

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA MATAGALPA
UNAN FAREM MATAGALPA



MONOGRAFIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

Tema:

Evaluación del Plan de Mantenimiento Aplicado en el Sistema de Producción de Vapor en AALFS UNO S.A, Municipio de Sébaco, Departamento de Matagalpa, Segundo Semestre, del Año 2016

Br: Harwin Alexander Burgos Rodríguez

Tutor: Ing. Oscar Danilo Coronado González

Matagalpa, Febrero 2017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo

A El Shaddai te doy las gracias Dios por ser mi guía, mi fortaleza y mi refugio en todas las etapas de mi vida. Por cuidarme cada día de mi vida, y por permitirme llegar con fe, siempre más allá del horizonte.

A mis familiares que hoy no están conmigo, se las dedico con la melancolía que derrama la tristeza que dejo su partida. Dios los tenga en su reino, aguardando mi llegada.

A mi Madre Lic. Sandra Rodríguez Guzmán por haber realizado sin números de sacrificios por hoy verme en el lugar donde estoy. Sin tus consejos y apoyo en esta vida nada hubiera logrado, "GRACIAS MAMA"

A mi Padrastro del cual me siento orgulloso de haber crecido bajo su sombra y sus enseñanzas.

A mis Hermanos por haberme motivado siempre a seguir adelante, por el simple hecho de ser su modelo a seguir.

AGRADECIMIENTO.

A Dios por ser mi amigo fiel y darme fuerzas para poder terminar esta etapa de mi vida.

A mis padres por su interés y su amor en todo momento, en todos estos años de estudios.

A mis hermanos por ser parte de mi vida y apoyo en muchos momentos.

A mis tíos por su apoyo moral y sus consejos.

Al Ing. Oscar Coronado por su apoyo durante su tutoría y asesoría respectivamente, que fue de mucha guía e instrucción para poder terminar esta investigación.

A la Empresa Aalfs Uno S.A, por permitirnos realizar este trabajo en sus instalaciones.

A todos y cada uno de los trabajadores que brindaron información para la realización de este trabajo.

A todos mis amigos que se interesaron y me apoyaron en el transcurso de esta investigación.



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua

Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa

Tel.:2772-3310 - Fax: 2772-3206 Apartado Postal N. 218 Email: farematagalpa@unan.edu.ni

“Año de la Madre Tierra”

VALORACIÓN DEL TUTOR

El presente trabajo de Seminario de Graduación, para optar al título de Ingeniero Industrial y de Sistemas, con el tema ***“Evaluación del Plan de Mantenimiento Aplicado en el Sistema de Producción de Vapor, en AALFS UNO S.A, Municipio de Sébaco, Departamento de Matagalpa, Segundo Semestre 2016”***. Realizado por el bachiller **Harwin Alexander Burgos Rodríguez**, ha significado un arduo trabajo de investigación, aplicando técnicas, procedimientos y métodos científicos, que generó resultados significativos para la empresa donde se realizó el estudio y por lo tanto será de mucha utilidad en la toma de decisiones de las empresas, para la implementación de un buen plan de mantenimiento, dirigido a máquinas y equipos involucrados en la generación de vapor.

Así mismo será de mucha utilidad para los actores locales, involucrados en el área de estudio y los profesionales ligados al área de desarrollo empresarial, ya que pone en práctica instrumentos de medición, que permitirán evaluar con mayor objetividad el comportamiento del mantenimiento, utilizando recursos humanos, máquinas y equipos involucrados en transformación de la materia prima en productos en proceso y productos terminado, considerando su ambiente, forma y durabilidad, que permita efectivamente emplearlo para los fines establecidos para su uso.

Ante lo expuesto considero que el presente trabajo monográfico cumple con los requisitos teoricos-metodologicos, para ser sometido a defensa ante el tribunal evaluador, ya que se apega a los artículos que establece el Reglamento de la Modalidad de Graduación, así como apegándose a la estructura y rigor científico que el nivel de egresado requiere.

Ing. Oscar Danilo Coronado González

Tutor.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la ciudad de Sébaco en la textil Aalfs Uno S.A, durante el periodo 2016, el estudio consistió en la evaluación del plan de mantenimiento empleado en el sistema de producción de vapor por dicha empresa; para determinar si es el más adecuado para las máquinas involucradas en el proceso de producción.

La evaluación realizada nos permitió determinar que la disponibilidad de los equipos no está garantizada en su totalidad, lo que genera paros imprevistos en la línea de producción, incurriendo así en pérdidas para la empresa.

Por lo que se determinó que el plan de mantenimiento utilizado, si bien esta en constante mejoramiento, no es el óptimo ya que siempre surgen fallas, que afectan directamente la producción y a pesar de las actividades preventivas ejecutadas, siempre se recurre al mantenimiento correctivo inmediato, el que es posible ya que la empresa cuenta con un amplio stock de repuestos.

Por otra parte este trabajo trata de exponer que mantenimiento es ante todo y sobre todo un servicio, y además que sus políticas, objetivos y manera de actuar deben ajustarse, desarrollarse y evolucionar con las políticas, objetivos y estructuras de la empresa; haciéndose notar que la evolución de la empresa da lugar a la evolución del servicio de mantenimiento.

Dentro de la base teórica que se presenta se vuelve evidente que la evolución de las técnicas de mantenimiento ha ido siempre a la par con las evoluciones tecnológicas, permitiendo incrementar significativamente el aprendizaje sobre el comportamiento degenerativo interno de los equipos que hace tan sólo unos cuantos años era prácticamente desconocido.

Tabla de contenido

Tabla de contenido	6
I. INTRODUCCIÓN	9
II. ANTECEDENTES	10
III. JUSTIFICACIÓN	11
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
4.1. Problema general:.....	13
V. PREGUNTAS DIRECTRICES	14
VI. OBJETIVOS.....	15
6.1. Objetivo general:.....	15
6.2. Objetivos específicos:.....	15
VII. MARCO TEÓRICO	16
7.1. Sistema de Producción de Vapor	16
7.1.1. Descripción de un sistema de vapor	16
7.1.2. Generación de vapor	17
7.1.2.1. Calderas.....	18
7.1.2.2. Agua de alimentación / reposición	18
7.1.2.3. Sistema de alimentación de agua de caldera	18
7.1.2.4. Control de la calidad del agua.....	18
7.1.2.4.1. Concentración de gases no condensables	19
7.1.2.4.2. Sólidos disueltos totales (SDT)	19
7.1.2.4.3. Dureza.....	20
7.1.2.4.4. Potencial de hidrógeno (pH)	21
7.1.2.4.5. Alcalinidad	22
7.1.2.4.6. Conductividad eléctrica	22
7.1.2.5. Ciclos de concentración	23
7.1.2.6. Vapor.....	23
7.1.2.7. Purga.....	23
7.1.2.8. Condensado.....	24
7.1.3. Sistema de distribución de vapor y retorno de condensados	28
7.1.4. Mano de obra.....	28
7.2. Mantenimiento	31

7.2.1.	Importancia del Mantenimiento:.....	31
7.2.2.	Historia de la evolución organizacional del mantenimiento:.....	32
7.2.3.	Funciones de mantenimiento:	36
7.2.3.1.	Funciones del personal:	38
7.3.	Objetivos del mantenimiento industrial	38
7.4.	Identificación del Mantenimiento actual.....	39
7.5.	Costos de mantenimiento:	55
7.5.1.	Los costos directos:	55
7.5.2.	Los costos indirectos:	55
7.6.	Confiabilidad	56
7.7.	Estudio de reducción de tiempos de preparación SMED	58
7.8.	Mantenimiento Productivo Total (TPM)	59
7.9.	Fallas.....	69
7.9.1.	Análisis de Fallas:	69
7.9.2.	Técnicas para Determinar las Fallas y Sus Causas:.....	69
7.10.	Inventario técnico de los equipos	71
7.10.1.	Sistema de Codificación No Significativos	71
7.10.2.	Sistemas de Codificación Significativos o Inteligentes.....	71
VIII.	DISEÑO METODOLOGICO	73
8.1.	Ubicación geográfica	73
8.2.	Tipo de investigación	74
8.3.	Variables.....	75
8.4.	Técnicas de investigación.....	76
IX.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	77
9.1.	Diagnóstico.....	77
9.2.	Instalaciones actuales	77
9.3.	Gestión actual en el equipo de mantenimiento.....	80
9.3.1.	Manejo de información actual para mantenimiento del área de producción de vapor. 80	
9.3.3.	Banco de tareas, procedimientos, determinación y programación de frecuencias... 81	
9.3.4.	Organización de repuestos	105
9.3.5.	Organización de materiales	106

9.4.	Abastecimiento del agua para las calderas de vapor	109
9.5.	Otros elementos de stock de los calderos de vapor:.....	110
X.	CONCLUSIONES:.....	134
XI.	RECOMENDACIONES:.....	136
XII.	BIBLIOGRAFÍA	137
XIII.	ANEXOS	138
13.1.	Anexo 1 opreralizacion de variables	139
13.2.	Anexo 2 programa anual de paros a equipos para mantenimiento preventivo.	141
13.3.	ANEXO 3 entrevista al personal de producción de vapor	142
13.4.	Anexo 4 Hoja de datos diarios para los calderos	144
	Anexo 5 Hoja de datos diarios para los generadores	145
13.5.	Anexo 6 Orden de trabajo.....	146
13.6.	Anexo 7 Orden de trabajo.....	147
13.7.	Anexo 8 Solicitud de egreso de bodega.....	148
13.8.	Anexo 9 Historial de avería	149
13.9.	Anexo 10 Solicitud de trabajo de mantenimiento	150
13.10.	Anexo 11 Solicitud de compra de mantenimiento	151
13.11.	Anexo 12 Solicitud de servicio externo de mantenimiento	152
13.12.	13.13. ANEXO 13 entrevista al supervisor de producción de vapor	153
13.13.	Anexo 14 Fichas técnicas de datos y características de los equipos del área de máquinas de la empresa textil aalfs uno s.a,.....	154

I. INTRODUCCIÓN

Ante la oportunidad de desarrollar una tesis de Ingeniería Industrial, en la fábrica textil AALFS UNO S.A, Sébaco Matagalpa y la posibilidad de adoptar un proyecto de mejoramiento continuo en el área de sistema de producción de vapor, se elaboró una evaluación del plan de mantenimiento actual al cual se someten las calderas, segundo semestre 2016, el estudio consistió en la evaluación del mantenimiento empleado en el área de sistema de producción de vapor y los factores que inciden en el mantenimiento actual.

El presente trabajo se enfoca en la evaluación del mantenimiento empleado en el área de sistema de producción de vapor de la fábrica textil AALFS UNO S.A, Sébaco Matagalpa, con el fin de diagnosticar la situación del mantenimiento actual.

En esta investigación aplicada, se desglosan las actividades a seguir para alcanzar los objetivos planteados en dicho trabajo y la respuesta a las preguntas directrices que se efectuaron.

La importancia de realizar este tipo de investigación solventa el asegurar un funcionamiento adecuado y disponibilidad de las máquinas en las líneas de producción, lo que podemos lograr solo aplicando el mantenimiento indicado para cada máquina. La elaboración de un buen plan de mantenimiento permite minimizar en gran manera los paros no programados logrando así incrementar la productividad y vida útil de las máquinas.

El estudio comprende la situación actual del área de calderas. La investigación presentada a continuación es descriptiva y es de corte longitudinal. Para la recopilación de datos se realizó una entrevista y también se realizó observación científica en las diferentes etapas de ejecución del plan de mantenimiento actual.

Para la obtención de información sobre la adecuada ejecución del mantenimiento se utilizó también manuales técnicos elaborados por la empresa que fabrica dichas máquinas, lo que ayudo a determinar algunos elementos de gran importancia para el estudio.

II. ANTECEDENTES

Sotuyo (2002) señala que el objetivo del mantenimiento es garantizar la competitividad de la empresa por medio de asegurar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada, cumpliendo con todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa, con todas las normas de seguridad y medio ambiente y al máximo beneficio global.

Duffuaa (2005) define el mantenimiento como "la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en, o se establece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas" Esta definición reafirma la premisa difundida de que con acciones oportunas de mantenimiento se consigue que un equipo de producción opere dentro de las especificaciones y cumpla su función dentro del proceso productivo otorgándole un alto nivel de calidad.

En 2004 en Caracas, Venezuela se desarrolló un plan de mantenimiento para una industria textil basado en mantenimiento productivo total utilizando un sistema computarizado en la empresa textil TEXTILANA, S.A. Donde se obtuvo que: es posible controlar el funcionamiento de la planta, para obtener un aumento no sólo de la disponibilidad sino de la confiabilidad de los equipos que la conforman. Con esto también disminuye la aplicación de tareas correctivas, las cuales generan altos costos de reparación.

Con la incorporación de las paradas programadas se pueden llevar a cabo las labores de mantenimiento sin interrumpir el proceso productivo.

Al implementar el proyecto SOL (Seguridad, Orden y Limpieza) basado en el Mantenimiento Productivo Total, se obtuvo la optimización de la gestión del mantenimiento en Textilana, S.A., ya que a través de esta se involucró al personal operacional en la manutención de los equipos, se disminuyó la ocurrencia de incidentes y accidentes por condiciones y actos inseguros, se formaron trabajos en equipo y se incentivó la cooperación entre el personal de mantenimiento y de operaciones y se maximizó el rendimiento de los equipos.

Por medio de la codificación se consiguió administrar de manera más eficiente la información técnica de los equipos de la planta.

Con la implantación del sistema computarizado MP2 se facilitó la administración y organización del departamento de mantenimiento.

III. JUSTIFICACIÓN

Es preciso tener una concepción clara sobre la gestión del mantenimiento a nivel empresarial.

Por ejemplo, Enrique Dounce Villanueva (2009), define el mantenimiento en su libro *La Administración en el Mantenimiento* de una manera muy sencilla, “el mantenimiento es la serie de trabajos que hay que ejecutar en algún artefacto, lugar o método, a fin de conservar el servicio para el cual fue diseñado.” De una manera más amplia se puede evaluar el impacto de la gestión del mantenimiento recordando que a partir de su implementación se puede asegurar la disponibilidad continua de las máquinas, edificaciones y demás servicios que ofrecidos dentro de la misma compañía y área funcionales. Además, estos procesos deben generar un retorno sobre la inversión óptima para considerarse como eficientes y efectivos dentro del flujo general de los procesos de la organización, explica L.C. Morrow (1973) en su libro *manual de mantenimiento industrial*.

Con el fin de lograr la máxima eficiencia de las máquinas debido al adecuado mantenimiento que se les realice, se quiere mostrar que el uso correcto del plan de mantenimiento se puede reducir las paradas intempestivas que conllevan a las pérdidas de tiempo, disminución de la calidad, promoción de la seguridad, preservación del medio ambiente entre otros factores, y aumento en lo que refiere al mejoramiento en los procesos tecnológicos de la empresa que la pueden llevar a unos niveles de competitividad elevados que ayudan a la empresa en el aumento de su producción, reducción de costos y sobre todo calidad.

En las fábricas textiles es sumamente importante el mantenimiento del sistema de producción de vapor ya que este abastece a departamentos tanto de producción como de calidad y considerando que la productividad obtenida diariamente debe de ser la máxima, por lo cual este trabajo realizado en AALFS UNO S.A, Sébaco sirvió para evaluar el estado actual de su plan de mantenimiento dejando al descubierto sus ventajas y desventajas.

En la empresa (Zona Franca) AALFS UNO S.A, existe una gran cantidad de máquinas, cuyo mantenimiento debe ser planificado para evitar paros imprevistos y a su vez pérdidas en la producción. Se debe también controlar los costos de inventario y horas extras que surgen como parte de su ejecución.

La información que se genero producto de este trabajo será de gran utilidad para la toma de decisiones dentro de la empresa, los resultados de este trabajo serán entregados al Gerente de mantenimiento de la empresa para ser utilizados como una

guía para evitar la recurrencia de problemas en las maquinarias. Además podrá ser utilizado como material bibliográfico para la FAREM-Matagalpa.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Todo proceso productivo en la actualidad depende de un sistema compuesto por máquinas o equipos, los que a su vez necesitan un control que garantice su adecuado funcionamiento durante el tiempo de producción, reduciendo así paros no programados que conllevan a gastos tanto de tiempo, costo como también de personal involucrado en las tareas de mantenimiento.

En la empresa (Zona Franca) AALFS UNO S.A, existe una gran cantidad de máquinas, cuyo mantenimiento debe ser planificado para evitar paros imprevistos y a su vez pérdidas en la producción. Se debe también controlar los costos de inventario y horas extras que surgen como parte de su ejecución ó por la mala operación de la maquinaria.

4.1. Problema general:

¿Qué plan de mantenimiento se debe emplear en el sistema de producción de vapor en AALFS UNO S.A, para obtener un mejor desempeño del proceso productivo y así reducir los paros inesperados?

V. PREGUNTAS DIRECTRICES

- 1) ¿Qué tipo de mantenimiento se utiliza actualmente en el sistema de producción de vapor en AALFS UNO S.A?
- 2) ¿Qué elementos influyen en la aplicación del mantenimiento?
- 3) ¿Cómo formular un plan para un mejor control y ejecución del mantenimiento?

VI. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general:

Evaluar el plan de mantenimiento empleado en el sistema de producción de vapor en AALFS UNO S.A, en el municipio de Sébaco, departamento de Matagalpa, segundo semestre, 2016.

6.2. Objetivos específicos:

- 1) Describir el plan de mantenimiento actual en el sistema de producción de vapor en AALFS UNO S.A.
- 2) Identificar qué elementos influyen en la aplicación del plan de mantenimiento.
- 3) Diagnosticar la situación actual con el fin de organizar y justificar gestiones requeridas en el programa de mantenimiento actual.
- 4) Proponer mejoras en el plan para un mejor control y ejecución del mantenimiento en el área de calderas en AALFS UNO S.A.

VII. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se explicarán los conceptos teóricos que servirán para la resolución de la problemática.

7.1. Sistema de Producción de Vapor

7.1.1. Descripción de un sistema de vapor

En la figura 1 se muestra un sistema típico de vapor, cuyas partes principales se describen a continuación.

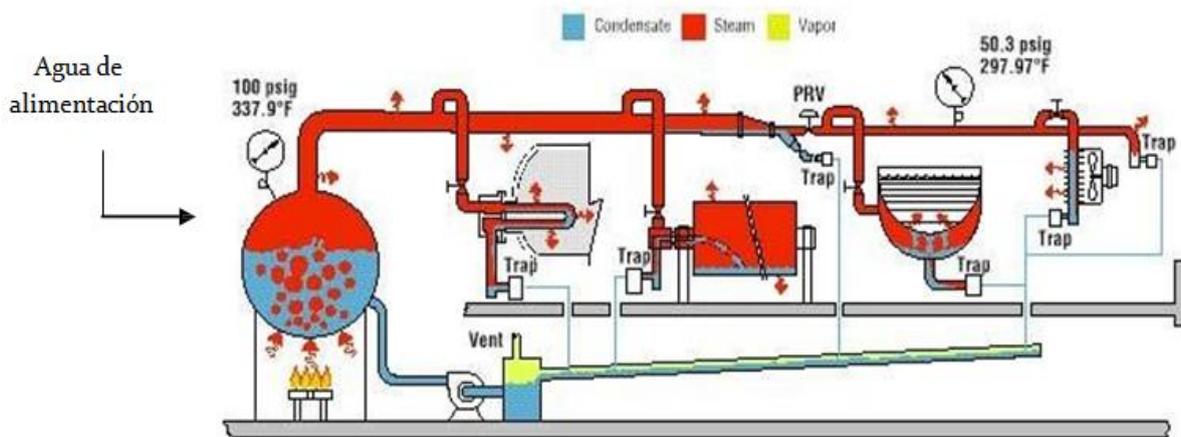


Figura 1 Sistema típico de vapor. Marcelo Mesny (1977)

Un sistema típico de vapor está constituido por cuatro secciones, las cuales conforman un ciclo. La primera sección corresponde a la Generación. Durante esta etapa, en la caldera, se aplica calor al agua de alimentación para elevar su temperatura. Después de que el agua se ha evaporado, el vapor resultante pasa a la segunda etapa del ciclo de vapor: Distribución. Esto es simplemente el movimiento del vapor de agua en un sistema cerrado a su punto de consumo. El uso del vapor cualquiera que sea se denomina Transferencia de calor. Esta es la tercera etapa. Finalmente la cuarta y última sección que completa el ciclo de vapor es el Retorno del condensado, Marcelo Mesny (1977)

Adicionalmente se debe de considerar el sistema de alimentación de agua de la caldera ya que es un factor muy importante para lograr el buen funcionamiento del sistema de vapor.

En AALFS UNO S.A. se cuenta con dos calderas que abastecen de vapor a toda la empresa y el agua que abastece a las caldera es de pozos de agua por lo que es muy pesada (alta concentración de minerales) y debe de ser tratada antes de usarse.

7.1.2. Generación de vapor

La generación de vapor corresponde a la primera sección del sistema de vapor, en donde el equipo clave es la caldera. El objetivo de las calderas de vapor es la transformación del agua, a temperatura y presión ambiente, en vapor de agua a una presión y temperatura mayor, partiendo de la energía del combustible utilizado.

Las calderas forman parte de los equipos más utilizados por la industria y estos son los responsables del mayor porcentaje de consumo de combustibles; por lo tanto, mantenerlos trabajando a una buena eficiencia reditúa en beneficios importantes para las empresas. Marymar (1976).

En la figura 2 se presenta un diagrama de la caldera en donde se muestra las corrientes de entrada y de salida tanto de materia como de energía.

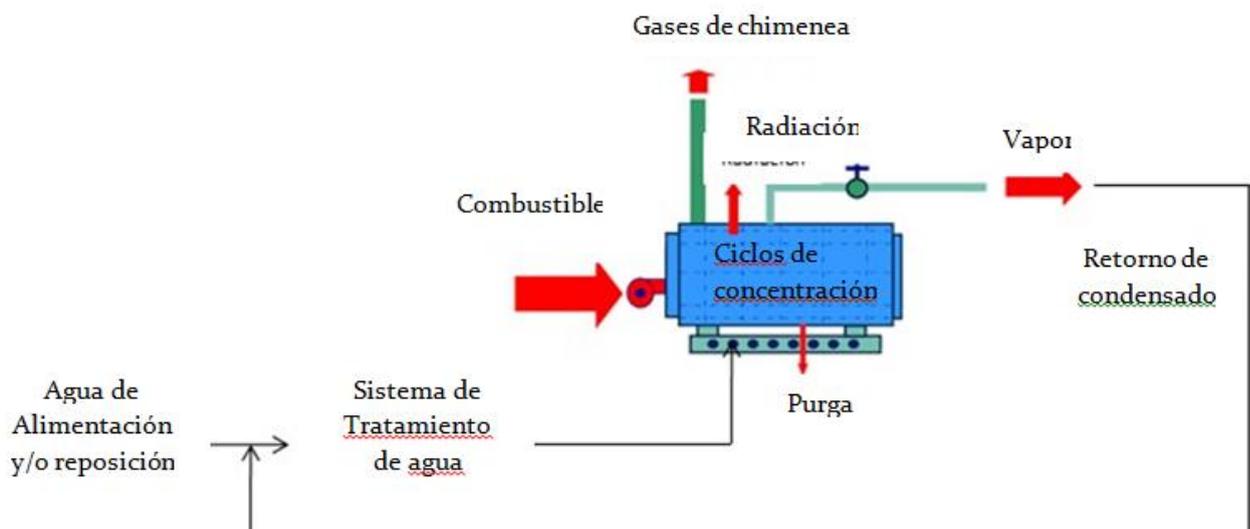


Figura 2 Diagrama de las corrientes de entrada y salida de la caldera. Vargas Zúñiga Ángel 1984

A continuación se explicará cada elemento con mayor detalle:

7.1.2.1. Calderas

Las calderas pueden ser clasificadas de diferentes maneras, pero la clasificación más común es de acuerdo a la circulación del fluido dentro de los tubos de caldera. Éstas pueden ser calderas de tubos de agua o calderas de tubos de humo. Las primeras son aquellas en las cuales los gases de combustión pasan por fuera de los tubos de la caldera y el agua por el interior de ellos; mientras que las de tubo de humo, los gases de combustión circulan por dentro de los tubos de la caldera y el agua por el exterior de ellos.

7.1.2.2. Agua de alimentación / reposición

El agua de alimentación y/o de reposición entran a la caldera junto con el condensado pasando previamente por un sistema de tratamiento de agua para prevenir la incrustación y la corrosión. El agua de reposición añadida a la caldera es para compensar las diferentes pérdidas que puedan existir en la caldera como son: pérdidas en el vapor (PV), pérdidas en el condensado (PC) y pérdidas en la purga (PP). El agua de reposición total (ART) se puede expresar de la siguiente manera:

$$\text{ART}=\text{PV}+\text{PC}+\text{PP}$$

7.1.2.3. Sistema de alimentación de agua de caldera

La calidad del agua de alimentación a la caldera repercute directamente sobre el buen funcionamiento de la misma, así como sobre la vida de muchos de los elementos que forman el equipo generador de vapor.

7.1.2.4. Control de la calidad del agua

A continuación se presentan las variables más importantes que se deben de controlar en el agua de la caldera Marymar (1976).

- Concentración de gases no condensables
- Sólidos disueltos totales (STD)
- Dureza
- pH
- Alcalinidad
- Conductividad eléctrica

7.1.2.4.1. Concentración de gases no condensables

Son los gases que no se condensan a la temperatura normal del agua cruda y entran al sistema de generación de vapor arrastrados por el agua. Esto, debido a que su solubilidad es directamente proporcional a la presión e inversamente proporcional a la temperatura y a la concentración de sales disueltas Marymar (1976).

La presencia de estos gases no condensables son los causantes de la corrosión en las tuberías. Los gases no condensables más comunes y dañinos son el oxígeno disuelto (O₂) en el agua y el dióxido de carbono (CO₂) Marymar (1976).

El O₂ disuelto ataca al hierro y forma hidróxido férrico; esta corrosión se presenta como ampollas en la superficie del metal y con el tiempo puede llegar a perforarlo. El CO₂ combinado con el agua forma ácido carbónico que, bajo ciertas condiciones es un agente corrosivo para los metales férreos y las aleaciones de níquel y cobre. Cuando estos gases se presentan juntos, la velocidad de corrosión resultante puede ser de 10 a 40% mayor que si actúan por separado Marymar (1976).

7.1.2.4.2. Sólidos disueltos totales (SDT)

Los SDT son la suma de los sólidos en suspensión y los sólidos disueltos. Los sólidos en suspensión son los sólidos sedimentables Marcelo Mesny (1977)

Los sólidos disueltos o salinidad total es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua.

Los SDT son los causantes de la incrustación en la caldera, ya que cuando el agua de alimentación se calienta, se evapora y sale de la caldera como vapor destilado deja atrás las impurezas. Entre más agua se evapora en la caldera, se añade más líquido para remplazarla. Después de un período de tiempo los sólidos disueltos totales (SDT) alcanzan niveles críticos dentro de la caldera. El incremento en los niveles dentro de la caldera es conocido como ciclos de concentración (cc) Marcelo Mesny (1977)

En la Tabla 1 se observa el límite de SDT permisible de acuerdo de la presión de trabajo de la caldera.

