HORAS PARA QUE SE ENFRÍE.

ASEGURARSE QUE EL EQUIPO NO SEA OPERADO POR NADIE MIENTRAS SE REALIZA LA ACTIVIDAD.

REVISAR EL ESTADO DEL ACEITE EN EL DEPÓSITO, SI ESTÁ SUCIO O CON AGUA DEBE SER PURGADO.

REVISAR EL FILTRO TAMIZ DEL DEPÓSITO, SI ESTÁ EN MAL ESTADO DEBE SE REEMPLAZADO, SI ESTÁ SUCIO Y NO ES DESECHABLE, DEBE SER LAVADO MINUCIOSAMENTE.

VERIFICAR QUE NO HAYA DAÑOS VISIBLES EN NINGUNA DE LAS PARTES DEL SISTEMA (BOMBA, DEPÓSITO, VÁLVULAS REGULADORAS Y DISTRIBUIDORAS, TUBERÍAS Y MANGUERAS Y CILINDROS HIDRÁULICOS), EN TAL CASO INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA TOMAR ACCIONES CORRECTIVAS.

COMPROBAR QUE NO HAYAN TUBERÍAS EN MAL ESTADO (ESTRANGULADAS, MANGUERAS AGRIETADAS), EN TAL CASO REEMPLAZARLAS.

REVISAR QUE LAS VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN Y DE DISTRIBUCIÓN NO PRESENTEN FUGAS EN NINGUNA DE SUS PARTES, EN TAL CASO SE DEBEN CAMBIAR LOS SELLOS. SE DEBE INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO.

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	343 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

VERIFICAR QUE LA BOMBA NO PRESENTE FUGAS EN NINGUNA DE SUS PARTES, EN TAL CASO INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA HACER CORRECCIONES.

REVISAR QUE EL SISTEMA DE ACOPLE DE LA BOMBA CON EL MOTOR ESTÉ EN BUEN ESTADO, EN CASO NO ESTARLO SE DEBE INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO PARA TOMAR MEDIDAS CORRECTIVAS.

REVISAR QUE LOS CILINDROS HIDRÁULICOS ESTÉN EN BUEN ESTADO Y NO PRESENTEN FUGAS, INFORMAR AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO CUALQUIER ANOMALÍA AL RESPECTO PARA HACER LAS CORRECCIONES NECESARIAS.

CAMBIAR EL ELEMENTO FILTRANTE DEL SISTEMA UTILIZANDO EL REPUESTO INDICADO POR EL FABRICANTE, VER PROCEDIMIENTOS PMM03.

AGREGARLE ACEITE AL SISTEMA SI LE HACE FALTA, ECHE EL ACEITE DIRECTAMENTE EN EL DEPÓSITO.

VERIFICAR QUE LOS MANÓMETROS ESTÉN EN BUEN ESTADO, EN CASO CONTRARIO DEBEN SER REEMPLAZADOS.

LIMPIAR BIEN LA PARTE EXTERIOR DEL SISTEMA CON ACPM, BROCHA Y TRAPO.

PONER EN MARCHA EL EQUIPO TENIENDO LA PRECAUCIÓN DE NO DEJAR TRAJOS NI OTROS OBJETOS EN PARTES MÓVILES PARA EVITAR DAÑOS AL EQUIPO Y AL PERSONAL.

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	344 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

DURANTE EL FUNCIONAMIENTO SE DEBE OBSERVAR QUE NO HAYAN FUGAS POR NINGUNA PARTE, ASÍ COMO TAMBIÉN SE DEBE REVISAR CUIDADOSAMENTE LAS TEMPERATURA Y PRESIONES DE TRABAJO. SI SE PRESENTA ALGUNA ANOMALÍA SE DEBE DETENER EL EQUIPO E INFORMARLE AL SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO CUALQUIER ANOMALÍA AL RESPECTO PARA HACER LAS CORRECCIONES NECESARIAS.

ENCENDER NUEVAMENTE EL EQUIPO Y COMPROBAR QUE TODO QUEDÓ FUNCIONANDO CORRECTAMENTE.

INFORMAR AL JEFE DE MANTENIMIENTO SOBRE TODAS LAS ACTIVIDADES REALIZADAS PARA QUE QUEDEN DEBIDAMENTE REGISTRADAS.

HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	345 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

PREVENTIVO / PREDICTIVO (PROMAPP)

(Ayuda del programa)

CONTENIDO:

- INICIAR PROMAPP
- PARTES DE LA VENTANA PRINCIPAL
 - LA BARRA DE MENÚS
 - Menú Archivo
 - Menú Edición
 - Menú Iniciación
 - Menú Plan
 - Menú Solicitudes/O.T.
 - Menú Herramientas
 - Menú Ayuda
 - EL ÁREA DE TRABAJO
 - BOTONES DE ACCESO RÁPIDO
 - BARRA DE ESTADO
- ACERCA DE LOS BOTONES AGREGAR, ACTUALIZAR, ELIMINAR E IMPRIMIR

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	346 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

27. INICIAR PROMAPP

Para ejecutar el programa vaya a Inicio - Programas - PROMAPP v1.0 y haga click sobre el icono de PROMAPP, luego de esto aparecerá la ventana de inicio de sesión, para continuar deberá introducir un login y contraseña validos.

PARTES DE LA VENTANA PRINCIPAL

Esta consta de:

- Barra de menús:
- Área de trabajo
- Botones de acceso rápido
- Barra de estado.

 HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	347 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			



LA BARRA DE MENÚS:

Archivo – Edición – Iniciación – Plan – Solicitudes/O.T. – Herramientas – Ayuda

Aquí se encuentra los accesos a módulos del programa que son de uso no muy común.

Menú Archivo:

Cerrar sesión...: Permite el cambio del login y contraseña sin necesidad de salir del programa

Salir: Termina la ejecución del programa.

Menú Edición: En este menú se encuentran las ordenes comunes de edición de Windows tales como: Cortar, Copiar, Pegar y Eliminar

	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	348 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

Menú Inicialización: En este se definen algunos parámetros que el programa necesita para funcionar tales como: Prioridades de orden, centros de costo y días no laborales. El usuario debe entrar a este menú y realizar los ajustes correspondientes para utilizar correctamente el programa.

Menú Plan: Desde este se puede entrar al modulo de Actividades en donde se ingresan las actividades a ser programadas en el plan. También desde este menú se accede al modulo de Plan, en este se le indican las fechas de inicio y finalización de un plan de mantenimiento preventivo se presiona el botón Generar y el programa programa automáticamente el plan a estas fechas (deben haber sido introducidas las actividades previamente).

Menú Solicitudes/O.T.: Se emplea para introducir, aprobar solicitudes de trabajo o para manejar las ordenes de trabajo.

Menú Herramientas: En este menú solo existe una opción: Usuarios, en este modulo se introducen los usuarios que tienen acceso al programa (pudiendo ser funcionarios o solicitantes), aquí se especifica el login y contraseña de cada usuario para que pueda hacer uso del programa.

Menú Ayuda: Consta de dos partes: La ayuda del programa y una teoría básica de mantenimiento.

ÁREA DE TRABAJO

En esta parte se muestra el contenido de los módulos vinculados mediante los botones de acceso rápido.

BOTONES DE ACCESO RÁPIDO

Estos Botones permiten el acceso a los módulos que ellos indican :

Mantenimiento para hoy: Aquí se muestran las actividades programadas a realizar

Proveedores: Muestra y permite o no el manejo de la base de datos de proveedores

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	349 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

Equipos: Base de datos de equipos.

Empleados: Base de datos de empleados.

Almacén: Base de datos de almacén, en esta base de datos se puede ingresar a unas sub bases de datos denominadas Entradas y Salidas las cuales permiten el registro de las entradas y salidas del almacén.

Monitoreo predictivo de aceites: Da acceso al modulo de monitoreo de aceites el cual permite registrar las pruebas que se le realizan a los aceites en una planta para tomar medidas predictivas.

BARRA DE ESTADO

Muestra información acerca del estado de las teclas Numlock, Capslock, Insert; además de suministrar la hora y la fecha actual.

ACERCA DE LOS BOTONES AGREGAR, ACTUALIZAR, ELIMINAR E IMPRIMIR

Agregar: Permite ingresar un nuevo registro en blanco (para ser llenado posteriormente), a una base de datos dada.

Actualizar: Guarda los datos actuales en una base de datos.