Presión de trabajo	Sólidos disueltos (ppm)	Sólidos en suspensión
0-20	3500	300
20-30	3000	250
30-40	2500	150
≥140	500	5

Tabla 1 Límite permisibles de SDT en la caldera Marcelo Mesny (1977)

Sílice – La sílice forma parte de los SDT y puede estar disuelta en el agua de alimentación en forma de anión silicato (SiO_3^{2-}). El análisis de la sílice en el agua de alimentación a las calderas es de gran importancia para evitar la formación de depósitos duros en los tubos de las calderas. Debido a ello, es importante conocer el contenido de la sílice en aguas de uso industrial y agua de desecho. Los análisis de la sílice, también proporcionan un método sensitivo para el control de la operación de los desmineralizadores agua, ya que la sílice es una de las primeras impurezas que salen a través de una unidad agotada. Se puede eliminar la sílice del agua por intercambio iónico, ósmosis inversa, tratamientos con cal, carbonato y magnesio

La tabla 1.2 muestra el límite de sílice permisible de acuerdo de la presión de trabajo de la caldera.

Presión de trabajo (kg/cm^2)	Contenido de sílice
0-1	20
1-10	20
10-21	15
21-32	90
32-42	40
42-53	30
≥ 53	20

Tabla 1.2 Límite permisible de sílice en el agua de la caldera Marcelo Mesny (1977)

7.1.2.4.3. Dureza

La dureza es la suma de cationes de magnesio y calcio, independientemente de la naturaleza de aniones presentes.

La dureza en el agua de la caldera indica la presencia de impurezas relativamente insolubles; éstas se clasifican en: sólidos disueltos, gases disueltos y sólidos en suspensión. Las sustancias principales son el carbonato de calcio, hidróxido de magnesio y sulfato de calcio. En el proceso de calentamiento y concentración del agua de la caldera, estas impurezas precipitan más rápidamente debido a que son menos solubles a altas temperaturas, causando problemas de incrustación y depósitos Marcelo Mesny (1977)

Es de suma importancia considerar la dureza del agua de la región (municipal, pozo, etc.). En la tabla 1.3 se presentan los valores de dureza correspondientes con el tipo de agua Marcelo Mesny (1977)

ppm CaCO ₃	Tipo de agua
0-50	Blanda
50-100	Ligeramente dura
100- 200	Moderadamente dura
≥200	Muy dura

Tabla 1.3 - Tipo de agua en función de la concentración de CaCO₃ Marcelo Mesny (1977)

7.1.2.4.4. Potencial de hidrógeno (pH)

La determinación del pH en el agua es una medida de la tendencia de su acidez o de su alcalinidad; dicho de otro modo, el valor del pH en el agua es usado para conocer su tendencia corrosiva o incrustante.

Un pH menor de 7.0 indica una tendencia hacia la acidez, mientras que un valor mayor a 7.0 muestra una tendencia hacia lo alcalino Marcelo Mesny (1977)

La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 4 y 9, aunque muchas de ellas tienen un pH ligeramente básico, debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos. En la Figura 5.1 se muestra un diagrama de la distribución de estas especies Marcelo Mesny (1977)

Figura 3 Distribución de especies para el sistema CO₂-HCO₃⁻-CO₃²⁻ en el agua Marcelo Mesny (1977)

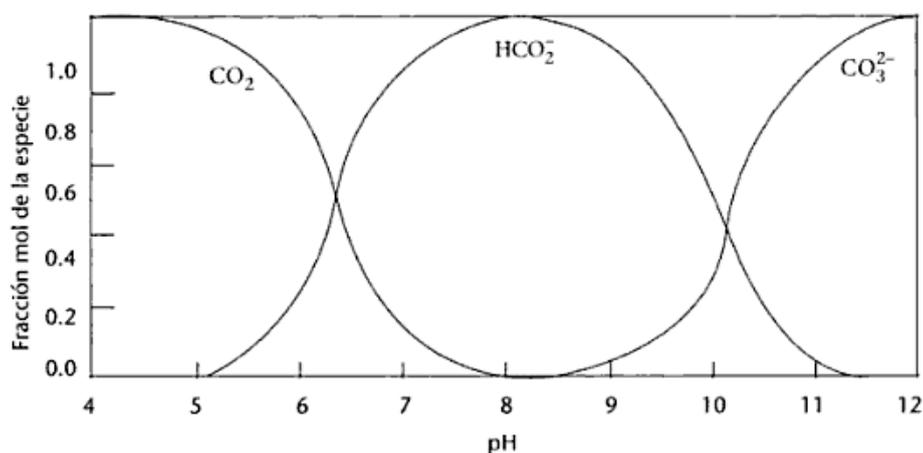


figura 3 Mesny (1977)

7.1.2.4.5. Alcalinidad

La alcalinidad es la capacidad del agua de aceptar iones H+(protones) y se expresa en unidades de ppm. Los iones que contribuyen principalmente a la alcalinidad de una solución acuosa son: los iones bicarbonato (HCO₃⁻), carbonato (CO₃⁼), y oxidrilo (OH⁻), pero también los fosfatos, ácido silícico u otros ácidos de carácter débil. Su presencia en el agua puede producir CO₂ en el vapor de calderas que es muy corrosivo Marcelo Mesny (1977)

En la Tabla 1.4 se observa el límite de alcalinidad permisible de acuerdo a la presión de trabajo de la caldera.

Presión de trabajo (kg/cm ²)	Alcalinidad total (ppm)
0-20	700
20-30	600
30-40	500
≥140	100

Tabla 1.4 Límites permisibles de alcalinidad en el agua de la caldera Marcelo Mesny (1977)

7.1.2.4.6. Conductividad eléctrica

La conductividad es la capacidad de una sustancia de conducir corriente eléctrica. En el caso de soluciones acuosas, el valor de la conductividad es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos.

En la Tabla 1.5 se muestran los límites de conductividad y de los SDT permisibles de acuerdo a la presión de trabajo de la caldera.

Presión de trabajo	SDT máximo (ppm)	Conductividad (µmho)
0-1	6,000	9,000
1.1-10.5	4,000	6,000
10.6-21	4,000	6,000
21.1-16	3,500	5,250
16-21	3,000	4,500
21-26	2,500	3,720
26-52.7- más	2,000	3,000

Tabla 1.5 Límites para los SDT y la conductividad en calderas de vapor Marcelo Mesny (1977)

7.1.2.5. Ciclos de concentración

Los ciclos de concentración de una caldera quedan definidos como la concentración de las impurezas en la caldera (CIC) por la concentración de impurezas en el agua de alimentación (CA).

$$cc=CIC/CA$$

Si los cc tienden a infinito, la alimentación será cero. Esto implica una reducción en purgas, lo cual es conveniente ya que éstas se convierten en pérdidas de calor y energía Marymar (1976).

Se pueden incrementar los ciclos de concentración ya sea, reduciendo la cantidad de purga, disminuyendo la concentración total de sólidos en el agua de alimentación o modificando el programa de tratamiento del agua de la caldera.

7.1.2.6. Vapor

El vapor es el estado de agregación de la materia en el que las moléculas interaccionan débilmente entre sí, sin formar enlaces moleculares adoptando la forma y el volumen del recipiente que las contiene y tendiendo a expandirse todo lo posible, es decir, que es la fase gaseosa de una sustancia a diferencia de que ésta se encuentra por debajo de su temperatura crítica. Marymar (1976). Generación del vapor,

En la corriente de vapor se debe evitar el acarreo de agua, humedad, espuma y sílice Marymar (1976).

7.1.2.7. Purga

La purga sirve para la extracción de los sólidos disueltos que se encuentran dentro de la caldera, a la vez que disminuyen significativamente la tasa de transferencia de calor del combustible del agua, reduciendo con ello la eficiencia de la caldera Marymar (1976).

La purga se realiza extrayendo agua de la parte inferior de la caldera, donde se encuentran más concentrados los sólidos disueltos. La purga es remplazada por el agua de reposición.

Las consecuencias por defecto de la purga son:

- Total de sólidos disueltos (TSD) muy alto
- Alta cantidad de sólidos en suspensión y lodos
- Alta dureza y niveles de sales
- Muy alta alcalinidad

Algunas consideraciones para calcular la cantidad de agua que se debe de purgar son las siguientes Marymar (1976).

1. La cantidad de agua que se alimenta a la caldera debe ser igual a la de agua que se pierde.

$$A=V+P$$

Dónde:

A= Cantidad de agua de alimentación (kg/hr)

V= Cantidad de vapor generado (kg/hr)

P= Cantidad de agua purgada (kg/hr)

2. La cantidad de purga puede relacionarse con la cantidad de agua de alimentación utilizando los ciclos de concentración (cc)

Dónde:

cc= Ciclos de concentración utilizado por la caldera

A= Cantidad de agua de alimentación (kg/hr)

P= Cantidad de agua purgada (kg/hr)

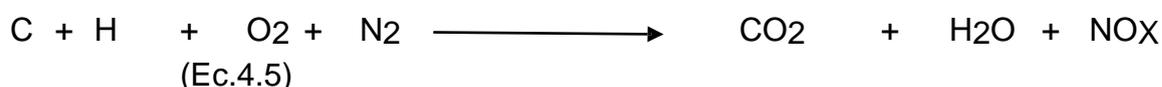
7.1.2.8. Condensado

El condensado se drena a un depósito para volver a la corriente del agua de alimentación y con esto ahorrar energía en el sistema de suministro de vapor.

7.1.2.9. Proceso de combustión

Dentro de la caldera, en la cámara de combustión, se lleva a cabo el proceso de combustión, en donde se introduce el combustible a través del quemador en forma de flama. El quemador es el dispositivo responsable de mezclar adecuadamente el combustible y el aire en las proporciones correctas para que se dé la combustión. Durante el proceso de la combustión se producen muchas transformaciones y reacciones químicas, dependiendo de la composición del tipo de combustible utilizado y de las condiciones en que se realice la combustión. Básicamente, cuando se quema un hidrocarburo, el hidrógeno contenido en éste se combina con el oxígeno del aire para producir agua; mientras que el carbón se combinará con el oxígeno del aire para formar bióxido de carbono, liberando energía en forma de calor Marymar (1976).

Combustible Aire Calor/combustión Productos



Para asegurar una combustión completa, es decir que el combustible se quemara en su totalidad, se necesita suministrar una cantidad extra de aire o "exceso de aire. Sin embargo, esto tiene efecto sobre la eficiencia de la caldera y el control preciso de la combustión Marymar (1976).

Es por eso que es necesario controlar con bastante precisión la cantidad de aire a suministrar al proceso de combustión, ya que:

- Demasiado aire reducirá la temperatura del hogar y arrastrará una buena parte del calor útil.
- Poco aire producirá una combustión incompleta, se escapará por la chimenea mucho combustible sin quemar.

El exceso de aire recomendado según el tipo de combustible que se usa se presenta en la tabla

Tabla 2 Exceso de aire recomendado según el tipo de combustible (CONUEE, 2009b)

Exceso de Aire Recomendado	
Combustible	Exceso de Aire Recomendado (%)
Gas natural	5-10
Propano	5-10
Gas de coque	5-10
Combustóleo (FuelOil 6)	10-15

Tabla 2 (CONUEE, 2009b)

Sin embargo, en la práctica, existe un buen número de obstáculos para obtener una combustión completa Marymar (1976).

- Las condiciones en que opera el quemador no son perfectas y es imposible asegurar la mezcla de las moléculas de carbón, hidrógeno y oxígeno.
- Algunas de las moléculas de oxígeno se combinarán con moléculas de nitrógeno para formar óxidos de nitrógeno (NOx).

7.1.2.10. Pérdidas de calor

Además de los problemas que se tienen en el quemador, en la cámara de combustión y los derivados de la relación aire/combustible para obtener una combustión completa y eficiente, existen otras fuentes de pérdidas de calor y eficiencia.

7.1.2.10.1. Pérdidas de calor en gases de combustión

Ésta es probablemente la fuente de pérdida de calor más importante. La pérdida se produce debido a la temperatura y volumen de los gases que salen por la chimenea: a mayor temperatura de los gases, menor es la eficiencia de la caldera Marymar (1976).

Se debe de tener cuidado al reducir la temperatura de los gases de combustión, ya que demasiado enfriamiento puede reducir la temperatura de los gases por abajo del “punto de rocío”, lo que aumenta la posibilidad de corrosión por la formación de ácido nítrico (del nitrógeno del aire utilizado para la combustión), ácido sulfúrico (si el combustible contiene azufre) y agua Marymar (1976).

7.1.2.10.2. Pérdidas de calor por radiación

Debido a que la envolvente de la caldera está más caliente que el medio ambiente donde se encuentra, una parte de su calor se transfiere a su alrededor. Un

aislamiento dañado o mal instalado aumentará considerablemente el potencial de pérdida de calor por radiación.

Las pérdidas por radiación en las calderas según el tamaño de éstas se presentan en la Tabla 3.1.

Pérdidas por radiación en calderas	
Tamaño de la caldera kg vapor/hora	% Pérdidas
900 000	0.5
45 500	0.7
23 000	0.9
9 000	1
Menores a 9 000	1,1 a 3,0

Tabla 3.1 Pérdidas por radiación en calderas según el tamaño de las calderas Marymar (1976).

Una caldera, de tubos de humo o de agua, de 5 MW, razonablemente bien aislada, tendrá una pérdida de 0.3 a 0.5 % de su energía. En las calderas de menor potencia, el porcentaje de pérdida por radiación puede variar desde 1.3% para una caldera de 600 CC hasta 3.0% para una caldera de 50 CC. Marcelo Mesny (1977)

Quizá no parezca una cantidad considerable, pero estos porcentajes corresponden a plena carga y está pérdida permanecerá constante, incluso si la caldera no está enviando vapor a proceso y se mantiene simplemente en “stand by” Marcelo Mesny (1977).

Lo anterior también indica que, para operar más eficientemente, la caldera debe de trabajar cerca de su máxima capacidad.

En AALFS UNO S.A. las calderas trabajan cerca de su capacidad total trabajando una al 90% y la otra al 85% de su capacidad total

7.1.2.10.3. Pérdidas de calor en purgas

Hay que buscar el nivel adecuado de la purga que se le debe dar a la caldera ya que una purga insuficiente no impide la formación de fangos, incrustaciones y arrastres, mientras que una purga excesiva producirá pérdidas de calor elevada Marcelo Mesny (1977).

La purga es más efectiva si se realizan purgas más frecuentes y de corta duración (10 a 20seg) que purgas ocasionales de larga duración, debido a que los primeros segundos de la purga son más efectivos.

7.1.3. Sistema de distribución de vapor y retorno de condensados

Es importante evitar la corrosión en el sistema de condensado. El tipo de corrosión más común en estos sistemas es la causada por el CO₂. El CO₂ entra al sistema con el agua de alimentación en forma de sales de carbonato o bicarbonato (alcalinidad) que cuando se pone en contacto con el agua interior de la caldera a alta temperatura, estos compuestos se rompen formando dióxido de carbono que es transportado por el vapor y se condensa en las tuberías y equipos que forma el sistema de condensados, transformándose en ácido carbónico (H₂CO₃) Marcelo Mesny (1977).

7.1.4. Mano de obra.

Según Rivadeneira Unda Milton (2014) Se conoce como mano de obra al esfuerzo físico y mental que se pone al servicio de la fabricación de un bien. El concepto también se utiliza para nombrar al costo de este trabajo, es decir, el precio que se le paga. La mano de obra constituye el factor humano que interviene en la actividad fabril y sin cuya participación no sería factible la producción.

Debido a la incoherencia de la palabra "Mano de Obra", la definición hace referencia a la "Obra de mano o de manos", que tiene más sentido si se dice que las obras o trabajos son ejecutados por personas, trabajadores que por su esfuerzo físico y mental fabrican un bien.

La obra de mano puede clasificarse en directa o indirecta. La obra de mano directa es aquella involucrada de forma directa en la fabricación del producto terminado. Se trata de un trabajo que puede asociarse fácilmente al bien en cuestión.

La obra de mano es más barata en países como India o China porque a los trabajadores no se les paga un seguro de vida, entre otras cosas.

Clasificaciones en la mano de obra

- a. Mano de Obra directa: es la mano de obra consumida en las áreas que tienen una relación directa con la producción o la prestación de algún servicio. Es la generada por los obreros y operarios calificados de la empresa.
- b. Mano de Obra indirecta: es la mano de obra consumida en las áreas administrativas de la empresa que sirven de apoyo a la producción y al comercio.
- c. Mano de Obra de gestión: es la mano de obra que corresponde al personal directivo y ejecutivo de la empresa.
- d. Mano de Obra comercial: es la mano de obra generada por el área comercial y constructora de la empresa.

Estimación de las necesidades de mano de obra directa.

El presupuesto de mano de obra directa traduce el presupuesto de producción en términos de una unidad de medida: el trabajo directo.

Este trabajo directo se puede medir ya sea en horas de mano de obra directa o en la cifra de los salarios pagados a los trabajadores (costo de mano de obra directa).

El presupuesto de costo de la mano de obra directa incluye los salarios pagados a los trabajadores que realizan operaciones productivas específicas, así como los gastos correspondientes a cargas sociales y otros relacionados con la misma.

Cabe señalar que algunos tratadistas incluyen los recargos sobre la mano de obra directa como elemento global dentro de los gastos indirectos de fabricación. Este tratamiento no produce modificaciones importantes, ya que los gastos indirectos de fabricación deben imputarse al costo de los artículos elaborados y representa únicamente un traspaso de rubro en la presentación de los costos.

El camino a seguir para presupuestar la mano de obra directa depende de factores tales como la forma habitual de pago de la empresa, los procesos de producción, el conocimiento de tasas de mano de obra y la información de costos disponible.

La confección del presupuesto de mano de obra directa implica el desarrollo de los siguientes puntos:

1. Estimar el total de horas de mano de obra directa necesarias para cumplir con el presupuesto de producción.
2. Establecer las tarifas de salarios para cada departamento productivo.
3. Calcular el costo de la mano de obra directa.

Las características internas de cada proceso fabril determinan el enfoque adecuado para estimar las horas de mano de obra directa necesarias para llevar a efecto el plan de producción. Si la empresa utiliza tiempos estándares, ya sea por operaciones o por productos, el cálculo del total de horas de mano de obra directa no implica mayor dificultad. En otros casos esta estimación puede hacerse en base a promedios basados en la experiencia.

El establecimiento de las tarifas de salarios normalmente se realiza en base al número de trabajadores directos de cada centro de actividad y su salario previsto, calculándose luego una tasa de salario promedio.

El producto de las horas necesarias para llevar a efecto el plan de producción en cada departamento por la respectiva tasa de salarios da el costo total de la mano de obra directa.

El presupuesto de mano de obra directa proporciona los datos básicos en cuanto al importe de la mano de obra directa, número de trabajadores que se requieren para llevar a efecto el plan de producción, costo unitario de cada producto, necesidades de efectivo (presupuesto de caja) y, al igual que los demás presupuestos, para establecer las bases para un adecuado control.

La mano de obra es la que le da vida a toda empresa y por ende, es en si el factor primordial a considerar tanto en confort como en higiene y seguridad laboral. Las constantes capacitaciones hacen que se eleve el nivel de eficiencia de la mano de obra, trayendo como resultado una alta productividad de la empresa como tal.

En AALFS UNO S.A están conscientes de que la mano de obra es el factor primordial en todo proceso productivo, por lo cual siempre se busca que se labore en un ambiente con muy buena higiene y seguridad laboral. También periódicamente se brindan capacitaciones para que el personal se eduque y esto conlleve a una mayor productividad de los sistemas.

7.2. Mantenimiento

Según Ing. Ángel Vargas Zúñiga "El mantenimiento es el conjunto de medidas o acciones para asegurar el normal funcionamiento de una planta, maquinaria o equipo, a fin de conservar el servicio para el cual han sido diseñadas dentro de una vida útil estimada"

El mantenimiento puede ser dividido en tres grandes grupos:

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo y
- Mantenimiento Mejorativo.

Mantenimiento se define como el "objetivo de garantizar la continuidad del servicio dentro de los límites de calidad prefijados que están suministrando los recursos de la empresa". Dounce (1998),

El mantenimiento es sin duda la actividad encargada de mantener todos los equipos en un óptimo estado y según como se aplique nos ayudara a prevenir, anticipar y resolver toda falla que ocurra en el equipo que presenta problemas en su funcionamiento con el fin de eliminar por completo las fallas antes de que esté las presente.

AALFS UNO S.A. dispone de una serie de actividades periódicas encargadas de resolver, o prevenir las fallas o averías más comunes que pueden presentarse en la producción de vapor. Estas actividades aseguran la disponibilidad de los equipos y se pueden considerar como un plan aplicado a las condiciones de la empresa.

7.2.1. Importancia del Mantenimiento:

La importancia del mantenimiento se basa en tres objetivos:

- Maximizar la disponibilidad de maquinaria y equipo para la producción.
- Preservar el valor de las instalaciones, minimizando el uso y el deterioro.
- Conseguir estas metas en la forma más económica posible.

Pero en muchas ocasiones la importancia del mantenimiento es la reparación de la maquinaria dañada y arreglarla en el momento. Lo que lleva a hacer caso omiso de los objetivos mencionados Newbrough (1987).

Sabiendo que hoy en día la entrega al cliente de productos de calidad, es la base de un buen negocio, y se llega a una calidad deseada teniendo buenos procesos, con materias primas excelente y lo que atañe a este proyecto, máquinas confiables.

Dichas máquinas deben estar en buen estado para cumplir con la demanda requerida, así como para evitar paros no deseados que retrasan la producción y aumenten costos de operación.

En AALFS UNO S.A. el área de mantenimiento se toma como el eje de movimiento de todo el sistema ya que esta área mantiene a toda la empresa funcionando de manera adecuada, salvo paros no programados.

7.2.2. Historia de la evolución organizacional del mantenimiento:

Hasta la década de 1980 la industria de la mayoría de los países occidentales tenía un objetivo bien definido: Obtener el máximo de rentabilidad para una inversión dada.

Sin embargo, con la penetración de la industria oriental en el mercado occidental, el consumidor pasó a ser considerado un elemento importante en las adquisiciones, o sea, exigir la calidad de los productos y los servicios suministrados, y esta demanda hizo que las empresas considerasen este factor "calidad" como una necesidad para mantenerse competitivas, especialmente en el mercado internacional.

Esta exigencia no se debe atribuir exclusivamente a los asiáticos, ya que en 1975 la Organización de las Naciones Unidas definía a la actividad final de cualquier entidad organizada como: producción = operación + mantenimiento donde al segundo factor de este binomio pueden ser atribuidas las siguientes responsabilidades:

Reducción del tiempo de paralización de los equipos que afectan la operación;

Reparación, en tiempo oportuno, de los daños que reducen el potencial de ejecución de los servicios;

Garantía de funcionamiento de las instalaciones, de manera que los productos o servicios satisfagan criterios establecidos por el control de la calidad y estándares preestablecidos.

La historia del mantenimiento acompaña el desarrollo técnico industrial de la humanidad. A fines del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo grupo de operación.

Con la llegada de la primera guerra mundial y con la implantación de la producción en serie, instituida por Ford, las fábricas pasaron a establecer programas mínimos de producción y como consecuencia de esto, sintieron la necesidad de formar equipos que pudiesen efectuar reparaciones en máquinas en servicio en el menor tiempo

posible. Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocido como "mantenimiento correctivo".

Esta situación se mantuvo hasta la década de 1930, cuando, en función de la segunda guerra mundial y la necesidad de aumentar la rapidez de producción, la alta administración pasó a preocuparse, no solamente de corregir fallas sino también de evitar que las mismas ocurriesen, razón por la cual el personal técnico de mantenimiento pasó a desarrollar el proceso de prevención de averías que, juntamente con la corrección, completaban el cuadro general de mantenimiento, formando una estructura tan importante como la de operación.

Alrededor del año 1950, con el desarrollo de la industria para satisfacer los esfuerzos de la posguerra, la evolución de la aviación comercial y de la industria electrónica, los gerentes de mantenimiento observaron que, en muchos casos, el tiempo empleado para diagnosticar las fallas era mayor que el tiempo empleado en la ejecución de la reparación. Newbrough (1987)

.

Tabla 3 diagnóstico y reparación expresada en porcentaje.

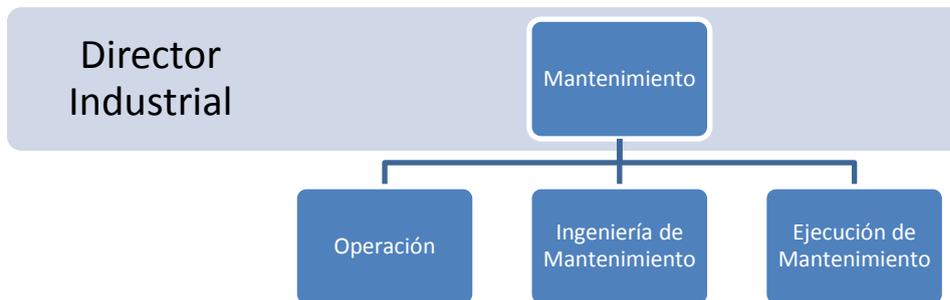
Tiempos de Diagnóstico y Reparación de Equipos de acuerdo con su naturaleza constructiva

NATURALEZA	DIAGNÓSTICO	REPARACIÓN
Mecánico	10%	90%
Hidráulico	20%	80%
Eléctrico	60%	40%
Electrónico	90%	10%

Fuente: edición propia

Por ello seleccionaron grupos de especialistas para conformar un órgano asesor que se llamó ingeniería de mantenimiento y recibió las funciones de planificar y controlar el mantenimiento preventivo analizando causas y efectos de las averías, los organigramas se subdividieron.

Diagrama 1 División del mantenimiento en órganos.



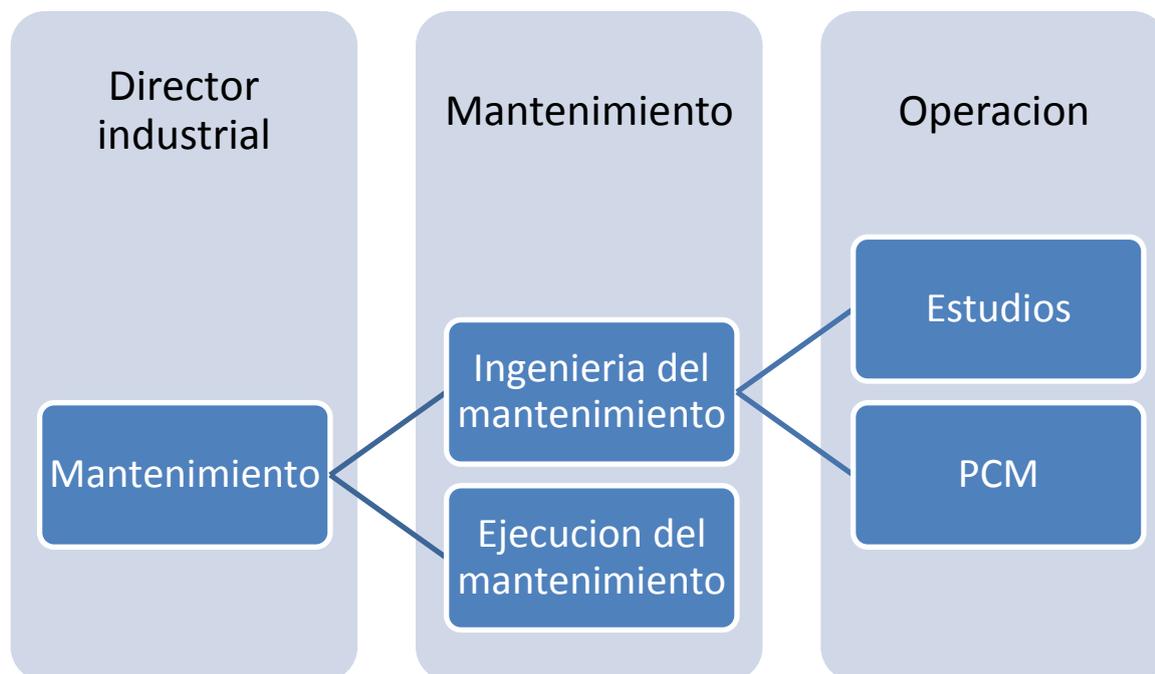
Fuente: Edición

propia.

A partir de 1966, con la difusión de las computadoras, el fortalecimiento de las asociaciones nacionales de mantenimiento, creadas al final del período anterior y la sofisticación de los instrumentos de protección y medición, la ingeniería de mantenimiento pasó a desarrollar criterios de predicción o previsión de fallas, con el objetivo de optimizar el desempeño de los grupos de ejecución del mantenimiento.

Esos criterios, conocidos como mantenimiento predictivo o preventivo, fueron asociados a métodos de planificación y control de mantenimiento automatizados, reduciendo las tareas burocráticas de los ejecutantes del mantenimiento. Estas actividades ocasionaron el desmembramiento de la ingeniería de mantenimiento, que pasó a tener dos equipos: el de estudios de fallas crónicas y el de planificación y control del mantenimiento (PCM), este último con la finalidad de desarrollar, implementar y analizar los resultados de los sistemas automatizados de mantenimiento. Newbrough (1987).

Diagrama 2 Desmembramiento de la Ingeniería de Mantenimiento.



Fuente: Edición propia.

Planificación y Control del Mantenimiento (PCM)

A partir de 1980, con el desarrollo de las computadoras personales a costos reducidos y lenguaje simple, los órganos de mantenimiento pasaron a desarrollar y procesar sus propios programas, eliminando los inconvenientes de la dependencia de disponibilidad humana y de equipos, para atender las prioridades de procesamiento de la información a través de una computadora central, además de las dificultades de comunicación en la transmisión de sus necesidades hacia el analista de sistemas, no siempre familiarizado con el área de mantenimiento.

Sin embargo, es recomendable que esas computadoras sean asociadas a una red, posibilitando que su información quede disponible para los demás órganos de la empresa y viceversa. En ciertas empresas esta actividad se volvió tan importante que la planificación y control del mantenimiento (PCM), pasó a convertirse en un órgano de asesoramiento a la supervisión general de producción. Newbrough (1987).

En este final de siglo, con las exigencias de incremento de la calidad de los productos y servicios, hechas por los consumidores, el mantenimiento pasó a ser un elemento

importante en el desempeño de los equipos, en un grado de importancia equivalente a lo que se venía practicando en operación.

Estas etapas evolutivas del mantenimiento industrial se caracterizaron por la reducción de costos y por la garantía de la calidad (a través de la confiabilidad y la productividad de los equipos) y cumplimiento de los tiempos de ejecución (a través de la disponibilidad de los equipos).

Los profesionales de mantenimiento pasaron a ser más exigidos, en la atención adecuada de sus clientes, o sea, los equipos, obras o instalaciones, quedando claro que las tareas que desempeñan, se manifiestan como impacto directo o indirecto en el producto o servicio que la empresa ofrece a sus clientes. La organización corporativa es vista, hoy en día, como una cadena con varios eslabones donde, evidentemente, el mantenimiento es uno de los de mayor importancia, en los resultados de la empresa.

El mejoramiento continuo de las prácticas de mantenimiento, así como la reducción de sus costos, son resultados de la aplicación del ciclo de calidad total como base, en el proceso gerencial. Newbrough (1987).

7.2.3. Funciones de mantenimiento:

Para la gestión del mantenimiento industrial, es necesario un cierto volumen de información que permita articular y coordinar las acciones de los diferentes puestos de trabajo de la organización y coordinar además con el resto de la empresa. Este hecho es, obviamente común a cualquier función empresarial. Pero el caso del mantenimiento al tratarse de una función cuya modernización y valoración para la competitividad de la empresa es muy reciente, las organizaciones tienen escasa experiencia en su estructuración, no existiendo hasta el presente normas ni criterios que permitan, a las empresas, conocer la información que deberían mover, ni la que debería ser exigida a proveedores, subcontratistas, etc. Todo esto se agrava, si se considera la gran incidencia de las instalaciones y maquinaria en la calidad de los productos y servicios, en la seguridad laboral y en la protección del medio ambiente Dounce Villanueva, (2009).

Desde el punto de vista de servicios, la gestión de mantenimiento desarrollada en el ámbito de la industria requiere que se desarrollen labores cada día mejor en su resultado final y con costos cada vez menores. Pero todavía es fácil observar lugares en los que cuando se realiza alguna labor de mantenimiento, se olvida que la reparación, modificación o intervención, debe ser la óptima en tiempo de realización,

costo y presentación. Incluso muchas veces no se utilizan estrategias de trabajo para resolver situaciones, sean apremiantes o no, de forma sistemática Bernal, C. A. (2010).

Partimos de la base de que una gestión se debe conceptualizar como un proceso sistemático para la correcta disposición de recursos y que debe asegurar el constante y adecuado desempeño de los bienes y activos administrados. El "apagar incendios" o corregir constantemente no debe conceptualizarse como una gestión desarrollada cabalmente, sino como una excelente oportunidad de mejora y cambio para ser conceptualizada la gestión de mantenimiento de manera correcta ante la generación de la confiabilidad Díaz Navarro, J. (2004).

Se pueden realizar labores de mantenimiento siguiendo procedimientos muy básicos y simples, como por ejemplo inspecciones que usen registros manuales. No obstante, la correcta disposición de toda esa información y aplicación de procedimientos claros y bien definidos hace que el personal desarrolle una labor de manera consistente respetando los estándares previamente definidos, obteniendo así resultados de gran calidad Díaz Navarro, J. (2004).

De ninguna manera son necesarios elementos de alto costo como software, analizadores de cualquier especie, para poder desarrollar una labor de calidad. La calidad de la gestión de mantenimiento está en las personas, en cada uno de sus actos, en la aplicación de herramientas de análisis adecuadas, en la obtención de resultados sobre la base del raciocinio y no a la improvisación y al azar Bernal, C. A. (2010).

La adecuada disposición de procedimientos y la sistematización de los procesos, aseguran la reproducibilidad de acciones con lo cual se garantiza la calidad y se solventa la necesidad del cliente: es la confiabilidad que debe generar la gestión de mantenimiento. Todo esto se logra cuando todos comprenden que la solución es poseer la documentación clara, el buscar siempre hacer las cosas de la mejor manera proporcionando constante conocimiento y capacitación a quienes lo requieren y teniendo en cuenta que no siempre se llega a la solución óptima de un problema en la primera oportunidad. Siempre hay que partir de la idea "si no lo se lo pregunto".

En AALFS UNO S.A. se tuvo que pasar por muchas contingencias para llegar al plan empleado hoy en día, con el apoyo de manuales del proveedor fichas técnicas y constantes capacitaciones se ha llegado a implementar un plan de mantenimiento que si bien no es el óptimo es el más flexible a recibir cambios para su continuo mejoramiento.

7.2.3.1. Funciones del personal:

En términos generales podemos resumir que las funciones del personal de mantenimiento son:

- Asegurar la máxima disponibilidad de los equipos al menor costo posible.
- Registrar el resultado de su actividad para mediante su análisis permitir la mejora continua (mejora de la fiabilidad, mantenibilidad y productividad).

Estas funciones genéricas habrá que traducirlas en tareas concretas a realizar para cada uno de los puestos definidos en el organigrama de mantenimiento Santiago García Garrido(2009).

El personal tiene la obligación de asegurar la máxima disponibilidad de las maquinarias con el mayor rendimiento. El número de personal depende de la magnitud de la empresa y el tipo de mantenimiento a realizar, estos deberán estar especializados en ciertas ramas para la solución de las averías que se presenten durante la ejecución.

En AALFS UNO S.A. se cuenta con un personal encargado del mantenimiento tanto para equipos técnicos (línea de producción) como para equipos auxiliares (instalaciones). Los que suelen ejecutar una serie de actividades para controlar y asegurar el adecuado funcionamiento del proceso productivo.

7.3. Objetivos del mantenimiento industrial

Una vez entendido que mantenimiento es ante todo y sobretodo un servicio, y además que sus políticas, objetivos y manera de actuar debe ajustarse, desarrollarse y evolucionar con las políticas, objetivos y estructuras de la empresa; se puede concluir que la evolución de la empresa da lugar a la evolución del servicio de mantenimiento. En este marco el jefe del servicio es el responsable de informar a sus mandos de las políticas y objetivos a seguir, de medir las desviaciones que se vayan produciendo y de tomar las medidas correctivas oportunas (Rodríguez Araújo)(2008).

Así el objetivo fundamental del servicio de mantenimiento es conseguir un número determinado de horas disponibles de funcionamiento de la planta, instalación, máquina o equipo en condiciones de calidad de fabricación o servicio exigible con el mínimo de costo y el máximo de seguridad para el personal que utiliza y mantiene las instalaciones y maquinaria, con un mínimo consumo energético y mínimo deterioro ambiental Bernal, C. A. (2010).

Expuesto de otra forma es asegurar la competitividad de la empresa por medio de:

- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada,
- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa,
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente, y Maximizar el beneficio global.

Donde es importante tener en claro los siguientes términos:

- Confiabilidad es la probabilidad de estar funcionando sin fallas durante un determinado tiempo en unas condiciones de operación dadas.
- Mantenibilidad es la probabilidad de poder ejecutar una determinada operación de mantenimiento en el tiempo de reparación prefijado y bajo las condiciones planeadas.
- Soportabilidad es la probabilidad de poder atender una determinada solicitud de mantenimiento en el tiempo de espera prefijado y bajo las condiciones planeadas.

El mantenimiento es el servicio que mantiene operando toda la empresa. Su objetivo primordial es hacer que la empresa no pare de producir de forma imprevista manteniendo al margen la funcionalidad de los equipos. También el de mantener todos los equipos en un estado óptimo el cual aleje a todo operario de un accidente.

En AALFS UNO S.A. el mantenimiento se encarga de mantener la maquinaria en un estado idóneo. Teniendo como objetivo primordial alejar los sistemas de producción de paros no programados, reduciendo averías y así alargando la vida útil de los equipos. Logrando casi siempre una jornada laboral completa

7.4. Identificación del Mantenimiento actual

Actualmente existen diversos tipos de mantenimiento enfocados a varias áreas o situaciones, incluso al momento de vida en que se encuentre la planta. Pero todos estos se encuentran en torno a los dos principales, el Mantenimiento Correctivo y el Mantenimiento Preventivo (Rodríguez Araújo).

Para identificar el tipo de trabajo de mantenimiento que se tiene actualmente, Dounce (1998) propone se formulen las siguientes preguntas basadas en la calidad obtenida por el proceso:

1. ¿Qué tipo y calidad de servicio espero de la máquina?
2. ¿Estuvo fuera del margen de calidad esperada de este servicio?

Con estas simples preguntas podemos identificar la situación que vivimos actualmente, ya que si contestamos afirmativamente la segunda tendremos un caso de mantenimiento correctivo y si es negativa será preventivo.

Con éstas preguntas demostramos que con el mantenimiento industrial se busca la calidad del producto y del servicio de la máquina a través de su funcionamiento ideal y productivo.

En AALFS UNO S.A. el mantenimiento empleado, es el mantenimiento preventivo con algunas actividades correctivas. Se cuenta con una serie de actividades programadas. Actividades que conllevan al alargue de la vida útil de los equipos, teniendo como objetivo el buen funcionamiento del sistema productivo.

7.4.1. Mantenimiento Correctivo:

"Mantenimiento correctivo se define como la actividad humana desarrollada en equipos, instalaciones o construcciones cuando, a consecuencia de alguna falla, han dejado de prestar calidad de servicio esperada". Dounce (1998).

Este tipo de mantenimiento a pesar de ser antiguo (1880), se sigue utilizando en muchas empresas hoy en día, ya sea por actitudes negligentes o por desconocimiento, el reparar y corregir desperfectos en la maquinaria sigue siendo el trabajo diario de muchas cuadrillas de mantenimiento. Dicho mantenimiento solo proporciona acciones correctivas del arreglo de la máquina y no presta atención al servicio que proporciona.

El mantenimiento correctivo o a la rotura consiste en reparar una máquina o pieza averiada con el reacondicionamiento o sustitución de partes del equipo una vez que han fallado; es la reparación de la falla (falla funcional), ocurre de urgencia o emergencia Dounce (1998).

Fundamentalmente consta de los siguientes pasos:

1. Desmontar piezas o conjuntos averiados
2. Reparar dichas piezas o conjuntos
3. Volver a montarlos
4. Corregir desviaciones de los elementos no constructivos de las máquinas, como son: reglajes, ensamblajes, etc.

Dicho mantenimiento actúa de manera fortuita o aleatoriamente, es decir, cuando ocurre una avería aleatoria o inesperada, en sitios como:

- En el campo, o sea sobre la máquina instalada.
- En el taller, desmontando la máquina y llevándola al taller para su reparación.

Los niveles en los que se presenta son:

- La reparación provisional motivada muchas veces por la urgencia con que se presenta.
- La reparación definitiva.

Entre las circunstancias que rodean a éste tipo de mantenimiento, se pueden citar:

- Las averías son reportadas normalmente por personal poco competente para intuir la importancia del fallo y generalmente con interés en que no se paren por nada las instalaciones. De esto se deduce que únicamente se denuncia el fallo cuando el equipo no funciona, lo que en ocasiones motiva que haya sufrido un deterioro importante (posiblemente evitable con una intervención más temprana del mantenimiento).
- En muchas ocasiones se ve que el equipo ó la instalación no funciona, precisamente cuando más se deseaba que estuviera en marcha. Luego ése fallo incide muy directamente en la producción.

Al no estar el fallo previsto por el personal de mantenimiento ocurrirá una de éstas dos cosas:

- Si el personal no es excesivo en número, cada operario tendrá su trabajo, y el equipo estará parado hasta que llegue el momento de su reparación, lo que motivará pérdida en la utilización real del equipo y, a veces consecuencias irreparables en el proceso productivo.
- Si existe siempre un operario en la espera de acudir a efectuar la reparación, puede ser resultado de una plantilla excesiva, con la incidencia correspondiente en los gastos de mantenimiento.

Encontrar el punto óptimo entre éstos dos extremos, es mucho más difícil de lo que a primera vista pudiera parecer por la dispersión que a lo largo del tiempo sufren la frecuencia e importancia de las averías, ya que no se hace nada para centrar los valores de éstas variables, que por otra parte son fundamentales de controlar para conseguir una gestión eficaz de los parámetros del mantenimiento.

La solución que en la práctica se utiliza es dedicar gran parte del trabajo de los supervisores de mantenimiento o de sus ayudantes, en quitar personal de una

reparación y ponerlo en otra que parezca más urgente, lo que lleva consigo grandes pérdidas de tiempo y una gran desorientación entre el personal que efectúa las reparaciones.

Las características de este tipo de mantenimiento son:

- No se practica mantenimiento hasta que se origina la avería en la máquina o en la instalación.
- Las máquinas o instalaciones están en servicio hasta que se presentan anomalías o averías, en determinados casos de tipo catastrófico que obliga a pararlas.
- El mantenimiento interviene en ése momento, desmontando las máquinas afectadas para localizar el origen de las averías y tratar de repararla y de reponer los componentes dañados.

Entre los inconvenientes que presenta están:

- a) Las averías se suelen producir en momentos totalmente imprevisibles y frecuentemente inoportunos, causando grandes perjuicios a la producción.
- b) Favorece el número de elementos dañados de las máquinas.
- c) Incrementa el consumo de repuestos.
- d) Reduce la vida útil de los órganos de la máquina.
- e) Riesgo de no disponer de repuestos.
- f) Riesgos de emergencias e incluso de siniestro en las plantas.
- g) Riesgos de averías importantes.
- h) No permite planificar ni programar los trabajos. Con frecuencia obliga a imponer turnos y jornadas extraordinarias para realizar los trabajos
- i) Debido a que muchas veces las intervenciones se plantean con urgencias, se hacen reparaciones de baja calidad y poco fiables. El fin que debe perseguir el mantenimiento es disminuir el número de trabajos después de la avería o imprevistos y aumentar el número de trabajos planificados.

El mantenimiento correctivo obra a instancias de la carga de trabajo que le proporciona:

El mantenimiento preventivo

El mantenimiento modificativo.

El mantenimiento energético.

Usuarios de máquinas.

Ingeniería.

Calidad.

Seguridad.

La distribución de horas-hombre del personal de mantenimiento en una empresa productiva debe tener una distribución óptima cuyos valores aproximados serían los siguientes:

Mantenimiento preventivo	45%
Mantenimiento correctivo programado	20%
Mantenimiento fortuito	15%
Mantenimiento modificativo	10%
Nuevos trabajos	10%

“El mantenimiento correctivo si bien es el más antiguo es el más utilizado en las empresas Nicaragüenses y en algunas es el único que se practica”.

En AALFS UNO S.A. el mantenimiento correctivo se utiliza como último recurso, ya que por más bueno que sea un plan de mantenimiento, siempre existirán averías que surjan como resultado de mal manejo de los equipos, mala calidad en los respuestas, etc.

7.4.2. Mantenimiento Preventivo:

El mantenimiento preventivo se define como la "actividad humana desarrollada en equipos, instalaciones o construcciones con el fin de garantizar que la calidad del servicio que éstos proporcionan continúe dentro de los límites establecidos". Dounce (1998).

Este procedimiento nacido en la década de los veinte del siglo pasado consiste en dar a la máquina un servicio de reparación medido el cual logrará que la máquina del servicio adecuado. Es decir, se debe preservar el instrumental o maquinaria a revisión para lograr el servicio deseado. Esto lo podemos resumir en el siguiente principio; "El servicio se mantiene y el recurso se preserva", Dounce (1998).

También dentro del concepto de mantenimiento preventivo, se deben considerar todos los tipos de mantenimiento que existen, como son: periódico, progresivo, analítico, técnico, predictivo, etc.

La base del mantenimiento preventivo es la inspección periódica de los activos y del equipo de planta, para descubrir las condiciones que conducen a paradas intempestivas de producción o depreciación perjudicial, además conservar la planta para prevenir dichos aspectos ya sea adaptando el equipo o reparándolo, cuando las fallas se encuentren aun en una etapa incipiente. Lo que se busca es cambiar la pieza, engrasarla, reforzarla antes de que ésta falle.

El mantenimiento se realiza a una frecuencia determinada de acuerdo a la observación resultante del estudio del estado de la máquina, el empadronamiento, la tarjeta maestra, la redacción de instructivos y la evaluación de costos. Ellos son factores que constituyen la implementación del plan de mantenimiento preventivo.

Definición de algunos elementos que se utilizan en el Mantenimiento Preventivo:

1. Análisis funcional: Entender qué tipo de trabajo realiza cada máquina, y el papel que desempeña en la empresa.
2. Verificación del estado de la maquinaria: Se debe tener cuidado con el tipo de requerimientos que se deben ejecutar.
3. Planos de ubicación de la maquinaria: Se usan para poder situarnos fácilmente dentro de la empresa y encontrar con facilidad las máquinas a las que se les deben realizar mantenimiento.
4. Empadronamiento de las máquinas: Es el inventario de todos los equipos que se van a incluir en el plan de mantenimiento.
5. Relación de requerimientos: Son las acciones de mantenimiento ya sean de lubricación, inspección, mecánica, electricidad y limpieza que se le deben realizar al equipo; estos requerimientos se pueden encontrar en catálogos e información que pueda suministrar los operarios o personas que ya hayan trabajado en el área

Este tipo de mantenimiento es el que suele usarse más en las empresas cuyos paros imprevistos no representa un elevado costo de reparación de equipos y no afectan directamente la producción.

En AALFS UNO S.A se utiliza este tipo de mantenimiento a través de actividades rutinarias a cargo de un personal destinado para este tipo de funciones. Sin embargo no se lleva hasta el grado de estricto cumplimiento, por lo que su resultado no

siempre es el esperado, recurriendo en ocasiones obligatoriamente al mantenimiento correctivo.

7.4.2.1. Mantenimiento preventivo de uso o autónomo:

El mantenimiento preventivo de uso pretende responsabilizar, mediante la formación adecuada y la necesaria integración en la marcha del proceso productivo, a los propios usuarios (personal de producción, operadores o especialistas) de los equipos de la conservación e incluso de pequeñas reparaciones compatibles con sus habituales ocupaciones, sean realizadas por dichos usuarios Dounce (1998).

Con ello se logra:

- Que se realicen a su debido tiempo ciertas actuaciones que si se involucra a otra persona, no se la realiza a tiempo.
- Dar estímulo a los usuarios de los equipos para que no sólo se consideren responsables de la producción de sus máquinas, sino también de conservarlas en buen estado.
- Descargar al personal de mantenimiento de una serie de trabajos rutinarios que no precisan ni de la formación propia de dicho personal ni de los medios con los que ha de desarrollar su trabajo.
- Las limitaciones que se tienen serían:
- Por la calidad y la carga de trabajos de los operarios dedicados a la producción.
- Las normas repartidas, controladas y realizadas por escrito por el departamento de mantenimiento; que indican los puntos de vigilancia y las fases de la máquina que deben ser seguidas, con previa capacitación, por los usuarios.

Los trabajos típicos son:

- Engrases diversos, sin necesidad de cambiar aceites y grasas.
- Apriete de tornillos, tuercas, palancas y piezas accesibles.
- Comprobación de temperaturas en cojinetes o elementos de máquinas.
- Calentamiento de motores o piezas en general.
- Comprobación visual de desgaste.

7.4.2.2. Mantenimiento preventivo basado en la condición:

El mantenimiento preventivo basado en la condición, consiste en inspeccionar totalmente el componente o conjunto a intervalos variables debido a que se basa en la prescripción de la inspección que si se la hace a intervalos fijos; y tomar acción para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas según condición. Esta inspección incluye un desmontaje del componente de la máquina y traslado al taller para ser inspeccionado Dounce (1998).

El principio básico es que una máquina no se avería sin antes manifestar ciertos síntomas previos avisando de alguna manera de su fallo antes de que éste ocurra dando un tiempo de preaviso y un nivel de alarma.

Las inspecciones de este tipo de mantenimiento, objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), se efectúan en la propia máquina sin desmontar el elemento, y solo se realiza esta acción si luego de la inspección se verifica que sea necesario su traslado para la reparación del defecto (falla potencial). Los datos basados en la condición recolectados durante las inspecciones son analizados para deducir su normal o incorrecto servicio a fin de que en éste último caso se recomiende la acción a tomar para asegurar la marcha. Los datos muestran la fiabilidad, degradación o fallo inmediato del componente basándose en reales condiciones que eliminan revisiones, reparaciones y parada inútiles Dounce (1998).

Son condiciones indispensables para sacar provecho del mantenimiento preventivo basado en la condición:

1. Disponer de los instrumentos debidos de medición y comprobación.
2. Tener un equipo de inspectores bien preparados.
3. Poseer un oportuno soporte informativo.
4. Contar con la debida organización.
5. Diseñar la máquina con los componentes accesibles para ser inspeccionados.

Entre las ventajas que tiene están:

- a) Ser económicamente muy rentable. Permite detectar averías que pudieran ser de gran magnitud, sin necesidad de parar la máquina y por supuesto sin abrirla. Reduce los costos de mano de obra y de repuestos.
- b) Facilita prever los repuestos que se van a necesitar en las reparaciones.

- c) En la mayoría de los casos permite programar la parada para realizar la reparación.
- d) Permite disponer de un completo historial de la máquina y de su comportamiento en operación.
- e) Evita que se produzcan averías graves y costosas, en ocasiones motivo de siniestros.
- f) Se puede hacer el seguimiento de la evolución del daño. El equipo es intervenido en el momento más adecuado.
- g) Permite hacer un control de la calidad de la reparación una vez efectuada.
- h) Requiere muy poco personal para ejecución de los programas de verificación en marcha de los equipos.

Los inconvenientes que tiene son:

- a) Que la anomalía no se detecte en la verificación efectuada, bien por no captar el síntoma o por producirse durante el período comprendido entre dos inspecciones.
- b) Que siendo detectada la anomalía no se haga un diagnóstico correcto o no se perciba de la gravedad de la misma.
- c) Que estando todo controlado, no se permita, por motivos de producción, la reparación en el momento oportuno, dando así lugar a una evolución peligrosa del daño detectado.

Así mismo, tiene algunas exigencias:

- d) Es necesario hacer, previo a su implantación, un estudio serio del programa de inspecciones a efectuar.
- e) Se precisa disponer de unos equipos e instrumentación para poder hacer el trabajo, siendo por tanto necesaria la correspondiente inversión.
- f) El personal encargado de las distintas fases del trabajo debe recibir una formación adecuada.

7.4.2.3. Mantenimiento preventivo basado en el tiempo:

El mantenimiento preventivo basado en el tiempo se define como la realización de ciertas reparaciones, cambios de componentes o piezas, según intervalos de tiempo, o según determinados criterios, prefijados para tratar de reducir la posibilidad de avería o pérdida de rendimiento de un equipo o instalación. Este tipo de mantenimiento está totalmente planificado, pudiendo basarse en períodos fijos de tiempo o en número de operaciones de un determinado componente Dounce (1998).

Si el mantenimiento preventivo consiste en reacondicionar o sustituir a intervalos periódicamente establecidos un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento y si este ha fallado o no, se trata de un mantenimiento programado, con el fin de reducir al mínimo posible el número de paradas imprevistas de los equipos o instalaciones por quedar a cero horas de funcionamiento desde el punto de vista de servicio dicha pieza o conjunto. Así las revisiones se programan de acuerdo con las necesidades de fabricación y la periodicidad se establece dependiendo del tipo, importancia y antecedentes del equipo en particular. Dounce (1998).

El éxito de éste tipo de mantenimiento se apoya en elegir bien el período de la inspección, de forma que no se lleguen a producir averías entre dichas inspecciones, pero sin acortarlas mucho porque lo encarecería considerablemente, necesitando buscar un equilibrio en el binomio costos-efectividad, para lograr este fin.

Esta clase de mantenimiento implica:

1. Desmontar el componente o conjunto de la máquina en el que va instalado.
2. Revisarlo en taller o sin más cambiarlo sistemáticamente por otro nuevo, o repararlo perfectamente.
3. Disponer de repuestos fiables y de medios de inspección o comprobación totalmente garantes de su función.
4. Desmontar a intervalos de tiempo programados, o por horas de funcionamiento fijas.

Cuando el mantenimiento preventivo es nulo las averías imprevistas serán máximas, así como el costo ocasionado por las mismas, e irán disminuyendo según el grado de aplicación de éste. Al aumentar el mantenimiento preventivo, aumentará el costo del mismo; y el costo total del mantenimiento será la suma de ambos, siendo la

intensidad de aplicación del mantenimiento preventivo óptima cuando el costo total sea mínimo. Dicho óptimo existe, pese a que su determinación resulte dificultosa y sólo al llevarlo a la práctica se lo podrá determinar, ajustando así la situación idónea.