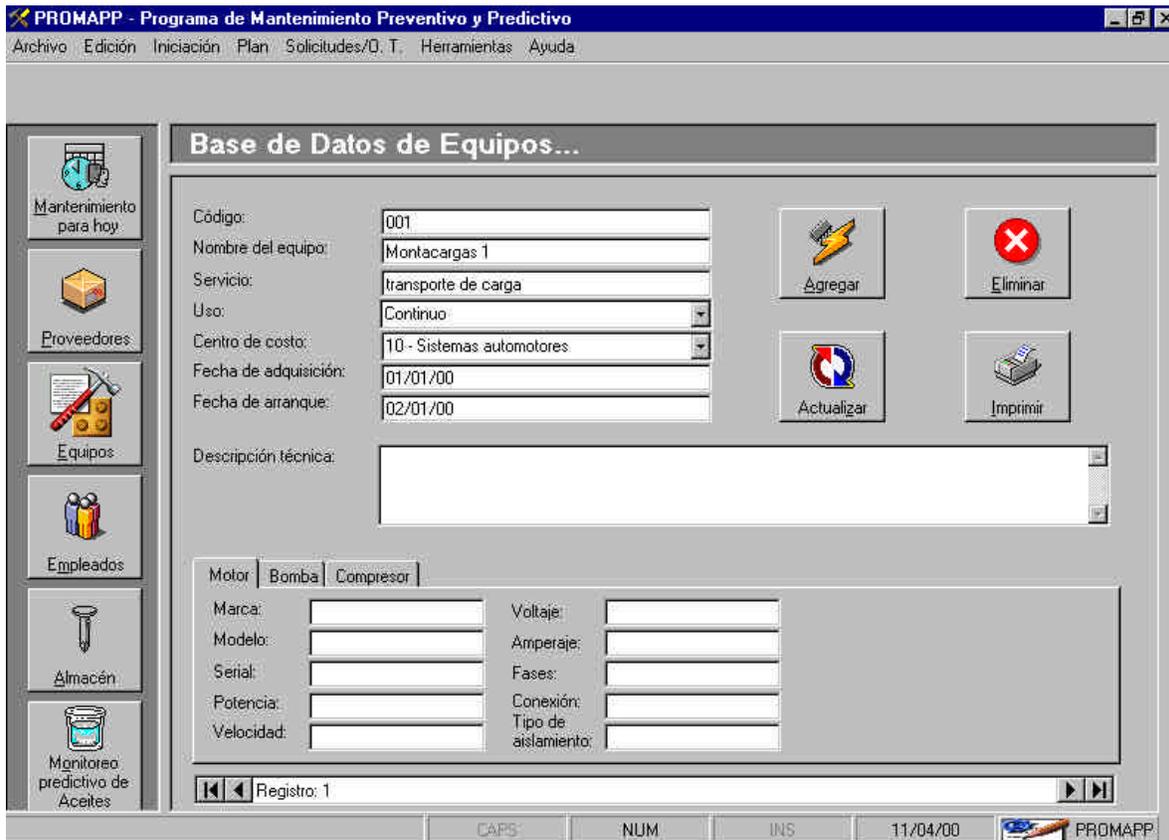
Eliminar: Borra el registro actual (datos que se están viendo) de una base de datos, debe realizarse con precaución ya que una vez borrados los datos no se podrán recuperar.

Imprimir: Permite la impresión de el registro actual o el total de registros.

 HUNTSMAN <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	350 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

Debido a que el programa en si es una gran base de datos el usuario deberá familiarizarse con estos botones ya que todos los módulos son iguales en su manejo.

Por ejemplo si se accede al modulo de equipos:



PROMAPP - Programa de Mantenimiento Preventivo y Predictivo
 Archivo Edición Iniciación Plan Solicitudes/O.T. Herramientas Ayuda

Base de Datos de Equipos...

Código: 001
 Nombre del equipo: Montacargas 1
 Servicio: transporte de carga
 Uso: Continuo
 Centro de costo: 10 - Sistemas automotores
 Fecha de adquisición: 01/01/00
 Fecha de arranque: 02/01/00

Descripción técnica:

Motor Bomba Compresor

Marca: Voltaje:
 Modelo: Amperaje:
 Serial: Fases:
 Potencia: Conexión:
 Velocidad: Tipo de aislamiento:

Registro: 1

CAPS NUM INS 11/04/00 PROMAPP

Para ingresar un nuevo equipo haga clic en el botón Agregar, introduzca los datos correspondientes(código, centro de costos asociado, etc)

Para actualizar los datos (guardarlos en la base de datos inmediatamente) haga clic sobre el botón Actualizar.

Si desea eliminar un registro: primero debe localizarlo para esto utiliza los botones ubicados en la parte inferior para avanzar o retroceder, una vez localizado el registro haga clic en Eliminar

 <i>Poliuretanos</i>	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO (REQUISITO 4.9 - ISO 9002)	PM-M09	351 de4
		21/12/99	VER: 0
RUTINA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A SISTEMAS HIDRAULICOS			
USUARIOS: ① Ingeniero de Planta ② Jefe de mantenimiento ③ Jefe de aseguramiento de calidad			

Si presiona imprimir se imprimirá un reporte con todos los datos del equipo actualmente mostrado.