Las principales ventajas que ofrece éste tipo de mantenimiento son:

- a) Planifica y programa los trabajos de forma racional.
- b) Obtiene en general mayor calidad en las revisiones o reparaciones realizadas.
- c) Tiende a reducir el número de averías, emergencias y siniestros.
- d) Mejora la producción y la calidad.
- e) Consigue una mayor fiabilidad.
- f) No existen urgencias en las reparaciones.
- g) Permite una mejor organización y rentabilidad del personal disponible.
- h) Reduce trabajos extraordinarios (turnos, horas extras, etc.).
- i) Mayor conocimiento y previsión de los gastos de mantenimiento
- j) Permite un estricto control de los repuestos.
- k) La vida de la máquina se alarga considerablemente.

Los varios inconvenientes que presentan sus técnicas, giran fundamentalmente alrededor de los altos costos que estas revisiones implican. La mayoría de las veces se trata de revisar una máquina que está funcionando correctamente, buscando alguna deficiencia que se desconoce, lo que obliga a emplear mucho tiempo en revisiones y comprobaciones. Por lo tanto:

- a) Se efectúan reparaciones y sustituciones de elementos que no serían totalmente necesarios, pero por aprovechar la parada y apertura del equipo, se realizan. Esto lleva consigo, que la vida útil de los órganos de las máquinas se reduzca sensiblemente por desaprovechar vida residual que es difícil de prever.
- b) Para atender a éstas revisiones se precisa una gran cantidad de repuestos, ya que se desconocen los que será necesario sustituir.
- c) En algunos casos la revisión resulta estéril, ya que no se encuentran anomalías, si bien aporta tranquilidad para un próximo futuro.
- d) Se corre el riesgo de que al ser revisada una máquina que no presentaba ninguna anomalía y su funcionamiento era correcto antes de su intervención, después de

realizada ésta, el equipo presente problemas y se deje en peores condiciones de funcionamiento.

e) En general, se puede decir que no existen métodos rigurosos que permitan determinar la periodicidad con la que deben revisarse o repararse equipos.

Pese a sus costos, hay ciertos mecanismos y fases de mantenimiento en los que ésta es la única forma posible de detección de averías. Pero es muy recomendable el mantenimiento a fechas fijas, en las tareas u operaciones de rutina, como son:

- Cambios de aceite por envejecimiento.
- Engrases (rodamientos, acoples, etc.).
- Verificación de equipos de protección (alarmas y paros) de maquinaria.

7.4.2.4. Mantenimiento predictivo basado en la condición de monitoreo:

El mantenimiento predictivo basado en la condición de monitoreo es una metodología que tiene como objeto asegurar el correcto funcionamiento de los equipos a través de una vigilancia continuada y permanente de sus parámetros específicos e indicadores de condición que dan valores de determinadas variables que permiten lanzar predicciones para conocer e informar sobre el estado y operatividad; por eso se lo ejecuta con el equipo funcionando sin necesidad de recurrir a desmontajes y revisiones periódicas Dounce (1998).

Este tipo de mantenimiento se lo puede considerar un mantenimiento basado en la condición pero automático y evolucionado, por permitir evitar defectos mayores por permanecer trabajando en condiciones fuera de las de diseño.

Las etapas básicas del mantenimiento predictivo de averías son cuatro:

1. Medición
2. Análisis
3. Diagnóstico
4. Corrección

El carácter sistemático del que se pretende dotar a esta metodología hace que se traten las tres primeras, mereciendo la corrección y la verificación que le sigue un tratamiento específico. Su aplicación sería:

- a) Encontrar la magnitud que mejor defina la seguridad con la que se desarrolla el proceso en estudio.
- b) Asignar el o los valores correctos que deben mantener dicha magnitud.

- c) Dotar a la instalación de los instrumentos de medición para conocer los valores reales y como consecuencia predecir el fallo.
- d) Organizar el servicio para que, por sistema, se detecten las desviaciones entre los valores reales y los deseables en la magnitud controlada y actúe con la eficacia concerniente.

El mantenimiento predictivo debe cuantificar con la máquina en marcha:

1. Las variables que informan sobre el funcionamiento de la máquina puesta a punto, defectos de encendido o fallos de parámetros.

Permitiendo así luego del análisis proceder a las correcciones necesarias.

2. Variables que informan sobre el estado de sus partes mecánicas.

Estas variables requieren un primer estudio para identificar cada fenómeno, y luego otro para seguir la evolución considerando el tipo y los antecedentes de la máquina, y posteriormente realizar una predicción.

De estos controles surgen correcciones en su régimen de marcha y también necesidades en cuanto a cambio de elementos de máquina, antes de que estos lleguen a provocar averías importantes.

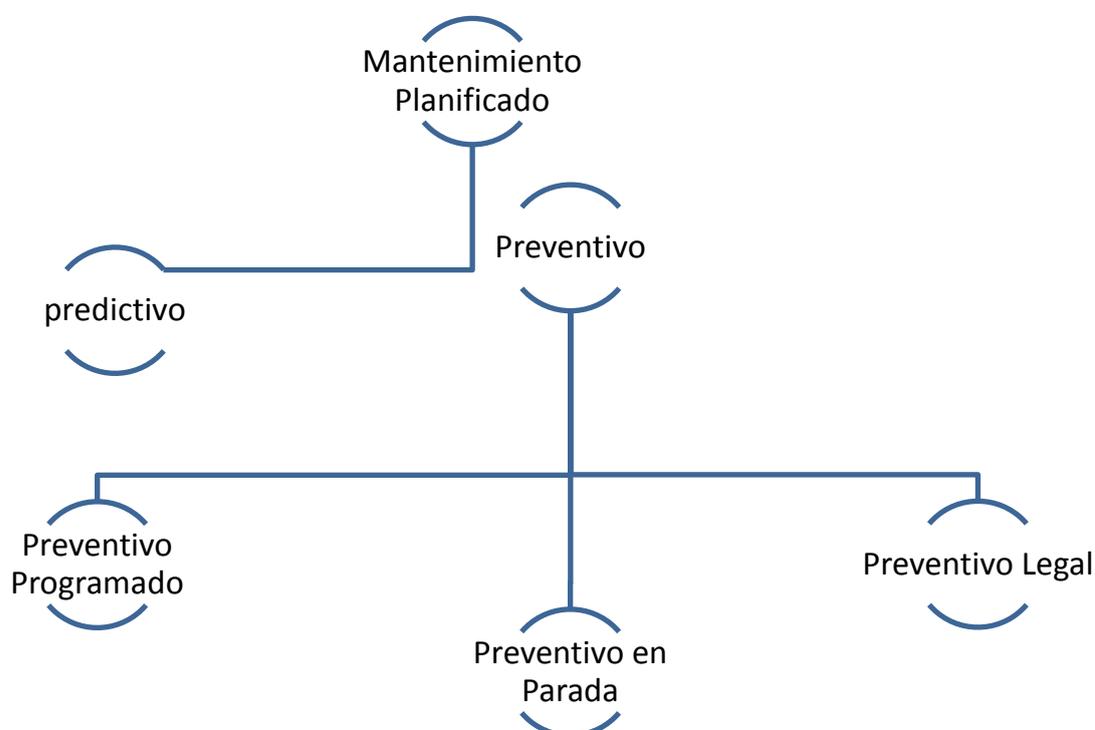
7.4.2.5. Mantenimiento planificado:

Para conseguir el objetivo de mantenimiento se puede afirmar que la mejor opción es una adecuada simbiosis entre el preventivo y el predictivo, pero aplicado en distintas escalas y proporciones, lo cual constituye el mantenimiento planificado (Sacristán., 2001).

Esto se debe a que el mantenimiento predictivo tiene características preventivas al adelantarse a la avería, pero a pesar de sus bondades no puede sustituir totalmente al mantenimiento preventivo, sino lo complementa por poder detectar daños de los equipos en operación y reduciendo así la intensidad de aplicación de éste, así como en otros ocurre lo contrario (Sacristán., 2001).

Diagrama 3 Organización del Mantenimiento Planificado

Fuente: edición propia



La organización, el campo y la forma del mantenimiento planificado, es como se describe:

a) Mantenimiento predictivo. Se aplica a todos los equipos de la planta que estén en funcionamiento, salvo aquellos que no sean accesibles a las necesarias inspecciones y los de muy escasa importancia operativa.

Su práctica se basa en la toma sistemática del mayor número posible de parámetros mecánico operacionales, que permitirá detectar averías incipientes, evolución y origen de las mismas.

Resulta de gran importancia la elección del período de las correspondientes inspecciones, los parámetros a controlar, la formación apropiada del personal y los instrumentos empleados tanto para la toma de datos como en su análisis y estudio.

Mediante la aplicación de esta técnica se pueden detectar fallos cuyo hallazgo no sería posible, o de muy costosa determinación por otras, así como de aquellas anomalías que precisan para su detección que el equipo esté en operación, tal es el caso de roces, desequilibrios, temperaturas anormales, ruidos, etc.

b) Preventivo programado.

Abarca una serie de ajustes, comprobaciones, inspecciones y sustituciones periódicas de componentes de equipos, que son necesarias para garantizar su correcto funcionamiento. En este grupo se engloban los engrases, limpieza de circuitos de refrigeración, verificación del estado de cojinetes antifricción, comprobación de los aprietes de ciertos elementos de unión críticos, etc.

Para efectuar éstas operaciones, en muchos casos, los equipos pueden estar en funcionamiento, en otros es preciso que estén fuera de servicio. Estos trabajos han de programarse por horas de funcionamiento u otros criterios de servicio. Tanto los períodos de revisión como las operaciones a efectuar han de estar cuidadosamente estudiados y son muy apropiados para un control informatizado. Las tareas que abarca ésta técnica permiten una detección de fallos que no es posible mediante técnicas predictivas, tales como la comprobación de sistemas de protección, las cuales no actúan habitualmente, desgastes, corrosiones y otros.

c) Preventivo en paradas.

Es el mantenimiento realizado en aquellos equipos a los que mediante mantenimiento predictivo se les ha detectado un deterioro incipiente que requiere una inspección en detalle.

También afecta a aquellos equipos y/o instalaciones cuya importancia o especiales características exigen revisiones o sustituciones periódicas. Para éstas operaciones es necesario que esté parada la planta, razón por la que su programación suele ajustarse a las correspondientes paradas de la planta afectada.

d) Preventivo legal.

Es el mantenimiento que se realiza tanto en plazos como en operaciones impuestas por imperativos de la reglamentación vigente.

No obedece a razones puramente técnicas.

De este modo se ha esquematizado un procedimiento racional de acometer el objetivo de mantenimiento: adelantarse mediante un mantenimiento planificado consistente en una parte predictiva y otra preventiva.

7.4.2.6. Mantenimiento mejorativo o de rediseños:

Mantenimiento Mejorativo o Rediseños, consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación. No es tarea de mantenimiento propiamente dicho, aunque lo hace mantenimiento (Sacristán., 2001).

7.4.2.7. Mantenimiento detectivo o búsqueda de fallas:

Consiste en la inspección de las piezas o conjuntos de elementos que están funcionando en lugares difíciles de observar a simple vista, a intervalos regulares, para ver si han fallado y reacondicionarlas en caso de falla (falla funcional) (Sacristán., 2001).

7.4.2.8. Mantenimiento energético ambiental:

El encarecimiento de los productos derivados del petróleo y por lo tanto, de la energía ha hecho aparecer en escena en estos últimos años una nueva modalidad del mantenimiento: el Energético.

Este mantenimiento posee los mismos principios que el mantenimiento típico aplicado a las máquinas con objeto de asegurar su conservación y funcionamiento, es decir, preventiva y correctivamente (Sacristán., 2001).

Sus metas son las siguientes:

- El mantenimiento preventivo energético busca evitar pérdidas de energía en cualquier instalación. Se da la mano y actúa simultáneamente con el mantenimiento preventivo de averías.
- El mantenimiento correctivo energético repara incidentes que ocasiona pérdidas de energía.

A grosso modo la energía que interviene en el funcionamiento o vida de una empresa se distribuye en cuatro grupos:

1. Energía consumida o pagada por una empresa,
2. Energía aprovechada o útil,
3. Pérdidas de energía justificadas, y
4. Pérdidas de energía recuperable.

Algunas fábricas con alta producción y equipos y maquinarias modernas logran aprovechar hasta un 75% de la energía consumida.

Otros en cambio, no pasan del 20 al 30%.

7.5. Costos de mantenimiento:

Cuando hablamos de costos en mantenimiento nos referimos a los que se van constatando en la realidad, con la marcha de las instalaciones y del funcionamiento real del servicio.

En un entorno cada vez más competitivo, cada vez adquiere más importancia el control de los costos de mantenimiento.

Estos pueden ser: directos e indirectos.

7.5.1. Los costos directos:

Los costos directos o de mantenimiento están compuestos por la mano de obra y los materiales necesarios para realizar el mantenimiento y repuestos utilizados.

7.5.2. Los costos indirectos:

Los costos indirectos o costos de avería son los derivados de la falta de disponibilidad o del deterioro de las funciones de los equipos. Estos no suelen ser objeto de una partida contable tal como se aplica a los costos directos, pero su volumen puede ser incluso superior a los directos.

El costo integral de mantenimiento tiene en cuenta todos los factores relacionados con una avería y no sólo los directamente relacionados con mantenimiento. Están formados por la suma de los costos directos más los costos indirectos.

El coste global o del ciclo de vida de un equipo incluye todos los costes en que se incurre a lo largo de toda la vida del equipo, entre los que se encuentran el coste directo de mantenimiento.

Conviene subrayar la importancia que tiene en mantenimiento la gestión del coste global de los equipos ya que si nos fijamos sólo en los costos de mantenimiento se podría pensar que suprimiendo momentáneamente el preventivo se reduciría los costos de mantenimiento.

Sin embargo en la práctica ello llevará a un deterioro progresivo de los equipos y en último término llevará a unos costos por fallos muy superiores a los ahorros conseguidos inicialmente.

Cuando hablamos de costo del ciclo de vida de un equipo incluimos:

- El costo de adquisición.
- Los gastos de su utilización, que a su vez incluyen:
- Los costos de funcionamiento.

- Los costos de mantenimiento.

7.6. Confiabilidad

Según Krishnamoorthi (1992), "confiabilidad se define como la probabilidad de que un producto dado desempeñe su función sin fallar, bajo ciertas condiciones y para un período de tiempo específico".

La medición de la confiabilidad nos arrojará respuestas para contestar las siguientes preguntas: ¿Qué tiempo durará la máquina sin fallar?, ¿Qué proporción de la población de un producto fallará antes del período de garantía?, ¿Cuánto tiempo de garantía puede darse a un nuevo producto?, etc.

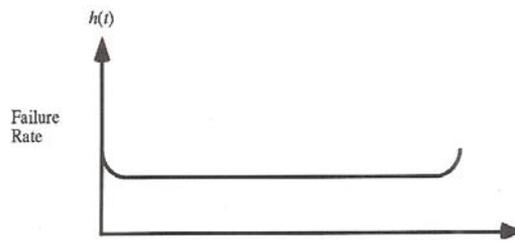
7.6.1. Distribución de frecuencias:

La distribución de frecuencias es la información básica donde se evalúan las medidas de confiabilidad. Debe expresarse en función del tiempo, para así interpretar su significado y la implementación sea más tratable y entendible. Se estima con una frecuencia de datos muestra tomados de la población Krishnamoorthi (1992),

7.6.2. Tasa o proporción de fracaso

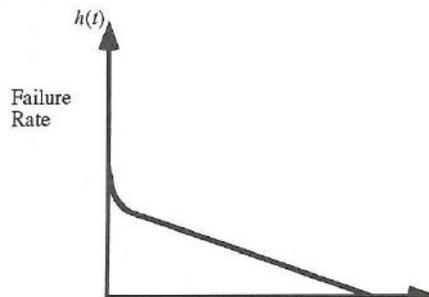
La tasa o proporción de fracaso (Failure o Hazard Rate) representa la propensión al fracaso que tiene un producto o máquina en función de su edad o tiempo de operación.

Esta tasa puede incrementar, disminuir, o permanecer constante dependiendo la naturaleza del producto. La tasa de proporción al fracaso se calcula mediante la distribución de frecuencias.

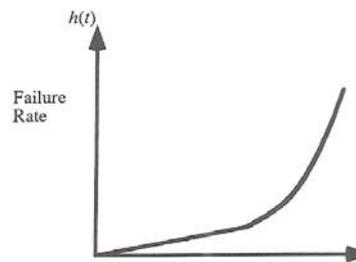


El promedio de falla se usa para medir la confiabilidad de un producto.

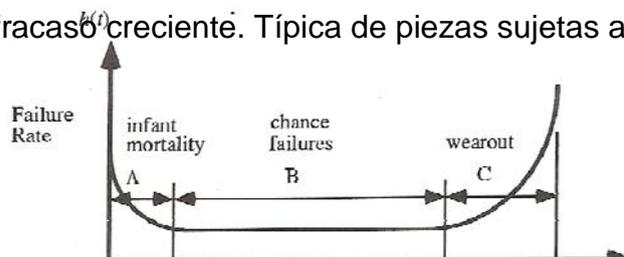
a) Curva de tasa de fracaso esencial constante. Curva típica de equipo electrónico y equipo electromecánico de uso.



b) Curva de tasa de fracaso decreciente. Típica en programas de computación.



c) Curva de tasa de fracaso creciente. Típica de piezas sujetas a degradación.



d) Curva de tasa de fracaso tubo de baño. Típica en equipo mecánico complejo.

Diferentes tipos de curva tasa de fracaso. Tomada de: (K.S. Krishnamoorthi.

Reliability Methods for Engineers. Milwaukee Wisconsin. ASQC. 1992.)

7.7. Estudio de reducción de tiempos de preparación SMED

SMED (Single Minute Exchange Die - Cambio de Matriz en Solo un Minuto). es una técnica perteneciente a la manufactura esbelta desarrollada por el japonés Shigeo Shingo cuando al estar evaluando un piso de producción, detecto una serie de retrasos importantes originados por un cambio de dados en una de la prensas que estaba evaluando, tanto por la forma en que eran ubicados en su sitio como por el tiempo invertido en colocar una sola pieza. A base de estudios de movimientos logró reducir el tiempo de colocación de los dados en un minuto. De esta actividad se deriva su nombre siendo las iniciales de "Single Minute Exchange of Die". (Shingo, 1985)

Esta herramienta fue usada en otros tipos de preparación de maquinaria y proporciona flexibilidad en la producción, reducción de inventario en proceso mediante producción de lotes pequeños, reducción del tiempo de preparación y combinación de operaciones de preparación.

En AALFS UNO S.A no se cuenta con la capacidad de insertar esta técnica en el sistema productivo, pero se trabaja con un estudio de reducción de tiempos que agilice el tiempo es si de todo el sistema de producción.

7.7.1. Pasos de SMED:

SMED para su implementación se basa en tres pasos principales (Shingo, 1985):

- Identificación de las actividades con el fin de separarlas según se elaboren a máquina encendida o máquina parada.
- Clasificarlas según el tipo de preparación al que pertenecen
- Reducir o eliminar pasos innecesarios una vez ubicados los pasos en su tipo de preparación, así como los que necesitan de grandes recorridos o tiempo invertido.

7.7.2. Funciones de SMED:

Una vez identificados y documentados los pasos de estos se dividen según el tipo de preparación (Shingo, 1985):

- Preparación interna ("set up" interno): Son todas aquellas actividades que pueden ser efectuadas solo cuando la máquina esta parada.
- Preparación externa ("set up" externo): Son todas aquellas actividades que pueden ser efectuadas solo cuando la máquina está trabajando.

En el tiempo de preparación externo es donde se puede mejorar y reducir hasta en un 50%, simplemente con un poco de organización y teniendo en cuenta las consideraciones siguientes:

- Ubicación de material y herramientas
- Materia prima disponible
- Operadores adiestrados
- Confianza al operador de manejar montajes
- Estandarizar herramental
- Métodos de sujeción y transporte efectivos

7.8. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El mantenimiento productivo total está dirigido a la maximización de la efectividad del equipo durante toda la vida del mismo. El TPM involucra a todos los empleados de un departamento y de todos los niveles; motiva a las personas para el mantenimiento de la planta a través de grupos pequeños y actividades voluntarias, y comprende elementos básicos como el desarrollo de un sistema de mantenimiento, educación en el mantenimiento básico, habilidades para la solución de problemas y actividades para evitar las interrupciones Pierre Béranger – Limusa – 1994

.

El TPM surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema para el control de equipos en las plantas con un nivel de automatización importante. En Japón, de donde es pues originario el TPM, antiguamente los operarios llevaban a cabo tareas de mantenimiento y producción simultáneamente; sin embargo, a medida que los equipos productivos se fueron haciendo progresivamente más complicados, se derivó hacia el sistema norteamericano de confiar el mantenimiento a los departamentos correspondientes;

sin embargo, la llegada de los sistemas cuyo objetivo básico es la eficiencia en aras de la competitividad ha posibilitado la aparición del TPM, que en cierta medida supone un regreso al pasado, aunque con sistemas de gestión mucho más sofisticados Pierre Béranger – Limusa - 1994.

La meta del TPM es la maximización de la eficiencia global del equipo en los sistemas de producción, eliminando las averías, los defectos y los accidentes con la participación de todos los miembros de la empresa. El personal y la maquinaria deben funcionar de manera estable bajo condiciones de cero averías y cero defectos, dando lugar a un proceso en flujo continuo regularizado. Por lo tanto, puede decirse que el TPM promueve la producción libre de defectos, la producción "justo a tiempo" y la automatización controlada de las operaciones Pierre Béranger – Limusa - 1994.

El resultado final de la incorporación del TPM deberá ser un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo.

La alta administración debe crear un sistema que reconozca y recompense la habilidad y responsabilidad de todo para el MPT. Una vez que los trabajadores adquieren el hábito del mantenimiento y limpieza de su lugar de trabajo, han adquirido disciplina.

Este tipo de mantenimiento engloba todo el sistema de la empresa y debe de ser el idóneo para toda empresa, lastimosamente en Nicaragua por falta de presupuesto de conocimiento y de cultura se plantea casi imposible incorporarlo

En la actualidad el TPM es el sueño de toda empresa, en Nicaragua estamos rezagados en mantenimientos correctivos y preventivos, sin dejar paso a un sistema de mantenimiento (TPM) que si bien su implementación es costosa se recuperaría la inversión aplicada en un tiempo determinado obteniendo así una mejoría notable de todo el sistema de producción.

7.8.1. Herramienta 5's:

Se llama estrategia de las cinco S porque representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan con la letra S. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar.

La herramienta de manufactura esbelta 5's es una filosofía que busca la efectividad en el trabajo por medio de la organización y estandarización de procesos. Así mismo

busca mejorar el ambiente de trabajo, reducir desperdicios y actividades que no agregan valor al proceso y producto, obtener espacios, mejorar la atmósfera de trabajo, todo esto con el fin de ser más eficientes las tareas desarrolladas diariamente para lograr calidad en el producto (Feld William, 2002).

Las 5's es una de las herramientas que mejoran día con día tanto a la producción de la empresa como al entorno laboral, el problema en Nicaragua es que no se puede educar de primas a primeras a las personal puesto que contamos con una cultura inadecua, y esto conllevaría a invertir más tiempo del estimado para ver frutos de la implementación de estas herramientas.

En AALFS UNO S.A se plantea la implementación de estas herramientas, la única limitante es en si la cultura inadecuada del personal, puesto que la cultura es un tanto desordenada llevaría años su total ejecución.

Las 5's provienen de 5 términos japoneses que son usados diariamente por cualquier persona, ya sea en su persona, casa, oficina, etc. Y se denominan así por la letra con la que empiezan.

7.8.2. Las 5's son:

- Seiri.- Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente
- Seiton.- Ordenar
- Seiso.- Limpieza
- Seiketsu.- Estandarizar
- Shitsuke.- Disciplina

Las cinco S son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón y hoy aplicado en empresas occidentales. No es que las cinco S sean características exclusivas de la cultura japonesa porque todos los no japoneses practicamos las cinco S en nuestra vida personal y en numerosas oportunidades no lo notamos. Se practica el Seiri y Seiton cuando se mantiene en lugares apropiados e identificados los elementos como herramientas, extintores, basura, toallas, libretas, reglas, llaves etc.

Se debe considerar que cuando nuestro entorno de trabajo está desorganizado y sin limpieza se pierde eficiencia y la moral en el trabajo reduce.

Son poco frecuentes las fábricas, talleres y oficinas que aplican en forma estandarizada las cinco S en igual forma como se mantienen las cosas personales a diario. Esto no debería ser así, ya que en el trabajo diario las rutinas de mantener el orden y la organización sirven para mejorar la eficiencia en nuestro trabajo y la calidad de vida en aquel lugar donde se pasa más de la mitad de la vida. Ante esto cabe la incógnita, ¿vale la pena mantenerlo desordenado, sucio y poco organizado?

Por esto cobra importancia la aplicación de la estrategia de las cinco S. No se trata de una moda, un nuevo modelo de dirección o un proceso de implantación japonés que nada tiene que ver con nuestra cultura latina. Simplemente, es un principio básico de mejorar nuestra vida y hacer de nuestro sitio de trabajo un lugar donde valga la pena vivir plenamente. Y si con todo esto, además se obtiene mejorar nuestra productividad y la de nuestra empresa ¿por qué no hacerlo?

7.8.2.1. SEIRI (Organizar):

Consiste en retirar del área o estación de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para la actividad a elaborar en el área de trabajo (William, 2002).

Clasificar consiste en:

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- Identificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.
- Mantener lo que necesitamos y eliminar lo que se tiene en exceso.
- Separa los elementos empleados de acuerdo a su nombre, uso y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden producir averías.
- Eliminar información innecesaria que nos pueden conducir a errores de interpretación o de actuación.

Ventajas de Clasificación y Descarte

1. Reducción de necesidades de espacio, stock, almacenamiento, transporte y seguros.

2. Evita la compra de materiales no necesarios y su deterioro.
3. Aumenta la productividad de las máquinas y personas implicadas.
4. Provoca un mayor sentido de la clasificación y la economía, menor cansancio físico y mayor facilidad de operación.

Para Poner en práctica la 1ra S debemos hacernos las siguientes preguntas:

1. ¿Qué debemos tirar?
2. ¿Qué debe ser guardado?
3. ¿Qué puede ser útil para otra persona u otro departamento?
4. ¿Qué deberíamos reparar?
5. ¿Qué debemos vender?
6. Otra buena práctica sería, colocar en un lugar determinado todo aquello que va ser descartado.

Y el último punto importante es el de la clasificación de residuos. Generamos residuos de muy diversa naturaleza: papel, plásticos, metales, etc. Otro compromiso es el compromiso con el medio ambiente ya que nadie desea vivir en una zona contaminada.

7.8.2.2. SEITON (Ordenar)

Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios para encontrarlos con facilidad, mejorar la visión y espacio de trabajo, así mismo el ordenar que permite (William, 2002):

La organización es el estudio de la eficacia. Es una cuestión de cuán rápido uno puede conseguir lo que necesita, y cuán rápido puede devolverla a su sitio nuevo.

Cada cosa debe tener un único, y exclusivo lugar donde debe encontrarse antes de su uso, y después de utilizarlo debe volver a él. Todo debe estar disponible y próximo en el lugar de uso.

Tener lo que es necesario, en su justa cantidad, con la calidad requerida, y en el momento y lugar adecuado nos llevará a estas ventajas:

1. Menor necesidad de controles de stock y producción.
2. Facilita el transporte interno, el control de la producción y la ejecución del trabajo en el plazo previsto.
3. Menor tiempo de búsqueda de aquello que nos hace falta.
4. Evita la compra de materiales y componentes innecesarios y también de los daños a los materiales o productos almacenados.
5. Aumenta el retorno de capital.

6. Aumenta la productividad de las máquinas y personas.
7. Provoca una mayor racionalización del trabajo, menor cansancio físico y mental, y mejor ambiente.

Para tener claros los criterios de colocación de cada cosa en su lugar adecuado, responderemos las siguientes preguntas:

1. ¿Es posible reducir el stock de esta cosa?
2. ¿Esto es necesario que esté a mano?
3. ¿Todos llamaremos a esto con el mismo nombre?
4. ¿Cuál es el mejor lugar para cada cosa?

Y por último hay que tener en claro que:

1. Todas las cosas han de tener un nombre, y todos deben conocerlo.
2. Todas las cosas deben tener espacio definido para su almacenamiento o colocación, indicado con exactitud y conocido también por todos.

Con todo esto podemos:

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro.
- En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.
- Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza.
- Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción.

7.8.2.3. ISO (Limpieza)

La limpieza implica eliminar basura, polvo y suciedad de todos los elementos de la planta. La limpieza también implica el diseño de aplicaciones que permitan disminuir la suciedad y hacer más seguro el ambiente de trabajo. (William, 2002)

La limpieza la debemos hacer todos.

Es importante que cada uno tenga asignada una pequeña zona de su lugar de trabajo que deberá tener siempre limpia bajo su responsabilidad. No debe haber ninguna parte de la empresa sin asignar. Si las persona no asumen este compromiso la limpieza nunca será real.

Toda persona deberá conocer la importancia de estar en un ambiente limpio. Cada trabajador de la empresa debe, antes y después de cada trabajo realizado, retirara cualquier tipo de suciedad generada.

Beneficios

1. Un ambiente limpio proporciona calidad y seguridad, y además:
2. Mayor productividad de personas, máquinas y materiales, evitando hacer cosas dos veces
3. Facilita la venta del producto.
4. Evita pérdidas y daños materiales y productos.
5. Es fundamental para la imagen interna y externa de la empresa.

Para conseguir que la limpieza sea un hábito tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Todos deben limpiar utensilios y herramientas al terminar de usarlas y antes de guardarlos
2. Las mesas, armarios y muebles deben estar limpios y en condiciones de uso.
3. No debe tirarse nada al suelo
4. No existe ninguna excepción cuando se trata de limpieza. El objetivo no es impresionar a las visitas sino tener el ambiente ideal para trabajar a gusto y obtener la Calidad Total

Para implementar la limpieza debemos tener en cuenta los siguientes puntos:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento: "la limpieza es inspección"
- Se debe abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.

- El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor clasificación.
- No se trata únicamente de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias.

7.8.2.4. SEIKETSU (Estandarizar):

Estandarizar es aquel proceso que permite mantener el estado de orden y limpieza obtenido por la implementación de las S anteriores. Este proceso solo se obtiene si los trabajadores, supervisores mantienen esta cultura de mejora y organización. Una de las herramientas para estandarizar es el uso de normas basadas en listas las cuáles cada empleado debe cumplir y hacer cumplir para la mejora de la empresa. (William, 2002)

La estandarización pretende:

- Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras S
- Enseñar al operario a elaborar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
- Las normas deben contener los elementos necesarios para efectuar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento
- Las normas de limpieza, lubricación y aprietes son la base del mantenimiento
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta

Una técnica muy usada es el “visual management”, o gestión visual. Esta Técnica se ha mostrado como sumamente útil en el proceso de mejora continua. Se usa en la producción, calidad, seguridad y servicio al cliente.

Consiste en grupo de responsables que realiza periódicamente una serie de visitas a toda la empresa y detecta aquellos puntos que necesitan de mejora.

Una variación mejor y más moderna es el “colour management” o gestión por colores. Ese mismo grupo en vez de tomar notas sobre la situación, coloca una serie de tarjetas, rojas en aquellas zonas que necesitan mejorar y verdes en zonas especialmente cuidadas.

Normalmente las empresas que aplican estos códigos de colores nunca tiene tarjetas rojas, porque en cuanto se coloca una, el trabajador responsable de esa área soluciona rápidamente el problema para poder quitarla.

Las ventajas de uso de la 4ta S

1. Facilita la seguridad y el desempeño de los trabajadores.
2. Evita daños de salud del trabajador y del consumidor.
3. Mejora la imagen de la empresa interna y externamente.
4. Eleva el nivel de satisfacción y motivación del personal hacia el trabajo.
5. Recursos visibles en el establecimiento de la 4ta. S:
6. Avisos de peligro, advertencias, limitaciones de velocidad, etc.
7. Informaciones e Instrucciones sobre equipamiento y máquinas.
8. Avisos de mantenimiento preventivo.
9. Recordatorios sobre requisitos de limpieza.
10. Aviso que ayuden a las personas a evitar errores en las operaciones de sus lugares de trabajo.
11. Instrucciones y procedimientos de trabajo.

Hay que recordar que estos avisos y recordatorios:

- Deben ser visibles a cierta distancia.
- Deben colocarse en los sitios adecuados.
- Deben ser claros, objetivos y de rápido entendimiento.
- Deben contribuir a la creación de un local de trabajo motivador y confortable.

7.8.2.5. SITSUKE (Disciplina)

La última S se ubica en evitar que los procedimientos ya establecidos se ignoren y a la larga se olviden, ya que estos nos otorgarán los beneficios encontrados de manera momentánea con la aplicación de esta herramienta de manufactura esbelta. (William, 2002)

Disciplina no significa que habrá unas personas pendientes de nosotros preparados para castigarnos cuando lo consideren oportuno. Disciplina quiere decir voluntad de

hacer las cosas como se supone se deben hacer. Es el deseo de crear un entorno de trabajo en base de buenos hábitos.

Mediante el entrenamiento y la formación para todos (¿Qué queremos hacer?) y la puesta en práctica de estos conceptos (¡Vamos hacerlo!), es como se consigue romper con los malos hábitos pasados y poner en práctica los buenos.

En suma se trata de la mejora alcanzada con las 4 S anteriores se convierta en una rutina, en una práctica más de nuestros quehaceres. Es el crecimiento a nivel humano y personal a nivel de autodisciplina y autosatisfacción.

Esta 5 S es el mejor ejemplo de compromiso con la Mejora Continua. Todos debemos asumirlo, porque todos saldremos beneficiados.

Así mismo para mejorar la calidad de vida en el trabajo como persona y compañero se deben ubicar los siguientes puntos:

- El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.
- Elaborar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Promover el hábito de autocontrol y reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración.
- Mejorar el respeto de su propio ser y el de los demás.

7.8.2.6. Objetivo de las 5's:

El objetivo central de las 5'S es lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en los centros de trabajo.

La aplicación de las 5S satisface múltiples objetivos. Cada 'S' tiene un objetivo particular:

- Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil
- Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz
- Mejorar el nivel de limpieza de los lugares
- Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden
- Fomentar los esfuerzos en este sentido

Por otra parte, el total del sistema permite:

- Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal (es más agradable trabajar en un sitio limpio y ordenado)
- Reducir los gastos de tiempo y energía
- Reducir los riesgos de accidentes o sanitarios
- Mejorar la calidad de la producción

7.9. Fallas

El término de falla se plantea cuando un componente o equipo ha perdido la capacidad de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado, ya sea en cantidad o calidad. Las fallas son la razón de ser del mantenimiento, debido a que a éste le corresponde prevenirlas y corregirlas para aumentar la disponibilidad del equipo.

Las fallas son los enemigos número uno de las líneas de producción, aunque muchas de ellas se pueden prevenir, anticipar y diagnosticar hay muchas de ellas que por más que se trate el equipo estas siempre aparecen de manera inoportuna causando retrasos e inconvenientes.

En AALFS UNO S.A. el tema de las fallas se maneja con cautela puesto que cuando surgen de manera esporádica conllevan en si a retrasos en el sistema de producción recurriendo de manera inmediata a mantenimientos correctivos para solucionar las fallas.

7.9.1. Análisis de Fallas:

Es un procedimiento mediante el cual, utilizando una serie de técnicas, ensayos, medidas y observaciones, se determina el origen y las causas de la falla de una pieza, parte o componente de un equipo, máquina o estructura

7.9.2. Técnicas para Determinar las Fallas y Sus Causas:

Debido a la cantidad de fallas que ocurren en los diferentes equipos se hace necesaria la aplicación de un criterio selectivo para atacar, en primer lugar las fallas que impactan negativamente en los resultados de mantenimiento y luego se aplican otras metodologías para analizar en detalle las causas y sus fallas. Análisis Causa-Efecto (Espina de pescado / Diagrama de ishikawa)

Es una técnica gráfica que permite apreciar con claridad las relaciones entre un problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que esto ocurra. El efecto se considera como la característica de calidad que necesita mejora,

las causas son los factores de influencia. El diagrama Causa-Efecto puede utilizarse para: visualizar, en equipos, las causas principales y secundarias de un problema, la ampliación de la visión de las posibles causas de un problema, enriqueciendo su análisis y la identificación de soluciones, analizar procesos en búsqueda de mejoras, conducir a modificar procedimientos, métodos, costumbres con soluciones, muchas veces, más sencillas, mostrar el nivel de conocimientos técnicos que existen en la empresa sobre un determinado problema, etc.

Los pasos para construir el diagrama Causa-Efecto son los siguientes:

- Definir con precisión el fenómeno o falla (efecto).
- Elaborar un listado de todos los aspectos que tienen o podrían tener influenciasobre la aparición de los fenómenos (causas).
- Ordenar las causas del punto anterior, teniendo presente que algunas soncausas principales y otras secundarias; que son las que provocan las causasprincipales.
- Dibujar una flecha amplia de izquierda a derecha y escribir el efecto al finalde la flecha, como se muestra en la figura 1.2.
- Esquematzar las causas principales que pudieran estar provocando las fallas,dirigiendo una rama en forma de flecha a la flecha principal (figura 1.2).
- Esquematzar sobre las ramas de las causas principales, las causas secundariasque influyan en ellas.

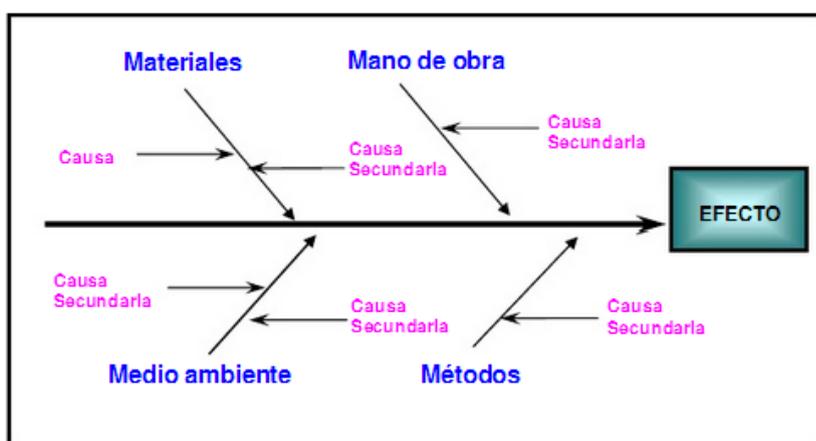


Figura N° 3 Representación del esquema de un Diagrama causa- efecto (Ishikawa)

7.10. Inventario técnico de los equipos

Una vez elaborada la lista de equipos es muy importante identificar cada uno de los equipos con un código único. Esto facilita su localización, su referencia en órdenes de trabajo, en planos, permite la elaboración de registros históricos de fallos e intervenciones, permite el cálculo de indicadores referidos a áreas, equipos, sistemas, elementos, etc., y permite el control de costos. Básicamente, existen dos posibilidades a la hora de codificar: TORRES, L. (2005)

7.10.1. Sistema de Codificación No Significativos

Son sistemas que asignan un número o un código correlativo a cada equipo, pero el número o código no aporta ninguna información adicional. TORRES, L. (2005)

La ventaja del empleo de un sistema de codificación No Significativo, de tipo correlativo, es la simplicidad y la brevedad del código. Con apenas cuatro dígitos es posible codificar la mayoría de las plantas industriales. La desventaja es la dificultad para ubicar una máquina a partir de su código: es necesario tener siempre a mano una lista para poder relacionar cada equipo con su código. Eso, o tener una memoria prodigiosa TORRES, L. (2005).

7.10.2. Sistemas de Codificación Significativos o Inteligentes

En el que el código asignado aporta información. Un sistema de codificación significativo aporta valiosa información sobre el equipo al que nos referimos: tipo de equipo, área en el que está ubicada, familia a la que pertenece, y toda aquella información adicional que queramos incorporar al código. El problema es el que al añadir más información el código aumenta de tamaño TORRES, L. (2005).

Información útil que debe contener el código de un ítem: La información que debería contener el código de una máquina debería ser el siguiente:

- Planta al que pertenece.
- Departamento al que pertenece.
- Área al que pertenece.
- Tipo de máquina.

Codificación de los equipos

A= Alfabético

Mascarilla utilizada: AA-AAA-AAA-AANN N=

Numérico

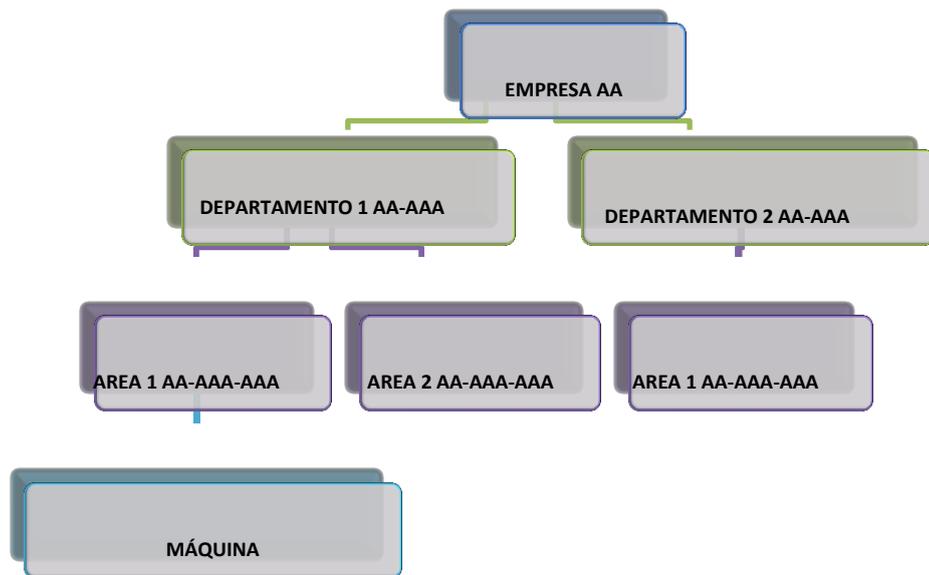


Figura 4: Codificación de las máquinas Bernal, C. A. (2010).

VIII. DISEÑO METODOLOGICO

Con el propósito de responder a las preguntas de investigación planteadas y cumplir con el objetivo del estudio el investigador debe seleccionar un diseño de investigación específico (Hernández Sampieri, 2006). Por lo tanto, el diseño de investigación seleccionado se explica a continuación.

8.1. Ubicación geográfica

El estudio se desarrollará en el municipio de Sébaco del departamento de Matagalpa en la empresa textil AALFS UNO S.A.

8.1.1. Referencias teóricas

8.1.1.1. Variable: Derivada del término en latín *variabilis*, variable es una palabra que representa a aquello que varía o que está sujeto a algún tipo de cambio. Se trata de algo que se caracteriza por ser inestable, inconstante y mudable. En otras palabras, una variable es un símbolo que permite identificar a un elemento no especificado dentro de un determinado grupo. Recuperado de <http://definicion.de/variable/>

8.1.1.2. Investigación descriptiva: La investigación descriptiva, también conocida como la investigación estadística, describen los datos y características de la población o fenómeno en estudio. La Investigación descriptiva responde a las preguntas: quién, qué, dónde, por qué, cuándo y cómo. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/47429622/INVESTIGACION-DESCRIPTIVA>

8.1.1.3. Corte transversal: Son estudios diseñados para medir la prevalencia de una exposición y/o resultado en una población definida y en un punto específico de tiempo. Los estudios transversales pueden ser descriptivos o analíticos: Descriptivos: simplemente describen la frecuencia de una exposición(s) o resultado(s) en una población definida. Recuperado de http://www.gfmer.ch/Educacion_medica_Es/Pdf/Estudios_transversales_2005.pdf

8.2. Tipo de investigación

Mediante el presente estudio se evaluará el plan de mantenimiento utilizado en el área de calderas de AALFS UNO S.A, Sébaco. En el que se tomara como base la objetividad y el comportamiento de la variable de estudio.

El estudio comprende la situación actual del área de producción de vapor. La investigación presentada a continuación es descriptiva porque en ella se detalla el estado actual del uso del plan de mantenimiento en la maquinaria involucrada y es de corte transversal: porque se tomaron datos de carácter cuantitativos en un tiempo definido para posteriormente compararlos. Para la recopilación de datos se realizó una entrevista y se realizaron observaciones científica en las diferentes etapas de ejecución del plan de mantenimiento actual.

Para la obtención de información sobre la adecuada ejecución del mantenimiento se utilizaron también manuales técnicos elaborados por la empresa que fabrica dichas máquinas, la que nos ayudo a determinar algunos elementos de gran importancia para el estudio.

8.3. Variables

Las variables estudiadas en la presente investigación son:

8.3.1. Variables independientes

- Fallas de las máquinas.
- Costos de mantenimiento.
- Tiempo muerto de las máquinas.
- Funcionamiento de los equipos.
- Disponibilidad de repuestos.
- Recursos para mantenimiento.
- Alimentación de agua.
- Calidad del agua.
- Caldera.
- Seguridad Ocupacional.

8.3.2. Variables dependientes

- Mantenimiento.
- Mantenimiento Total.
- Sistema de producción de vapor.

8.4. Técnicas de investigación

Para la recopilación de datos se realizó una entrevista la cual se estructuró en base a preguntas abiertas y cerradas referentes al plan de mantenimiento actual.

Para ello se tomara como población al personal de producción de vapor que consta de 12 colaboradores: 1 Supervisor, 3 Operadores, 1 mecánico de calderas, 1 eléctrico de calderas y 6 ayudantes de la maquinaria, los que también representan nuestra muestra, para un máximo nivel de confianza (100%).

Mediante observación científica en las diferentes etapas de ejecución del plan de mantenimiento actual se obtendrá información de cada uno de los conceptos o variables definidas en los objetivos del estudio.

Para la obtención de información sobre la adecuada ejecución del mantenimiento se utilizó también manuales técnicos elaborados por la empresa que fabrica dichas máquinas, la que nos ayudó a determinar algunos elementos de gran importancia para el estudio.

IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

9.1. Diagnóstico

Actualmente la fábrica textil “AALFS UNO S.A”, se encuentra empeñada en implantar cambios importantes y desarrollar sus recursos a todo nivel. En sus estructuras operativas y organizativas las mejoras están sustentadas en actividades de capacitación y actualización, como también en el rediseño o mejora del producto que sale al mercado textil.

“AALFS UNO S.A” busca situarse como una empresa del futuro, altamente competitiva, con un esquema de calidad en servicio, acorde a los modelos del Libre Mercado y a la nueva era de la Globalización. Para lo que, se ha planteado el reto en una serie de objetivos a corto, mediano y largo plazo, que le permitan responder acertadamente a los plenos intereses de sus accionistas, directivos, administrativos, operativos, clientes y sociedad en general.

9.2. Instalaciones actuales

A pesar de que “AALFS UNO S.A” progresivamente ha venido renovando sus instalaciones, infraestructura y maquinaria, con la consecuente innovación de la tecnología, todavía mantiene en gran parte el stock original, por considerarlo pilar de partida sólida y proba de la empresa.

El área de mantenimiento actual en la planta de acabados, trabaja superando serios obstáculos, al tratar de mantener utilizable la infraestructura y maquinaria inicial, así como su ordenamiento elemental.

Dada esta situación, se hace imprescindible establecer cambios importantes en los programas y procesos de mantenimiento, para lograr las adaptaciones que cumplan con las condiciones y requerimientos tanto de los clientes internos, como de los clientes externos, a lo que se llegará con la evaluación del presente Plan.

9.2.1. La planta de acabados y los servicios industriales

La planta de acabados cuenta con un amplio parque de maquinarias pesadas y medianas, que se utilizan en el proceso de acabado del producto textil y es en donde está localizada el área de mantenimiento y servicios industriales o “cuarto de máquinas”, que incluye a los calderas de vapor. En éste lugar específicamente, se realizó: la investigación, estudio, análisis y pruebas de procedimientos necesarios para el desarrollo de la presente tesis.

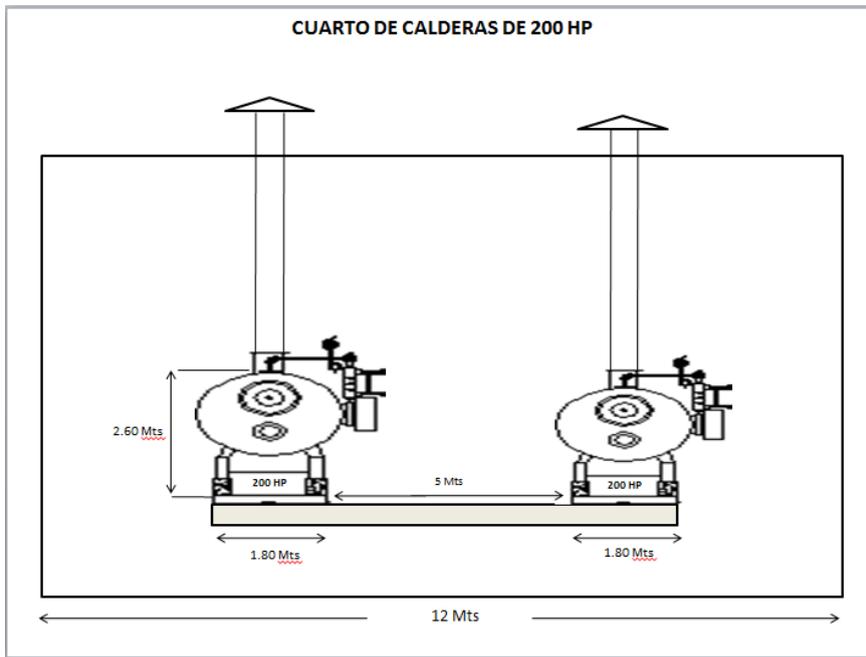
Además de las calderas de vapor, el área de producción de vapor integra complementariamente, lo siguiente:

- ✓ tanques de tratamiento de aguas duras y residuales,
- ✓ tanques de almacenamiento de agua potable,
- ✓ bombas de agua,
- ✓ generador alternativo de energía eléctrica,
- ✓ compresores,
- ✓ un caldero de aceite térmico,
- ✓ torno, y
- ✓ otros equipos auxiliares.

Nota: el torno se utiliza para hacer piezas a medida,

9.2.2. Los calderos de vapor que se utilizan actualmente

Se dispone de: 2 calderas de vapor, tipo biomasa, activas, trabajando alternativa o simultáneamente, según sean las necesidades parciales o totales de vapor, que las máquinas y/o equipos de la planta lo requieran. Estas queman cascarilla de arroz las cuales consumen casi por completo la cascarilla de arroz, lo que queda es una ceniza que es colocada en un pozo y mezclada con agua, luego se llama a la alcaldía de



sébaco y ellos se encargan de este residuo.

Figura 5 cuarto de calderas (plano de la empresa)

La nave industrial tiene una superficie de 360 m². (30 m. x 12m.). Está situada a 14m. de distancia del anillo de abastecimiento de vapor para los procesos del acabado textil en planta, y a 200 m. de la Sanforizadora Morrison, máquina principal en consumo de vapor, misma que está activada permanentemente durante las horas productivas, en función directa con la de presión de vapor; si la citada condición fluctúan entre los parámetros aceptables (+/-5 psi), el proceso es óptimo, más, de producirse picos de variación alta o baja, ocasionarían defectos de calidad en los tejidos y por ende pérdidas por reproceso. Nunca debe ser la presión de vapor < 85 psi en los calderos. La construcción estructural del cuarto de máquinas es de hormigón armado, y su techo está a una altura promedio de 10 metros, de éste

emergen varias chimeneas con un promedio de 25 metros de altura, para la evacuación de humos de los calderos de vapor.

En la figura N° 6 podemos observar las características externas de un Caldero de vapor tipo biomasa.



Figura N° 6: Caldero de vapor tipo biomasa:

Los calderos de vapor proveen de energía calorífica y presión de vapor a las máquinas que intervienen en los procesos de la planta de acabados, de ahí que son el elemento principal para activar el funcionamiento de la planta y por ende para lograr un buen acabado textil.

Abastecen a:

- ✓ Sanforizadora,
- ✓ Chamuscadora,
- ✓ Lavadora,
- ✓ Estampadora, y
- ✓ Laboratorio de investigación y calidad.

9.3. Gestión actual en el equipo de mantenimiento

Es fundamental la coparticipación del personal en la gestión de mantenimiento, por ello, en AALFS UNO S.A se realizan reuniones al inicio de cada jornada, en las que se revisa el trabajo del día anterior y se analizan todas las inquietudes respecto al mantenimiento realizado, para luego proceder a determinar los correctivos y ajustes inmediatos pertinentes, si el caso lo amerita y obtenerse recomendaciones para mejoras posteriores.

Para ejecutar el programa inmediato del día, se conforman grupos de trabajos en número variable, de acuerdo a la contingencia necesaria y al número de horas hombre disponibles.

9.3.1. Manejo de información actual para mantenimiento del área de producción de vapor.

El sistema de información para la gestión del mantenimiento actual, se lo maneja mediante la creación y utilización de registros, formularios, tablas y cuadros que establecen: programas, prioridades, frecuencias y presupuestos, con los cuales el equipo de trabajo cumple su tarea.

En las oficinas de mantenimiento se pudo recabar informes, formularios y cuadros de reportes (ver anexos 4 y 5), mismos que servirán para futuras fallas.

9.3.2. Estructuración y codificación de equipos

Para la codificación de los equipos en esta empresa textil se utilizó once dígitos estipulados de la siguiente manera:

- Los cinco primeros dígitos son alfanuméricos que corresponden a la localización de los equipos.
- Los dos siguientes dígitos alfabéticos indican el área donde están ubicados.
- Los dos siguientes dígitos alfabéticos corresponden al nombre del equipo.
- Los dos siguientes dígitos que son numéricos corresponden al número de activo.

Como se muestra en la tabla 4.1 y con la explicación antes señalada, las maquinas que conforman el sistema de producción de vapor están debidamente codificadas, se nos ara más fácil hacer mención de ellas.

Tabla 4.1: CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

				
LOCALIZACIÓN	ÁREA	EQUIPO	ACTIVO	CÓDIGO
AALFS UNO S.A, Sébaco,	CUARTO DE MÁQUINAS	CALDERA	01	AALFS – CM – CA – 01
		CALDERA	02	AALFS – CM – CA – 02
		GENERADOR	01	AALFS – CM – GE – 01
		GENERADOR	02	AALFS – CM – GE – 02
		BOMBA	01	AALFS – CM – BM – 01
		BOMBA	02	AALFS – CM – BM – 02
		BOMBA	03	AALFS – CM – BM – 03
		BOMBA	04	AALFS – CM – BM – 04

Fuente Ingeniero Osmar Mairena supervisor de AALFS UNO S.A

9.3.3. Banco de tareas, procedimientos, determinación y programación de frecuencias

Para una organización, fácil y mejor entendimiento de las tareas, se las ha simplificado en limpiar, lubricar, revisar, cambiar y otro para el caso que exista otro tipo de acción preventiva que se tenga que realizar en alguna máquina, con el objeto que sus mecanismos y partes funcione correctamente y se mantengan en buen estado.

Esto ayudara a que el personal implicado en la ejecución del mantenimiento no se confunda y realice un trabajo erróneo que solo lleve a invertir más recursos en las tareas de mantenimiento programado.

Los procedimientos son el conjunto de actividades que se realiza en cada uno de los trabajos de mantenimiento determinados en las distintas tareas a realizar por equipo.

Para el caso de la organización de las frecuencias también se las resume para que sea de fácil entendimiento por parte del personal encargado de mantenimiento. Se lo realizó basado en los manuales provistos por los fabricantes de las máquinas.

Tabla 4.2: ORGANIZACIÓN DE FRECUENCIAS

			
DESCRIPCIÓN	SIMPLIFICACIÓN	EJEMPLO	SIGNIFICADO
Día(s)	D	1D	1 Día
Semana(s)	S	2S	2 Semanas
Mes(es)	M	3M	3 Mes
Año(s)	A	2A	2 Años

Fuente Ingeniero Osmar Mairena supervisor de AALFS UNO S.A

Tabla 4.3: ORGANIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL CALDERA 1 PARA EL AÑO 2016.

 PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA EL AÑO 2016 DE CALDERA 1 CÓDIGO TÉCNICO: AALFS – CM – CA – 01															
N	TARE	Frecuenc	E	Fe	M	A	M	Ju	Ju	Ag	S	O	N	D	
1	Revisar los parámetros de funcionamiento	1D	Todos los días												
2	Realizar la purge	1D	Todos los días												
3	Dosificar con químico el agua	1S	52 tareas al año												
4	Revisar la máquina	1S	52 tareas al año												
5	Revisar el acople y el nivel de aceite en el compresor de aire	1M	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	5	
6	Cambiar el acople del compresor de aire	1A													
7	Lubricar el dámper y el motor del ventilador de succión forzada	2M	4		4		4		4		5		4		
8	Limpiar el tamizador de aceite y el limpiador de aire del compresor de	1M	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	5	
9	Limpiar el compresor de aire	6M	4						4						
1	Limpiar el tanque de retorno de diésel	3M	4			4			4			4			
1	Revisar la válvula de seguridad	3M	4			4			4			4			
1	Revisar e limpiar los tableros de control	6M	5						5						
1	Limpiar los filtros de combustible	2M	5		7		5		5		5			5	
1	Limpiar la cámara de agua y revisar internamente	1A												2	
1	Limpiar el McDonnell	1A												2	
1	Lubricar los rodamientos de los motores eléctricos M2-M5	1A												2	
1 7	Lubricar los rodamientos de los motores eléctricos M1-M3-M4-M6 y de los soportes de las bombas	3M	5			5			5			5			
1 8	Cambiar almohadillas de acero del tanque aire-aceite del compresor de aire	2A													
1	Baqueteada y cambio de sellos	1A												2	

Fuente Ingeniero Osmar Mairena supervisor de AALFS UNO S.A

Tabla 4.4: ORGANIZACIÓN DE TAREAS, PROCEDIMIENTOS, FRECUENCIAS, PERSONAL, HERRAMIENTAS, REPUESTOS Y MATERIALES DEL CALDERA 1

Fuente Ingeniero Osmar Mairena supervisor de AALFS UNO S.A

			
EQUIPO	CALDERA 1		
CÓDIGO TÉCNICO	AALFS – CM – CA – 01		
DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO			
AALFS	Empresa textil	CA	Caldera
CM:	Casa de Máquinas	01:	Número de activo

Parte Principal: Máquina General		Frecuencia: 1D
Personal: Encargado.		
Tarea: Revisar los Parámetros de Funcionamiento		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando el caldero este en operación 2. Verificar que el nivel de agua sea el óptimo al de operación, es decir que en la columna de cristal el nivel de agua no sea menor de 2 plg. 3. Verificar la presión de la caldera (± 75 PSI), la presión de entrada de aire o de atomización (4 PSI), la presión de entrada del combustible (20 PSI), la presión en la bomba de aire (16 PSI) y la temperatura de los gases de la combustión (320-400 °F) 4. Revisar los radares en los tanques reservorios de agua 		
Herramientas	Repuest	Material
		Guaipe

Parte Principal: Máquina General		Frecuencia: 1D
Personal: Encargado		
Tarea: Realizar la Purga del Agua		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando el caldero este en operación en llama baja 2. Realizar la purga según lo indicado por la compañía de tratamiento de aguas, de fondo 2 válvulas (15 seg.) y de superficie (7 seg.) (Horizontal). 3. Se recomienda abrir las válvulas lentamente durante el tiempo indicado. Bajo ningún motivo retirarse sin cerrar las válvulas 		
Herramientas	Repuest	Material
		Guaipe

Parte Principal: Máquina General		Frecuencia: 1D
Personal: Encargado		
Tarea: Revisar la Máquina		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando el caldero este en operación 2. Revisar el correcto funcionamiento de la válvula de cierre de combustible abriendo y cerrando levemente 3. Revisar que no exista fugas en las conexiones de aire y combustible 4. Revisar los controles de operación y limitadores especialmente el de bajo nivel de agua. Ponga al caldero a funcionar en fuego bajo y haga que el agua vaya hasta el nivel bajo (McDonnell) y verifique su funcionamiento el caldero debe apagarse en ese momento debe sonar la alarma de bajo nivel de agua, luego encender de nuevo 5. Revisar el estado de la columna de cristal del nivel de agua este en buenas condiciones y fugas de vapor en los empaques del tubo de cristal 6. Revisar si todas las señales luminosas funcionan adecuadamente 7. Revisar el estado de la leva moduladora de diesel y el dámper 		

8. Revisar el estado de los motores, es decir medir la temperatura, vibración, ruido, de los rodamientos y la corriente consumida este dentro de los parámetros		
9. Revisar sobre ruidos extraños, vibraciones, condiciones anormales o cualquier otro		
10. Cualquier anomalía debe ser reportada para programar el mantenimiento		
Herramientas	Repuest	Material
Termómetro laser,		Guaipe

Parte Principal: Dámper		Frecuencia: 2M
Personal: Mecánico		
Tarea: Lubricar el Dámper y el Motor del Ventilador		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apagar y desenergizar la máquina 2. Lubricar los gonces del dámper 3. Lubricar el motor del ventilador con graseo 		
Herramientas	Repuest	Material
Grasero manual		Guaipe, aceite SAE 30, grasa multiuso spherol BM2

Parte Principal: Sistema eléctrico		Frecuencia: 2M
Personal: Encargado		
Tarea: Inspección del sistema eléctrico		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apagar la máquina 2. Desconectar y bloquear el sistema eléctrico 3. Comprobar la ausencia de corriente 4. Revisar el estado de los cables 5. Revisar luces de señalización 6. Revisar fusibles 7. Inspección de elementos de protección y control 8. Conectar la máquina 9. Verificar la llegada de voltaje requerido 		
Herramientas	Repuest	
Maletín de herramientas		Taype, Guaipe

Parte Principal: McDonnell		Frecuencia: 1A
Personal: Mecánico		
Tarea: Limpiar el McDonnell		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apagar y desenergizar la máquina 2. Desconectar la alimentación eléctrica de las ampollas de mercurio 3. Quitar el visor de cristal 4. Desmontar la boya 5. Desarmar, limpiar y revisar las válvulas de descarga de oxígeno 6. Desarmar, limpiar y revisar las válvulas del visor del nivel de agua 7. Desmontar el McDonnell, limpiar todo el sedimento acumulado en la parte interna 8. Desmontar y baquetear el tubo de los presostatos y el manómetro de presión 9. Volver a montar el McDonnell y el tubo de los presostatos en forma inversa al desmontaje 10. Calibrar el nivel de agua, con la ayuda de las ampollas de mercurio 11. Calibrar la ampolla de mercurio de bajo nivel de agua 		
Herramientas	Repuest	Material
Maletín de herramientas, llaves para tubo (juego), cepillo de acero		Guaipe, detergente, teflón, permatex, asbesto grafitado de 0,5 mm, 2 empaques del tubo del visor (5/8)

Parte Principal: Motores Eléctricos y Bombas		Frecuencia: 1a
Personal: 2 Mecánicos		
Tarea: Lubricar los Rodamientos de los Motores Eléctricos y de los Soportes de las Bombas		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apagar y desenergizar la máquina 2. Desmontar los motores eléctricos 3. Abrir los motores y proceder a realizar la limpieza interna de sus componentes con aire comprimido a baja presión 4. Revisar el estado de los rodamientos sujételos por la pista interna y gire la pista externa. El rodamiento no deberá emitir ruido ni vibración. En el caso de duda, substituir 5. Limpiar los rodamientos dejándolos libre de cualquier residuo grasa o cualquier otro contaminante con la ayuda de disolvente y un pincel, se debe dejar secar al clima no utilizar aire comprimido. 6. Lubricar los rodamientos colocando grasa manualmente en los espacios entre esferas 7. Lubricar los motores y los soportes de las bombas que tengan acceso de grasero 8. Limpiar el exceso de grasa 9. Armar los motores y montarlos, teniendo cuidado de la alineación y balanceo 10. Repetir procedimiento para el otro motor eléctrico 		
Herramientas	Repuest	Material
Maletín de herramientas y juego de destornilladores, estetoscopio, extractor de poleas, martillo de goma, martillo metálico, brocha		Guaípe, diesel, grasa synthetic lithium complex Loctite 271, loctite 640
Parte Principal: Máquina General		Frecuencia: 1a
Personal: 4 Mecánicos		
Tarea: Baquetear y Cambiar de Sellos		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apagar y desenergizar la máquina 2. Desconectar la tubería(entrada) de aire y diesel 3. Desconectar las mangueras de aire y diesel 4. Desconectar la fotocélula 5. Quitar el micro(seguridad) de la tubería 6. Desconectar las solenoides de llamas baja y alta 7. Desmontar el tubo de combustión 8. Desconectar lo cables de los electrodos 9. Sacar la arandela de sujeción del sistema de combustión 10. Sacar el sistema de combustión 11. Desconectar la tubería de enfriamiento del visor 12. Desmontar la palanca de sujeción entre el dámper y el modulador 13. Desmontar el extractor del quemador 14. Aflojar los pernos de la primera tapa superior y abrir la tapa 15. Aflojar las tuercas de la tapa interior del refractario, sacar el refractario 16. Sacar la cubierta del quemador 17. Inspección de tubos, verificar la existencia de goteo(sudor) de agua si existe expandir los tubos o cambiar 18. Baquetear en dos ocasiones cada tubo uno por uno 19. Limpiar el hogar 20. Limpiar los espejos con un cepillo de acero 21. Solpletear toda la suciedad y dejar libre de toda suciedad 22. Pasar una capa lijera de aceite SAE 30 en los tubos y en el hogar con aceite SAE 140 23. Revisar el refractario posterior, si existe fisuras calzarlas pequeñas con asbesto en polvo y si son grandes con erplax 80 si este es el caso dejar que seque la calza de un día para el otro 24. Cambiar el empaque de los pasos de la combustión 25. Cambiar los empaques de la puerta del refractario frontal 26. Colocar la cubierta del quemador revisando los empaques 27. Revisar los refractarios frontales si existe fisuras mismo procedimiento que para los posteriores 28. Colocar la tapa de los refractarios y colocar las tuercas 29. Limpiar y revisar el ventilador de succión forzada (secundario), verificar que este centrado 30. Colocar la tapa frontal Limpiar y revisar las puntas de los electrodos y calibrar las distancias según el catalogo el dámper y el extractor del quemador 		

32. Colocar el extractor del quemador
33. Colocar la arandela de sujeción del extractor del quemador
34. Colocar el tubo de combustión, el micro del seguro, las solenoides, mangueras de aire y diesel, colocar la tubería de aire y diesel y la palanca
35. Colocar la fotocélula
36. Armar la tubería de enfriamiento del visor
37. Lavar los filtros de combustible
38. Poner el switch en manual y encender en llama baja durante 20 minutos, luego poner el switch en llama alta y probar la modulación de la combustión, probar el sistema , y calibrar la combustión en llama baja y alta
39. Calibrar la apertura del dámper para el encendido entrada de aire
40. Revisar la temperatura de la chimenea

Herramientas	Repuest	Material
Maletín de herramientas, extensión neumática, cepillos de acero, 3 cepillos circular para baquetear, gata hidráulica, palancas		Guaípe, diesel, teflón, silicona de alta temperatura, grasa multiuso spherol BM2, erplax 80, asbesto. Kit de empaques completos, grapas de

Estas tareas son realizadas las diarias por el operario a cargo, las que están con fecha determinada son llevadas a cabo con el supervisor en sitio

El mantenimiento correctivo de la caldera, a mi criterio se debe considerar un proceso, el cual tiene como objetivo principal restablecer parámetros iniciales de funcionamiento, este proceso tiene actividades técnico administrativas las cuales deben garantizar de manera oportuna las herramientas, instrumentos, repuestos y accesorios a fin de desarrollarlo en el menor tiempo posible.

En la empresa AALFS UNO S.A existen 5 calderas, 2 de biomasa, 2 a base de bunker y una a base de gas. De las cuales solo se utilizan las dos de biomasa. Las cuales únicamente se les da mantenimiento preventivo los días domingo.

Tabla 4.5: ORGANIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE CALDERA 2 PARA EL AÑO 2016.

															
PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA EL AÑO 2016 DEL CALDERA 2															
CÓDIGO TÉCNICO: AALFS – CM – CA – 02															
N	TARE	Frecuenc	E	Fe	M	A	M	Ju	Ju	Ag	S	Oc	N	D	
1	Revisar los parámetros de funcionamiento	1D	Todos los días												
2	Realizar la purge	1D	Todos los días												
3	Dosificar con químico el agua	1S	52 tareas al año												
4	Revisar la máquina	1S	52 tareas al año												
5	Revisar el acople y el nivel de aceite en el compresor de aire	1M	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	5	
6	Cambiar el acople del compresor de aire	1A													
7	Lubricar el dámper y el motor del ventilador de succión forzada	2M	4		4		4		4		5		4		
8	Limpiar el tamizador de aceite y el limpiador de aire del compresor de	1M	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	5	
9	Limpiar el compresor de aire	6M	4						4						
1	Limpiar el tanque de retorno de diésel	3M	4			4			4			4			
1	Revisar la válvula de seguridad	3M	4			4			4			4			
1	Revisar e limpiar los tableros de control	6M	5						5						
1	Limpiar los filtros de combustible	2M	5		7		5		5		5			5	
1	Limpiar la cámara de agua y revisar internamente	1A												2	
1	Limpiar el McDonnell	1A												2	
1	Lubricar los rodamientos de los motores eléctricos M2-M5	1A												2	
1 7	Lubricar los rodamientos de los motores eléctricos M1-M3-M4-M6 y de los soportes de las bombas	3M	5			5			5			5			
1	Cambiar almohadillas de acero del tanque aire-aceite del compresor de	2A													
1	Baqueteada y cambio de sellos	1A												2	

Fuente Ingeniero Osmar Mairena supervisor de AALFS UNO S.A

Tabla 4.6: ORGANIZACIÓN DE TAREAS, PROCEDIMIENTOS, FRECUENCIAS, PERSONAL, HERRAMIENTAS, REPUESTOS Y MATERIALES DEL CALDERA 2

			
EQUIPO	CALDERA 2		
CÓDIGO TÉCNICO	AALFS – CM – CA – 02		
DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO			
AALF	Empresa textil	CA	Caldera
CM:	Casa de Máquinas	02	Número de activo

Parte Principal: Máquina General		Frecuencia: 1D
Personal: Encargado.		
Tarea: Revisar los Parámetros de Funcionamiento		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando el caldero este en operación 2. Verificar que el nivel de agua sea el óptimo al de operación, es decir que en la columna de cristal el nivel de agua no sea menor de 2 plg. 3. Verificar la presión de la caldera (± 75 PSI), la presión de entrada de aire o de atomización (4 PSI), la presión de entrada del combustible (20 PSI), la presión en la bomba de aire (16 PSI) y la temperatura de los gases de la combustión (320-400 °F) 4. Revisar los radares en los tanques reservorios de agua 		
Herramientas	Repuest	Material
		Guaipe
Parte Principal: Máquina General		Frecuencia: 1D
Personal: Encargado		
Tarea: Realizar la Purga del Agua		
Procedimien		

<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando el caldero este en operación en llama baja 2. Realizar la purga según lo indicado por la compañía de tratamiento de aguas, de fondo 2 válvulas (15 seg.) y de superficie (7 seg.) (Horizontal). 3. Se recomienda abrir las válvulas lentamente durante el tiempo indicado. Bajo ningún motivo retirarse sin cerrar las válvulas 		
Herramientas	Repuest	Material
		Guaipe

Parte Principal: Máquina General		Frecuencia: 1D
Personal: Encargado		
Tarea: Revisar la Máquina		
Procedimien		

<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando el caldero este en operación 2. Revisar el correcto funcionamiento de la válvula de cierre de combustible abriendo y cerrando levemente 3. Revisar que no exista fugas en las conexiones de aire y combustible 4. Revisar los controles de operación y limitadores especialmente el de bajo nivel de agua. Ponga al caldero a funcionar en fuego bajo y haga que el agua vaya hasta el nivel bajo (McDonnell) y verifique su funcionamiento el caldero debe apagarse en ese momento debe sonar la alarma de bajo nivel de agua, luego encender de nuevo 5. Revisar el estado de la columna de cristal del nivel de agua este en buenas condiciones y fugas de vapor en los empaques del tubo de cristal 6. Revisar si todas las señales luminosas funcionan adecuadamente 7. Revisar el estado de la leva moduladora de diesel y el dámper 8. Revisar el estado de los motores, es decir medir la temperatura, vibración, ruido, de los rodamientos y la corriente consumida este dentro de los parámetros 9. Revisar sobre ruidos extraños, vibraciones, condiciones anormales o cualquier otro 10. Cualquier anomalía debe ser reportada para programar el mantenimiento 		
Herramientas	Repuest	Material
Termómetro laser, Multímetro		Guaípe

Parte Principal: Dámper		Frecuencia: 3M
Personal: Mecánico		
Tarea: Lubricar el Dámper y el Motor del Ventilador		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apagar y desenergizar la máquina 2. Lubricar los gonces del dámper 3. Lubricar el motor del ventilador con grasero 		
Herramientas	Repuest	Material
Grasero manual		Guaípe, aceite SAE 30, grasa multiuso spherol BM2

Parte Principal: Sistema eléctrico		Frecuencia: 3M
Personal: Encargado		
Tarea: Inspección del sistema eléctrico		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apagar la máquina 2. Desconectar y bloquear el sistema eléctrico 3. Comprobar la ausencia de corriente 4. Revisar el estado de los cables 5. Revisar luces de señalización 6. Revisar fusibles 7. Inspección de elementos de protección y control 8. Conectar la máquina 9. Verificar la llegada de voltaje requerido 		
Herramientas	Repuest	Material

Maletín de herramientas	Taype, Guaipe, Cables, Fusibles
-------------------------	---------------------------------

Parte Principal: McDonnell		Frecuencia: 1ª
Personal: Mecánico		
Tarea: Limpiar el McDonnell		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apagar y desenergizar la máquina 2. Desconectar la alimentación eléctrica de las ampollas de mercurio 3. Quitar el visor de cristal 4. Desmontar la boya 5. Desarmar, limpiar y revisar las válvulas de descarga de oxígeno 6. Desarmar, limpiar y revisar las válvulas del visor del nivel de agua 7. Desmontar el McDonnell, limpiar todo el sedimento acumulado en la parte interna 8. Desmontar y baquetear el tubo de los presostatos y el manómetro de presión 9. Volver a montar el McDonnell y el tubo de los presostatos en forma inversa al desmontaje 10. Calibrar el nivel de agua, con la ayuda de las ampollas de mercurio 11. Calibrar la ampolla de mercurio de bajo nivel de agua 		
Herramientas	Repuest	Material
Maletín de herramientas, llaves para tubo (juego), cepillo de acero		Guaipe, detergente, teflón, permatex, asbesto grafitado de 0,5 mm, 2 empaques del tubo del visor (5/8)

Parte Principal: Motores Eléctricos y Bombas		Frecuencia: 1ª
Personal: 2 Mecánicos		
Tarea: Lubricar los Rodamientos de los Motores Eléctricos y de los Soportes de las Bombas		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apagar y desenergizar la máquina 2. Desmontar los motores eléctricos 3. Abrir los motores y proceder a realizar la limpieza interna de sus componentes con aire comprimido a baja presión 4. Revisar el estado de los rodamientos sujételos por la pista interna y gire la pista externa. El rodamiento no deberá emitir ruido ni vibración. En el caso de duda, substituir 5. Limpiar los rodamientos dejándolos libre de cualquier residuo grasa o cualquier otro contaminante con la ayuda de disolvente y un pincel, se debe dejar secar al clima no utilizar aire comprimido. 6. Lubricar los rodamientos colocando grasa manualmente en los espacios entre esferas 7. Lubricar los motores y los soportes de las bombas que tengan acceso de graseo 8. Limpiar el exceso de grasa 9. Armar los motores y montarlos, teniendo cuidado de la alineación y balanceo 10. Repetir procedimiento para el otro motor eléctrico 		
Herramientas	Repuest	Material
Maletín de herramientas y juego de destornilladores, estetoscopio, extractor de poleas, martillo de goma, martillo metálico, brocha		Guaipe, diesel, grasa synthetic lithium complex Loctite 271, loctite 640

Parte Principal: Máquina General		Frecuencia: 1ª
Personal: 4 Mecánicos		
Tarea: Baquetear y Cambiar de Sellos		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Apagar y desenergizar la máquina 2. Desconectar la tubería(entrada) de aire y diesel 3. Desconectar las mangueras de aire y diesel 4. Desconectar la fotocélula 5. Quitar el micro(seguridad) de la tubería 		

6. Desconectar las solenoides de llamas baja y alta
7. Desmontar el tubo de combustión
8. Desconectar los cables de los electrodos
9. Sacar la arandela de sujeción del sistema de combustión
10. Sacar el sistema de combustión
11. Desconectar la tubería de enfriamiento del visor
12. Desmontar la palanca de sujeción entre el dámper y el modulador
13. Desmontar el extractor del quemador
14. Aflojar los pernos de la primera tapa superior y abrir la tapa
15. Aflojar las tuercas de la tapa interior del refractario, sacar el refractario
16. Sacar la cubierta del quemador
17. Inspección de tubos, verificar la existencia de goteo(sudor) de agua si existe expandir los tubos o cambiar
18. Baquetear en dos ocasiones cada tubo uno por uno
19. Limpiar el hogar
20. Limpiar los espejos con un cepillo de acero
21. Solpletar toda la suciedad y dejar libre de toda suciedad
22. Pasar una capa lijera de aceite SAE 30 en los tubos y en el hogar con aceite SAE 140
23. Revisar el refractario posterior, si existe fisuras calzarlas pequeñas con asbesto en polvo y si son grandes con erplax 80 si este es el caso dejar que seque la calza de un día para el otro
24. Cambiar el empaque de los pasos de la combustión
25. Cambiar los empaques de la puerta del refractario frontal
26. Colocar la cubierta del quemador revisando los empaques
27. Revisar los refractarios frontales si existe fisuras mismo procedimiento que para los posteriores
28. Colocar la tapa de los refractarios y colocar las tuercas
29. Limpiar y revisar el ventilador de succión forzada (secundario), verificar que este centrado
30. Colocar la tapa frontal
31. Limpiar y revisar las puntas de los electrodos y calibrar las distancias según el catálogo el dámper y el extractor del quemador
32. Colocar el extractor del quemador
33. Colocar la arandela de sujeción del extractor del quemador
34. Colocar el tubo de combustión, el micro del seguro, las solenoides, mangueras de aire y diesel, colocar la tubería de aire y diesel y la palanca
35. Colocar la fotocélula
36. Armar la tubería de enfriamiento del visor
37. Lavar los filtros de combustible
38. Poner el switch en manual y encender en llama baja durante 20 minutos, luego poner el switch en llama alta y probar la modulación de la combustión, probar el sistema, y calibrar

Herramientas	Repuest	Material
Maletín de herramientas, extensión neumática, cepillos de acero, 3 cepillos circular para baquetear, gata hidráulica, palancas		Guaípe, diesel, teflón, silicona de alta temperatura, grasa multiuso spherol BM2, erplax 80, asbesto, Kit de empaques completos, grapas de empaques frontales.

En la empresa AALFS UNO S.A no existe un técnico especialista en calderas, por lo cual al momento de que estas presentan fallas puntuales que el personal propio de la empresa no puede atender, se procede a contratar especialista que den solución a la falla presentada (ver anexo 11), dichos técnicos son acompañados por los operarios de las calderas, para ayudarles y también para poder ver cuál era en sí, el origen de la falla.

Tabla 4.7: ORGANIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL GENERADOR 1 PARA EL AÑO 2016

														
PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA EL AÑO 2016 DEL GRUPO GENERADOR 1														
CÓDIGO TÉCNICO: AALFS – CM – GE – 01														
N	TARE	Frecuenc	E	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ago	Se	Oc	No	Di
1	Revisar los parámetros de funcionamiento	1D	Todos los días											
2	Inspeccionar las correas	1D	Todos los días											
3	Verificar el nivel, presión y temperatura de aceite del grupo generador	1D	Todos los días											
4	Verificar el nivel y temperatura del refrigerante del grupo generador	1D	Todos los días											
5	Inspeccionar el ventilador del grupo generador	1D	Todos los días											
6	Cambio de aceite o lubricante del grupo generador	6M	5					5						
7	Cambio del filtro de aceite del grupo generador	6M	5					5						
8	Cambio del filtro de combustible del grupo generador	6M	5					5						
9	Verificar el refrigerante y anticongelante del grupo generador	6M	5					5						
1	Cambio del filtro de aire del grupo generador	6M	5					5						
1	Ajustar las válvulas grupo generador	1A												2
1	Cambio de aceite o lubricante del grupo generador	1A												2
1	Cambio del filtro de aceite del grupo generador	1A												2
1	Cambio del filtro de combustible del grupo generador	1A												2
1	Verificar la tensión de las correas	1A												2
1 6	Verificar el nivel, presión y temperatura del refrigerante y anticongelante del grupo generador	1A												2 7
1	Inspeccionar el amortiguador de vibración del grupo generador	2A												

Fuente Ingeniero Osmar Mairena supervisor de AALFS UNO S.A

Tabla 4.8: ORGANIZACIÓN DE TAREAS, PROCEDIMIENTOS, FRECUENCIAS, PERSONAL, HERRAMIENTAS, REPUESTOS Y MATERIALES DEL GENERADOR 1

			
EQUIPO		GENERADOR 1	
CÓDIGO TÉCNICO		AALFS – CM – GE – 01	
DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO			
AALFS	Empresa textil	GE	Generador
CM:	Casa de Máquinas	01:	Número de activo

Parte Principal: Máquina General		Frecuencia:	
Personal: Encargado.		1D	
Tarea: Revisar los Parámetros de Funcionamiento			
Procedimien			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando el generador no esté en operación 2. Verificar que el nivel de agua sea el óptimo 3. Verificar que el nivel de aceite sea el óptimo 4. Verificar que el nivel del refrigerante sea el óptimo 5. Revisar el estado de las bandas 6. Revisar el estado del ventilador 			
Herramientas		Repuest	
		Guaipe	

Parte Principal: Tablero de Control		Frecuencia:	
Personal: Electricista		6M	
Tarea: Revisar y Limpiar el Tablero de Control			
Procedimiento			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Abrir el tablero 2. Revisar temperaturas de los elementos y cables 3. Apagar y desenergizar la máquina 4. Quitar las protecciones 5. Limpiar con aire comprimido a baja presión 6. Limpiar todos los elementos y contactos 7. Revisar y reajustar los terminales. Energizar el tablero 8. Comprobar su funcionamiento, comprobar tensiones y corrientes que estén dentro de los parámetros de funcionamiento 			
Herramientas		Repuest	
Maletín de herramientas eléctricas, brocha.		Guaipe, limpiador de contactos, Taype, terminales, cinta fundente.	

Parte Principal: Motor Generador		Frecuencia:	
Personal: Mecánico		6M	
Tarea: Control de la tensión y estado de las bandas y poleas			
Procedimien			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando el generador no esté en operación 2. Revisar manualmente el estado de las bandas 3. Revisar el estado de las poleas 4. Medir distancia entre centros 5. Verificar holguras de las poleas, en caso de existir corregirlas 6. Revisar el estado del ventilador 			

Herramientas	Repuest	Material
Flexómetro, Calibrador y Juego de llaves.		Guaipe.

Parte Principal: Motor Generador		Frecuencia: 1M
Personal: Mecánico		
Tarea: Cambio de aceite y de filtros		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando el generador no esté en operación 2. Quitar el tapón para que pueda drenar el aceite 3. Retirar filtros 4. Colocar el tapón 5. Colocar el aceite 6. Colocar los nuevos filtros 7. Controlar que se encuentre el aceite en un nivel normal, si es necesario completar 8. Colocar la tapa 		
Herramientas	Repuest	Material
Maletín de herramientas.		Aceite SAE 40, Filtros de aire, Filtro de aceite, Guaipe

Parte Principal: Motor Generador		Frecuencia: 2A
Personal: Mecánico		
Tarea: Revisión general		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando el generador no esté en operación 2. Quitar la tapa de la carcasa 3. Revisar el cabezote 4. Revisar el juego de balancines 5. Revisar las válvulas 6. Revisar sellos 7. Revisar el eje o árbol d levas 8. Revisar los bocines 9. Revisión del engrane del árbol de levas 10. Revisar estado de las válvulas 11. Revisión de pistones, rines de aceite, rines de compresión y rines de escape 12. Quitar el cárter. 13. Revisar las chapas de bancada y chapas de biela 14. Revisión del cigüeñal 15. Colocar la tapa de la carcasa 16. Colocar el cárter 17. Revisar la operación de los sistemas de protección 		
Herramientas	Repuest	Material
Maletín de herramientas eléctricas, maletín de		Guaipe, disolventes

Tabla 4.9: ORGANIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL GENERADOR 2 PARA EL AÑO 2016.

															
PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA EL AÑO 2016 DEL GRUPO GENERADOR 2															
CÓDIGO TÉCNICO: AALFS – CM – GE – 02															
N	TARE	Frecuenc	E	Fe	M	Ab	Ma	Ju	J	Ago	S e	Oc	No	D	
1	Revisar los parámetros de funcionamiento	1D	Todos los días												
2	Inspeccionar las correas	1D	Todos los días												
3	Verificar el nivel, presión y temperatura de aceite del grupo generador	1D	Todos los días												
4	Verificar el nivel y temperatura del refrigerante del grupo generador	1D	Todos los días												
5	Inspeccionar el ventilador del grupo generador	1D	Todos los días												
6	Cambio de aceite o lubricante del grupo generador	6M	5						5						
7	Cambio del filtro de aceite del grupo generador	6M	5						5						
8	Cambio del filtro de combustible del grupo generador	6M	5						5						
9	Verificar el refrigerante y anticongelante del grupo generador	6M	5						5						
1	Cambio del filtro de aire del grupo generador	6M	5						5						
1	Ajustar las válvulas grupo generador	1A												2	
1	Cambio de aceite o lubricante del grupo generador	1A												2	
1	Cambio del filtro de aceite del grupo generador	1A												2	
1	Cambio del filtro de combustible del grupo generador	1A												2	
1	Verificar la tensión de las correas	1A												2	
1 6	Verificar el nivel, presión y temperatura del refrigerante y anticongelante del grupo generador	1A												2 7	
1	Inspeccionar el amortiguador de vibración del grupo generador	2A													

Fuente Ingeniero Osmar Mairena supervisor de AALFS UNO S.A

Tabla 4.10: ORGANIZACIÓN DE TAREAS, PROCEDIMIENTOS, FRECUENCIAS, PERSONAL, HERRAMIENTAS, REPUESTOS Y MATERIALES DEL GENERADOR 2

				
EQUIPO		GENERADOR 2		
CÓDIGO TÉCNICO		AALFS – CM – GE – 02		
DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO				
AALFS	Empresa textile	GE:	Generador	
CM:	Casa de Máquinas	02:	Número de activo	

Parte Principal: Máquina General		Frecuencia: 1D
Personal: Encargado.		
Tarea: Revisar los Parámetros de Funcionamiento		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando el generador no esté en operación 2. Verificar que el nivel de agua sea el óptimo 3. Verificar que el nivel de aceite sea el óptimo 4. Verificar que el nivel del refrigerante sea el óptimo 5. Revisar el estado de las bandas 6. Revisar el estado del ventilador 		
Herramientas	Repuest	Material
		Guaipe

Parte Principal: Tablero de Control		Frecuencia: 6M
Personal: Electricista		
Tarea: Revisar y Limpiar el Tablero de Control		
Procedimient		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Abrir el tablero 2. Revisar temperaturas de los elementos y cables 3. Apagar y desenergizar la máquina 4. Quitar las protecciones 5. Limpiar con aire comprimido a baja presión 6. Limpiar todos los elementos y contactos 7. Revisar y reajustar los terminales. Energizar el tablero 8. Comprobar su funcionamiento, comprobar tensiones y corrientes que estén dentro de los parámetros de funcionamiento 		
Herramientas	Repuest	Material
Maletín de herramientas eléctricas, brocha.		Guaipe, limpiador de contactos, Taype, terminales, cinta fundente.

Parte Principal: Motor Generador		Frecuencia: 6M
Personal: Mecánico		
Tarea: Control de la tensión y estado de las bandas y poleas		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando el generador no esté en operación 2. Revisar manualmente el estado de las bandas 3. Revisar el estado de las poleas 4. Medir distancia entre centros 5. Verificar holguras de las poleas, en caso de existir corregirlas 6. Revisar el estado del ventilador 		
Herramientas	Repuest	Material
Flexómetro, Calibrador y Juego de llaves.		Guaipe.

Parte Principal: Motor Generador		Frecuencia: 1M
Personal: Mecánico		
Tarea: Cambio de aceite y de filtros		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando el generador no esté en operación 2. Quitar el tapón para que pueda drenar el aceite 3. Retirar filtros 4. Colocar el tapón 5. Colocar el aceite 6. Colocar los nuevos filtros 7. Controlar que se encuentre el aceite en un nivel normal, si es necesario completar 8. Colocar la tapa 		
Herramientas	Repuest	Material
Maletín de herramientas.		Aceite SAE 40, Filtros de aire, Filtro de aceite, Guaipe

Parte Principal: Motor Generador		Frecuencia: 2A
Personal: Mecánico		
Tarea: Revisión general		
Procedimien		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cuando el generador no esté en operación 2. Quitar la tapa de la carcasa 3. Revisar el cabezote 4. Revisar el juego de balancines 5. Revisar las válvulas 6. Revisar sellos 7. Revisar el eje o árbol d levas 8. Revisar los bocines 9. Revisión del engrane del árbol de levas 10. Revisar estado de las válvulas 11. Revisión de pistones, rines de aceite, rines de compresión y rines de escape 12. Quitar el cárter. 13. Revisar las chapas de bancada y chapas de biela 14. Revisión del cigüeñal 15. Colocar la tapa de la carcasa 16. Colocar el cárter 		
Herramientas	Repuest	Material
Maletín de herramientas eléctricas, maletín de		Guaipe, disolventes

Tabla 4.11: ORGANIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA BOMBA 1 PARA EL AÑO 2016

															
PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA EL AÑO 2016 DE LA BOMBA 1															
CÓDIGO TÉCNICO: AALFS – CM – BM – 01															
Nº	TARE A	Frecuenc ia	E n e	Fe b.	M ar	A br .	M ay	Ju n.	Ju l.	Ag os	Se p	Oc t	No v	D i c	
1	Fuga por los sellos exteriores.	1M	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	
2	Vibraciones.	1M	1	1	1	1	1	1	1	15	1	1	1	1	
3	Lubricación de cojinetes.	1M	1	2	1	2	2	1	1	17	1	1	1	1	
4	Cambio de de sellos mecánicos.	1A	3												
5	Cambio de rodamientos.	1A	3												
6	Lubricación de rodamientos.	1A	3												
7	Cambio de prensaestopas.	1A	3												
8	Cambio del rodete.	1A	3												
9	Cambio de anillos.	1A	3												

Fuente Ingeniero Osmar Mairena supervisor de AALFS UNO S.A

Tabla 4.12: ORGANIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA BOMBA 2 PARA EL AÑO 2016.

															
PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA EL AÑO 2016 DE LA BOMBA 2															
CÓDIGO TÉCNICO: AALFS – CM – BM – 02															
Nº	TARE	Frecuencia	En	Fe	M	A	M	Ju	Jul	Ag	Se	O	N	D	
			e	b.	ar	br	av	n.		os	n	ct	ov	i	
1	Fuga por los sellos exteriores.	1M	1	1	1	1	1	1	1	11	1	1	1	1	
2	Vibraciones.	1M	1	1	1	1	1	1	1	14	1	1	1	1	
3	Lubricación de cojinetes.	1M	1	2	2	2	2	2	1	19	1	1	2	2	
4	Cambio de de sellos mecánicos.	1A		0											
5	Cambio de rodamientos.	1A		0											
6	Lubricación de rodamientos.	1A		0											
7	Cambio de prensaestopas.	1A		0											
8	Cambio del rodete.	1A		0											
9	Cambio de anillos.	1A		0											

Fuente Ingeniero Osmar Mairena supervisor de AALFS UNO S.A

Tabla 4.13: ORGANIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA BOMBA 3 PARA EL AÑO 2016.

														
PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA EL AÑO 2016 DE LA BOMBA 3														
CÓDIGO TÉCNICO: AALFS – CM – BM – 03														
Nº	TARE	Frecuencia	En	Fe	M	A	M	Ju	Ju	Ag	Se	Oc	No	D
			e	b	ar	br	av	n	l	os	n	t	v	i
1	Fuga por los sellos exteriores.	1M	0	1	1	1	1	1	0	09	0	0	1	1
2	Vibraciones.	1M	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1	1	1
3	Lubricación de cojinetes.	1M	1	1	1	1	2	1	1	16	1	1	1	1
4	Cambio de de sellos mecánicos.	1A		1										
5	Cambio de rodamientos.	1A		1										
6	Lubricación de rodamientos.	1A		1										
7	Cambio de prensaestopas.	1A		1										
8	Cambio del rodete.	1A		1										
9	Cambio de anillos.	1A		1										

Fuente Ingeniero Osmar Mairena supervisor de AALFS UNO S.A

Tabla 4.14: ORGANIZACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA BOMBA 4 PARA EL AÑO 2016

															
PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA EL AÑO 2016 DE LA BOMBA 4															
CÓDIGO TÉCNICO: AALFS – CM – BM – 04															
Nº	TARE A	Frecuencia	En e	Fe b.	M ar	Ab r.	Ma y	Ju n.	Jul .	Ag os	Se p	O ct	No v	Di c	
1	Fuga por los sellos exteriores.	1M	2	2	2	2	2	2	2	22	2	2	2	2	
2	Vibraciones.	1M	2	2	2	2	2	2	2	25	2	2	2	2	
3	Lubricación de cojinetes.	1M	3	0	0	0	0	3	2	29	2	2	2	2	
4	Cambio de de sellos mecánicos.	1A		2											
5	Cambio de rodamientos.	1A		2											
6	Lubricación de rodamientos.	1A		2											
7	Cambio de prensaestopas.	1A		2											
8	Cambio del rodete.	1A		2											
9	Cambio de anillos.	1A		2											

Fuente Ingeniero Osmar Mairena supervisor de AALFS UNO S.A

Acontinuación se pondera el estado de las máquinas del área de producción de vapor para la evaluación del plan de mantenimiento actual (ver anexo 13).

Tabla 4.15 Estado técnico de los equipos del área de máquinas

 AALFS AALFS UNO, S.A.				
EQUIPO	ESTADO TÉCNICO			
	BUENO (90 a 100)%	REGULAR (75 a 89)%	MALO (50 a 74)%	MUY MALO MENOS DEL 49%
CALDERO N° 1	99			
CALDERO N° 2	99			
GENERADOR N° 1		80		
GENERADOR N° 2			50	
BOMBA N° 1	98			
BOMBA N° 2	98			
BOMBA N° 3			50	
BOMBA N° 4				48

Fuente edición propia

Análisis de la situación actual del mantenimiento

La evaluación del estado de la maquinaria es el punto de arranque para conocer la eficacia del mantenimiento que ha estado siendo aplicado, por lo que mediante un análisis de cada uno de los sistemas y partes significativas de las máquinas se llega a la conclusión de que las dos calderas se encuentran es buen estado, un generador esta en estado regular y el otro se encuentra en mal estado, dos de las bombas están en buen estado suministrando el agua del sistema, las otras dos están en mal estado, producto de la mala ejecución de mantenimientos anteriores en la tabla 4.15 se muestra la evaluación del estado técnico de los equipos.

Mantenimiento que se emplea actualmente

En esta empresa textil el mantenimiento empleado es preventivo y correctivo por lo que todas las acciones son realizadas por el personal a cargo de dicho sistema, 1 Supervisor, 3 Operadores, 1 mecánico de calderas, 1 eléctrico de calderas y 6 ayudantes. Pero al no contar con un especialista de calderas las reparaciones específicas están basadas en el contrato de una persona especializada (ver anexo 10).

Para la realización de sus actividades el departamento cuenta con las herramientas básicas, en conclusión el mantenimiento utilizado aun siendo basado en la experiencia y capacitaciones al personal por una persona especializada su planificación aún no está siendo aplicada, lo cual conlleva al uso de mantenimiento correctivo. Para que esté sea aplicado correctamente hace falta llevar en detalle todo lo relacionado a una planificación y revisar más a fondo la documentación técnica.

9.3.4. Organización de repuestos

La organización de los repuestos se realiza de acuerdo a las políticas de cada empresa, pero en este caso la empresa textil AALFS UNO S.A, no posee perchas de almacenaje divididas por máquina, por lo que la mejor manera de realizar la codificación de los repuestos es con las dos primeras letras de la palabra repuesto **RE** y la numeración comenzando desde el 001, sin distinción de máquina o área.

En la tabla de la codificación se omite la columna de fabricante ya que el fabricante de cada uno de los repuestos es el de la máquina los datos del cual ya están contenidos en la ficha técnica de datos y características.

Las cantidades en la tabla indicadas son las mínimas requeridas para ejecutar las tareas en las que se encuentran contemplados los repuestos indicados. Para la frecuencia indicada en cada una de las tareas de mantenimiento dependiendo, indistintamente de la programación anual ya que en esta no necesariamente van a constar todas las tareas de mantenimiento preventivo estipuladas para cada máquina.

Tabla 4.16: CODIFICACIÓN DE REPUESTOS

				
Máquina	Código	Descripción	Unidad de	Cantid
AALFS – CM – BM – 01	RE-001	Rodamientos 6206	c/u	1
AALFS – CM – BM – 02	RE-002	Rodamientos	c/u	1
AALFS – CM – BM – 03	RE-003	Rodamientos 6206	c/u	1
AALFS – CM – BM – 04	RE-004	Rodamientos 6206	c/u	1

Fuente Ingeniero Osmar Mairena supervisor de AALFS UNO S.A

Aunque la organización de los repuestos este codificada la gestión de stock de repuestos, no se hace adecuadamente por lo que se pierde tiempo en el proceso de compras, piezas por encargo que tienen que ser enviadas desde otros países tardan más de lo estimado en llegar.

9.3.5. Organización de materiales

La organización de los materiales (consumibles o suministros) es de vital importancia porque son estos los que más son utilizados en los trabajos de mantenimiento preventivo, en el área de máquinas de la empresa textil aalfs uno s.a, no cuentan con tal organización a pesar que los materiales son de gran versatilidad por tal razón se los utiliza en casi todas las máquinas por ese motivo no se puede realizar una codificación específica por máquina, por lo que se utilizó el mismo tipo que en los repuestos con **MA** que indica material y la numeración desde el 001 sin límite.

La unidad de medida presentada en la tabla es en la que se mide o se utiliza habitualmente dentro de la casa de máquinas y la cantidad representa en la presentación que se adquiere o se encuentra en el mercado dicho consumible. Se presenta en la siguiente tabla los materiales requeridos y su codificación.

Tabla 4.17: CODIFICACIÓN DE MATERIALES

Máquina	Código	Descripción	Unidad de	Cantidad
AALFS – CM – CA – 01	MA-001	Acople de caucho hecho de llanta	c/u	1
	MA-002	Empaque de caucho TOPOG-E (3 1/2x 4 1/2x 1/2)	c/u	7
	MA-003	Empaque de caucho de 5/8 para el tubo visor	c/u	2
	MA-004	Almohadillas de lana de acero (grado áspero) para el tanque	c/u	3
	MA-005	Kit de empaques 542 completo para	Jue	1
	MA-006	Vinchas de empaque posterior	c/u	20
	MA-007	Grapas de empaque	c/u	20
AALFS – CM – CA – 02	MA-008	Acople de caucho hecho de llanta	c/u	20
	MA-009	Empaque de caucho	c/u	20

Fuente Ingeniero Osmar Mairena supervisor de AALFS UNO S.A

		TOPOG-E (3 1/2x 4 1/2x 1/2)		
	MA-010	Empaque de caucho de 5/8 para el tubo visor	c/u	2
	MA-011	Almohadillas de lana de acero (grado áspero) para el tanque	c/u	20
	MA-012	Kit de empaques 542 completo para	c/u	2
	MA-013	Vinchas de empaque posterior	c/u	2
	MA-014	Grapas de empaque	c/u	2
AALFS – CM – GE – 01	MA-015	Filtros de combustible 2020 TM – OR	c/u	2
	MA-016	Filtro de aire	c/u	1
	MA-017	Filtro de aceite	c/u	1
AALFS – CM – GE – 02	MA-018	Filtros de combustible 2020 TM – OR	c/u	2
	MA-019	Filtro de aire	c/u	1
	MA-020	Filtro de aceite	c/u	1
AALFS – CM – BM – 01	MA-021	Sellos mecánicos	c/u	1
	MA-022	Manómetros de 120	c/u	2
AALFS – CM – BM – 02	MA-023	Sellos mecánicos	c/u	1
	MA-024	Manómetros de 120	c/u	2
AALFS – CM – BM – 03	MA-025	Sellos mecánicos	c/u	1
	MA-026	Manómetros de 120	c/u	2
AALFS – CM – BM – 04	MA-027	Sellos mecánicos	c/u	1
	MA-028	Manómetros de 120	c/u	2
DIVERSOS				
Material	Código	Descripción	Unidad de	Cantida
Aceite	MA-029	Aceite 3en 1	lts	1
Aceite	MA-0030	Aceite Castrol EP 140	gls	5
Aceite	MA-031	Aceite Castrol Epx 85w140	gls	5
Aceite	MA-032	Aceite diatérmico perfecto HT5	gls	5
Aceite	MA-033	Aceite Hidráulico Castrol Hypsin 46	gls	5
Aceite	MA-034	Aceite SAE 10	gls	5
Aceite	MA-035	Aceite SAE 30	gls	5
Aceite	MA-036	Aceite SAE 40	gls	5
Amina	MA-037	Amina tratamiento de agua 3 Kg semanal	Kg	50
Anti-incrustante	MA-038	Anti-incrustante tratamiento de agua 7Kg semanal	Kg	50
Asbesto	MA-039	Asbesto grafitado de 0,5 mm (para	m	1
Cinta	MA-040	Cinta adhesiva doble fast	c/u	1
Cinta	MA-041	Cinta auto fundente	c/u	1
Cinta	MA-042	Cinta adhesiva (Taype)	c/u	1
Detergente	MA-043	Detergente jabón liquid	gls	5
Diesel	MA-044	Diesel 2	gls	1
Disolvente	MA-045	Disolvente (Thiñer)	gls	1
Grasa	MA-046	Grasa multiuso spherol	Kg	16

		BM2		
Grasa	MA-047	Grasa synthetic lithium complex	Kg	1
Guaípe	MA-048	Guaípe	Kg	2
Limpiador	MA-049	Limpiador de contactos	c/u	1
Loctite	MA-050	Loctite 640	c/u	1
Papel	MA-051	Papel victoria (papel para sellos)	m	1
Permatex	MA-052	Permatex de alta	c/u	1
Refrigeran	MA-053	Refrigerante Ultra SSR	gls	5
Silicona	MA-054	Silicona de alta	c/u	1
Teflón	MA-055	Teflón	c/u	1

Al igual que en la tabla 4.16 los materiales están debidamente codificados tabla 4.17, pero en la compra de estos materiales, en ocasiones surgen retrasos debido a la mala fluidez de información entre departamentos, el área administrativa no desembolsa a tiempo el dinero lo cual hace que su compra sea al límite de la escasez de materiales.

9.4. Abastecimiento del agua para las calderas de vapor

En la selección de una caldera, no sólo hay que considerar los caballos caldera que se necesitan, sino, además factores, como:

Agua de alimentación disponible.- Este factor es muy importante, ya que el agua debe de ser tratada correctamente, ya que la duración de una caldera, así como la calidad del vapor generado dependen directamente de esta.

El agua de alimentación de una caldera constituye la materia prima para la producción de vapor; por lo tanto, este elemento debe ser suministrado permanentemente a la caldera a fin de mantener una generación constante de vapor.

Si se consiguiera alimentar una caldera con agua caliente se utilizaría lógicamente menos combustible, pues sería más fácil alcanzar una temperatura de ebullición del agua a la presión de trabajo que estuviere operando la caldera.

El agua de alimentación en todo sistema de generación de vapor está constituida por el condensado o por el agua tratada, o bien por una mezcla de ambos.

La temperatura mínima recomendada para el agua de la caldera es de 170°F(77°C) cuando se usa agua a temperaturas más bajas de 170°F(77°C) se reduce la temperatura de los gases de la combustión hasta el punto en que el vapor de agua se condensa. El efecto de eso es que presenta corrosión en las superficies.

Complementariamente para abastecer de agua a los calderos de vapor, se cuenta con una piscina de recirculación de aguas condensadas y residuales, que bajan desde la planta por medio de tuberías a temperaturas mayores a los 50 ° C; ésta piscina tiene una capacidad para reciclar 400 m³ de agua, misma que al requerir mantenerse caliente tiene cubierta y cerrado hermético. Estas aguas son utilizadas en un sistema de recirculación, aprovechando su temperatura inicial para producir el arranque o sistema de encendido del caldero.

También, existen 2 tanques de abastecimiento de agua potable de 500 m³ de capacidad, mismos que garantizan un abastecimiento seguro de agua para los calderos, en caso de faltante o escasez.

9.5. Otros elementos de stock de los calderos de vapor:

- Tubos de fuego
- Válvulas de entradas de agua
- Válvulas de purga
- Válvulas de salida de vapor
- Válvulas de seguridad
- Empaques
- Rodamientos
- Resortes de presión
- Presostatos
- McDONNELL
- Foto-celdas
- Electrodo
- Switchs de luz
- Foto-censores
- Venterolas para inyección de aire
- Boquillas asistidas por aire y con modulación de encendido (copa rotativa)
- Controles de apagado y encendido
- Tablero de control

Todos estos elementos deben ser cambiados en su debido tiempo, por prevención al cumplirse el período de vida útil respectivo, y, previa la revisión y observación de este ciclo de vida, se los tomará en cuenta para registrarlos dentro de los programas de mantenimientos preventivos y presupuestos anuales, para de ésta manera, mantener un stock mínimo de seguridad, para el manejo de repuestos en la bodega de suministros, que es por donde se controla cada uno de los elementos del sistema de producción de vapor.

9.6. Análisis de los resultados de la encuesta aplicada:

Para conocer el plan de mantenimiento utilizado actualmente en AALFS UNO S.A se aplicó una encuesta como instrumento de recopilación de datos relevantes para el estudio. (Anexos N°3). Además de la observación a través de fichas y manuales de mantenimiento de las máquinas para determinar las actividades de mantenimiento sugeridas por el fabricante de dichos equipos

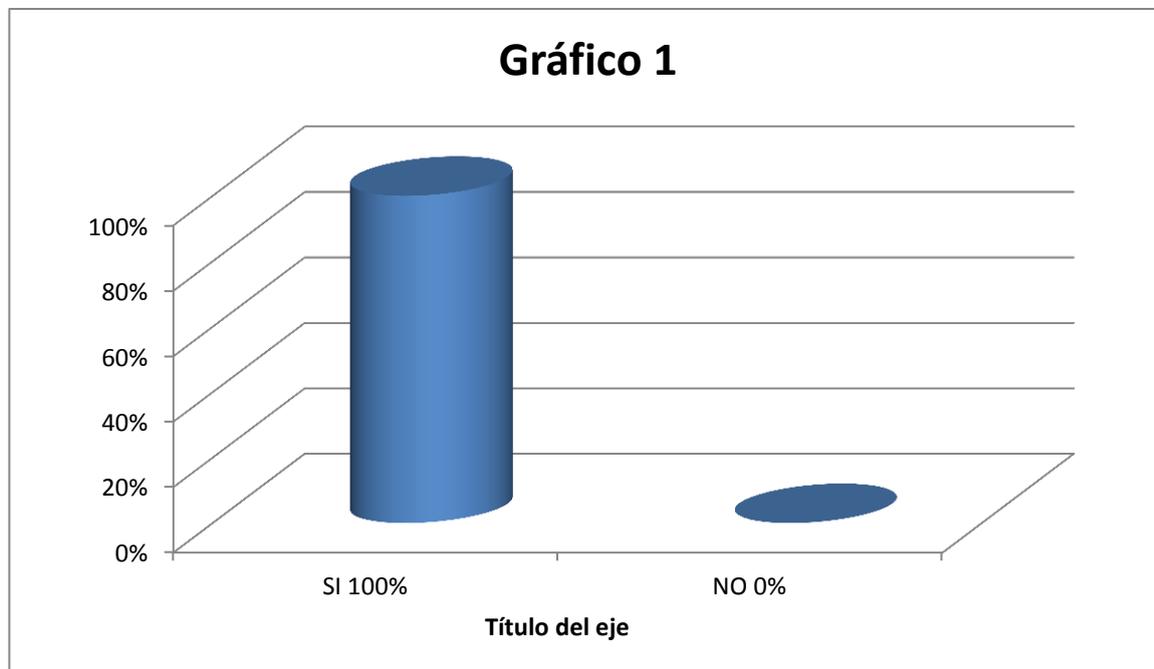
La información obtenida se utilizó además para evaluar el tipo de mantenimiento aplicado en la maquinaria involucrada en el proceso de producción de vapor de la empresa.

Esta encuesta fue realizada al personal de producción de vapor que consta de 12 colaboradores: 1 Supervisor, 3 Operadores, 1 mecánico de calderas, 1 eléctrico de calderas y 6 ayudantes.

1) ¿conoce usted el término "mantenimiento"?

✓ Sí

✓ NO



Fuente edición propia.

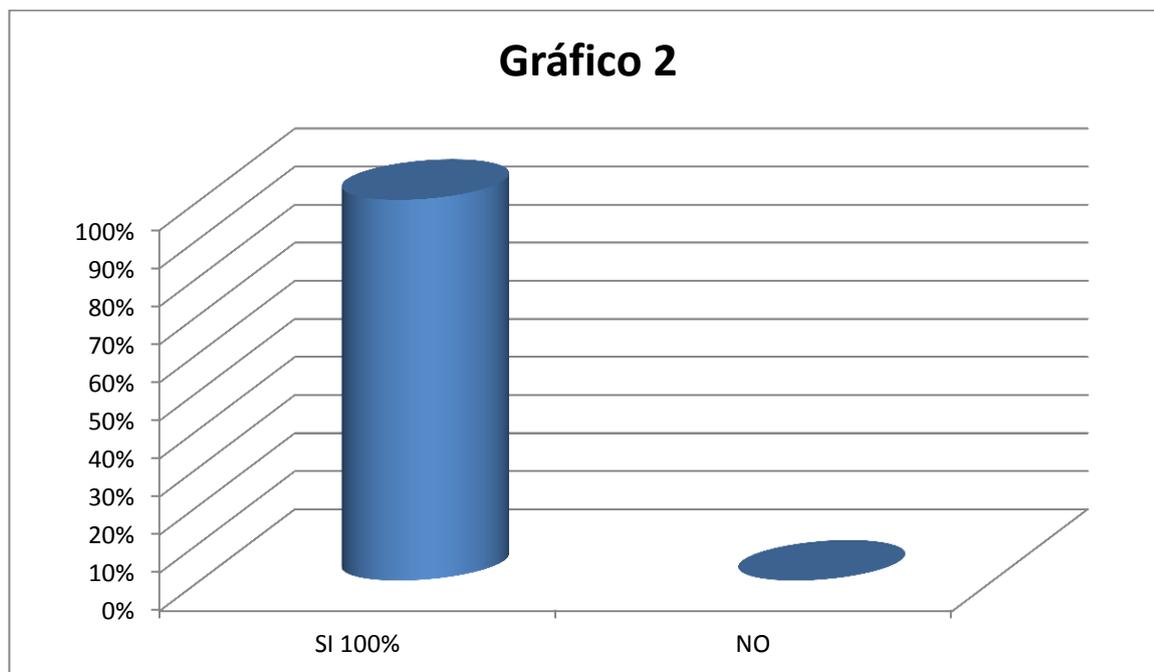
Esta pregunta se formuló para conocer si los operarios y personal de mantenimiento están familiarizados con el término de "mantenimiento" y según los resultados en este diagrama el 100% (12 personas) de los encuestados conocen de manera notable el concepto de "mantenimiento".

Esto se debe a que el personal recibe capacitación diaria (ya sea por el superior a cargo, o por referencia de manuales de las maquinarias) para desempeñar su labores cotidianas.

2) ¿Conoce usted los tipos de mantenimiento?

✓ Sí

✓ NO



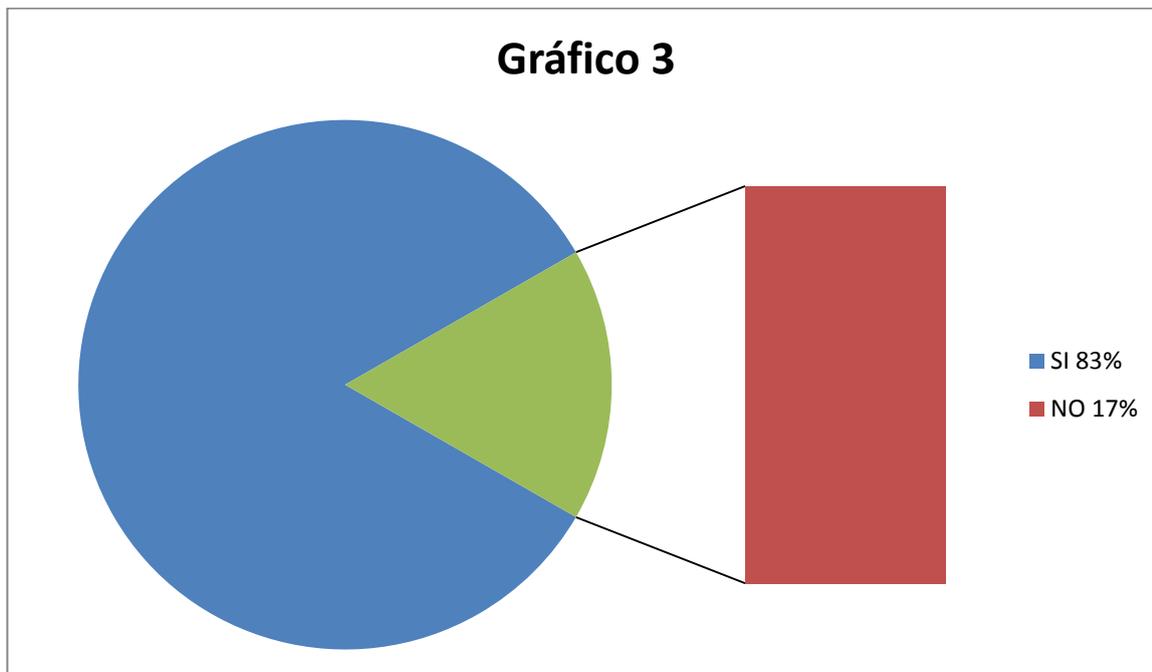
Fuente edición propia

Esta pregunta fue formulada para saber si el personal de mantenimiento sabía distinguir entre los tipos de mantenimiento que existen, y aunque de manera superficial y gracias a las capacitaciones recibidas 12 personas (100%) coincidieron en que sí conocen los tipos de mantenimiento.

3) ¿Cree usted que se debe de planificar cada aspecto de este?

✓ Sí

✓ NO



Fuente edición propia

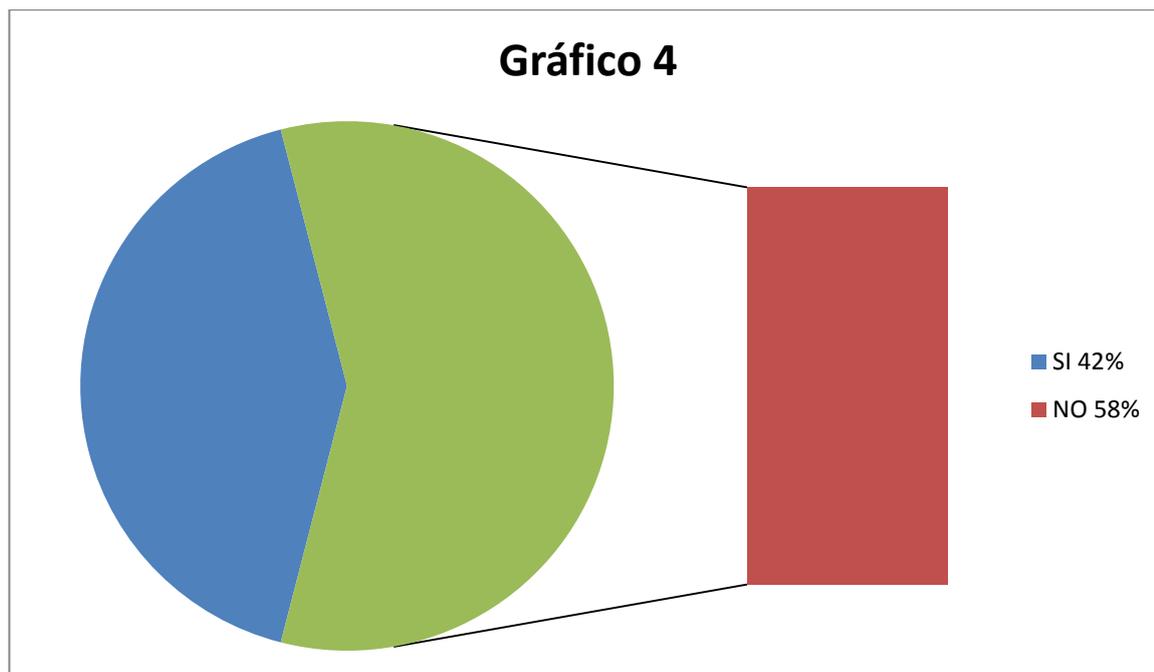
El 83% (10 personas) consideran que el mantenimiento debe ser planificado y es de suma importancia realizarlo. Solo el 17% (2 personas) no consideran necesario planificar el mantenimiento, puesto que consideran que siempre se van a existir daños y siempre se van a reparar y preferirían esperar a que estos daños ocurran.

El último porcentaje es el resultado de la diferencia de conocimientos o nivel académico entre operarios y personal de mantenimiento.

4) ¿Participa usted en la planificación de actividades del mantenimiento?

✓ Sí

✓ NO



Fuente edición propia

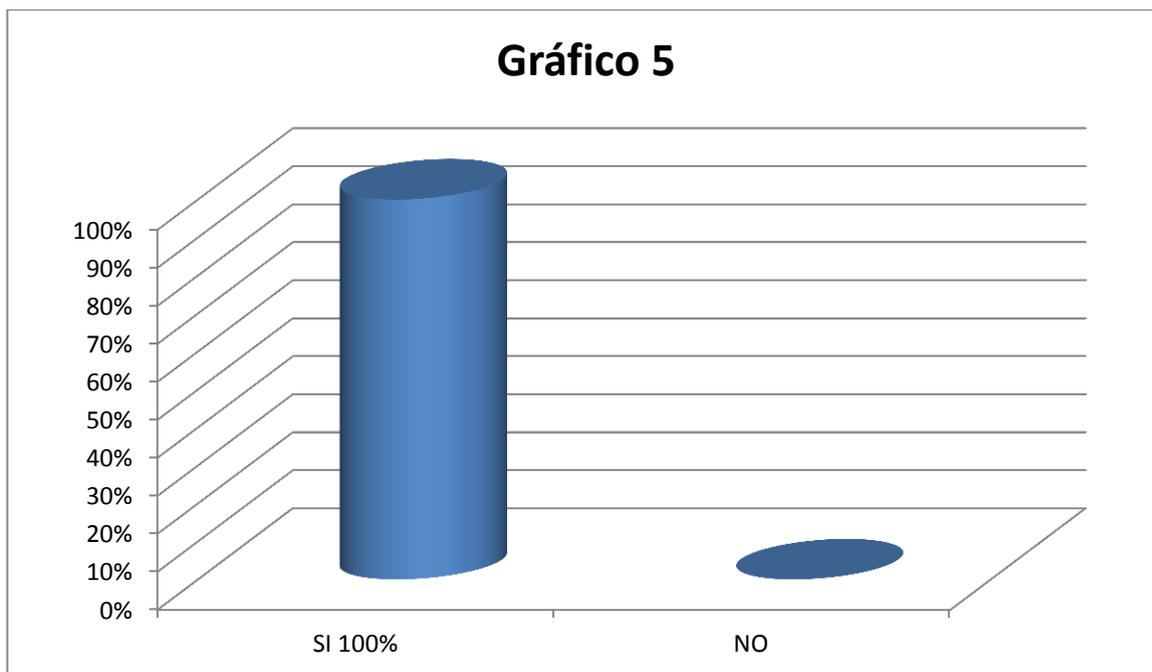
Esta pregunta fue formulada con la finalidad de saber hasta qué punto se involucra al personal de mantenimiento en las actividades. Según los datos obtenidos en el gráfico 4 el 42% (5 personas) son involucradas en la planificación de actividades el 58% (7 personas) son excluidos parcialmente de estas actividades.

Esto se debe a la complejidad que esto conlleva y debido a la formación académica, son solo 5 personas las que participan en dichas planeaciones y al ser del personal de apoyo las 7 personas restantes se excluyen.

5) ¿Existe algún plan de mantenimiento para esta empresa?

✓ Sí

✓ NO



Fuente edición propia

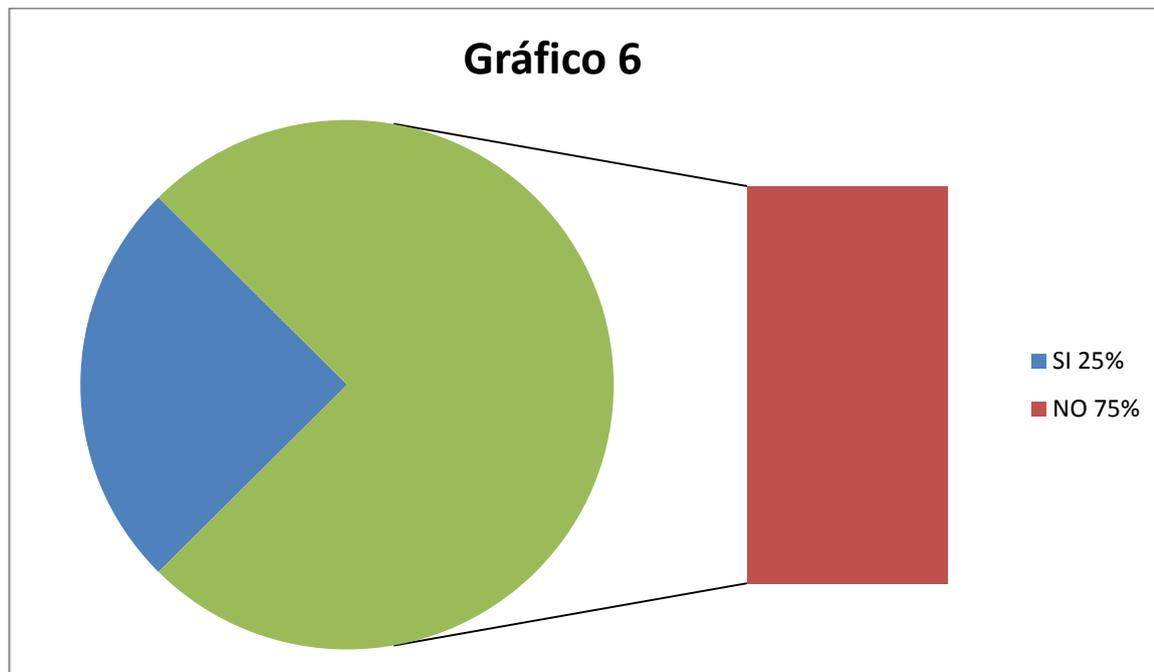
Esta pregunta fue formulada con el objetivo de conocer si el encuestado estaba consciente de que laboraba bajo un plan de mantenimiento. El 100% (12 persona) coincidieron en la repuesta al estar conscientes de que laboran bajo un plan preventivo de mantenimiento.

Esta respuesta fue unánime debido a que la empresa realiza capacitaciones periódicas.

6) ¿Usted tiene máquinas a su cargo?

✓ Sí

✓ NO



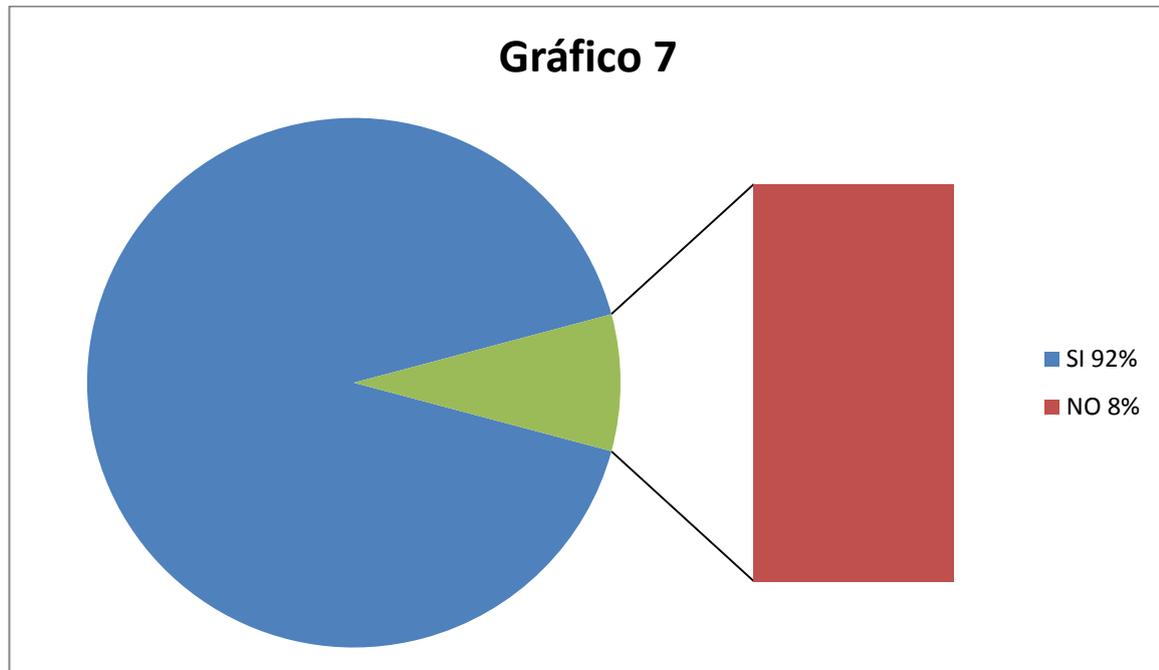
Fuente edición propia

El 75% (9 personas) no tienen máquinas a su cargo; mientras que el 25% (3 personas) sí tienen máquinas a su cargo, este último número corresponde al personal encargado específicamente de operar las máquinas.

7) ¿Usted aplica algún tipo de mantenimiento a estas máquinas?

✓ Sí

✓ NO



Fuente edición propia

Según los datos obtenidos y reflejados en el gráfico 7 muestra que el 100% (12 personas) de los encuestados del área de mantenimiento realizan ciertas actividades correctivas y preventivas. Esto se debe a que de una u otra manera intervienen en la realización del mantenimiento de las máquinas.

8) ¿Cada cuánto se realizan estas actividades?

Las respuestas más comunes fueron

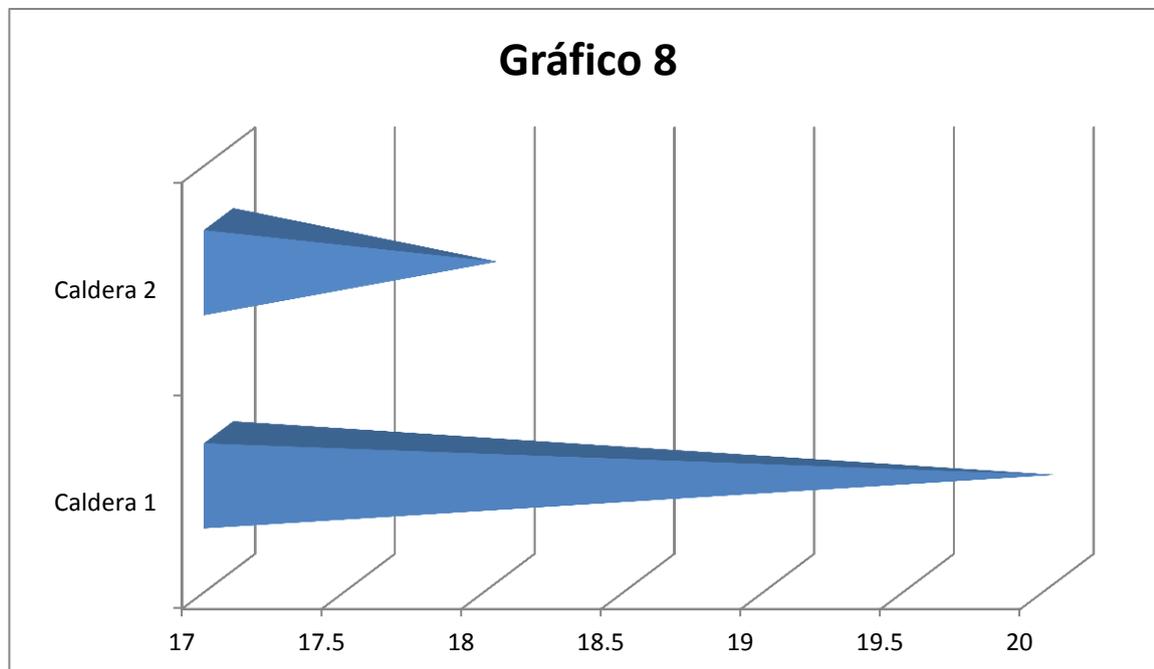
- Diarias
- Semanal
- mensual

Mientras que las actividades

- Trimestrales
- Semestrales
- Anuales

Fueron solo mencionadas por 4 personas.

9) ¿Cuál es normalmente la jornada laboral para estas máquinas?



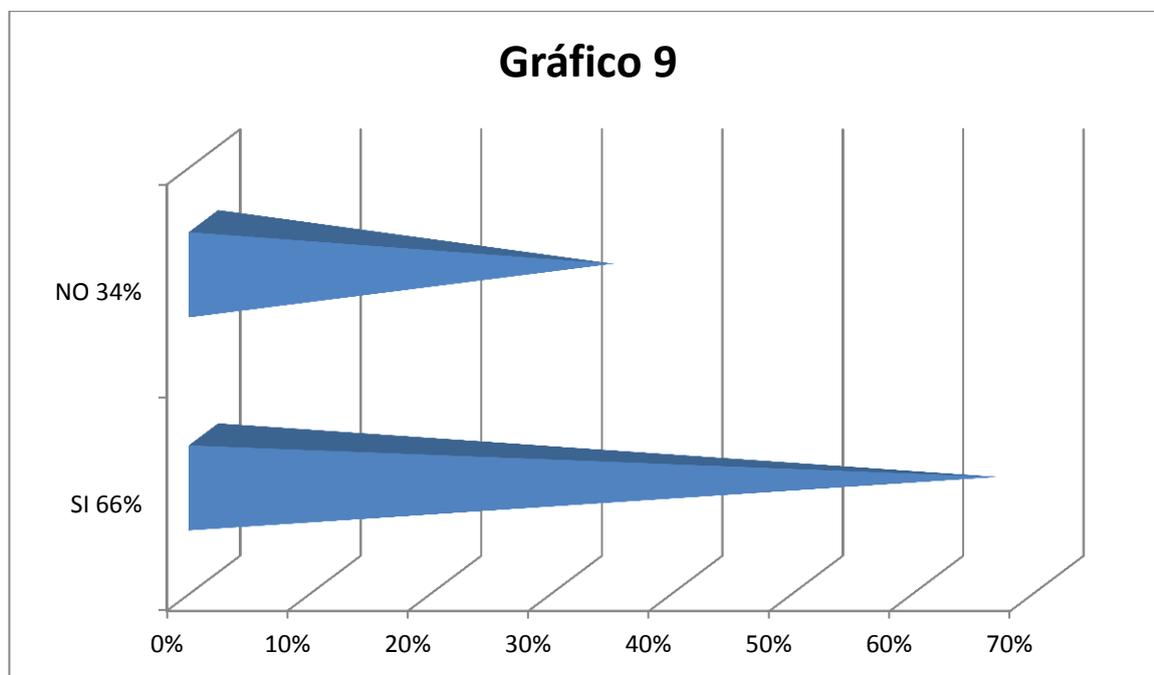
Fuente edición propia

Todos los encuestados (12 personas), al realizarse esta pregunta hicieron referencia a las calderas puesto que si ellas trabajan todo el sistema en sí trabaja, los resultados obtenidos reflejan que la caldera 1 trabaja una jornada laboral de 20 horas diarias de lunes a sábado mientras que la caldera 2 trabaja 18 horas diarias de lunes a viernes y 10 horas los sábados.

10) ¿Se han presentado alguna vez fallas o averías ocasionando paros en el proceso de producción de vapor?

✓ Sí

✓ NO



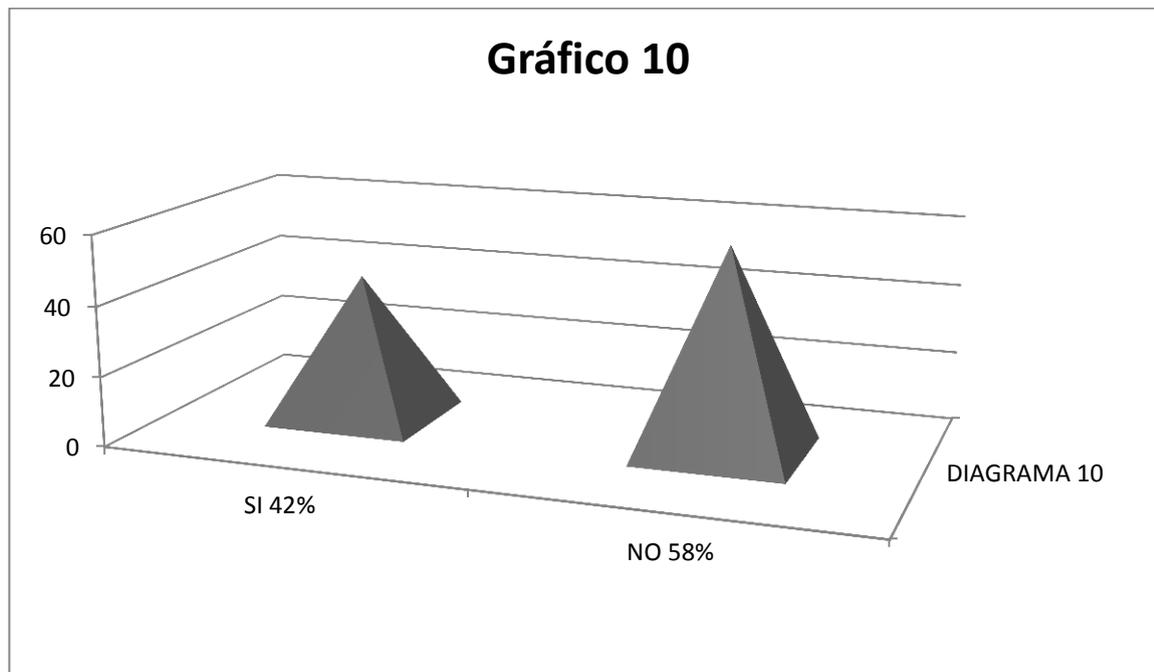
Fuente edición propia

En el diagrama 9 se muestra que el 66% (8 personas) de los encuestados han encontrado averías que inhabilitan el proceso productivos. Mientras que el 34% (4 personas) señalan no haber encontrado fallas. Esto es porque las personas que trabajan directamente con las máquinas en específico son las que detectan las averías que detienen el proceso de producción.

11) ¿Utilizan fichas de mantenimiento?

✓ Sí

✓ NO



Fuente edición propia

En el diagrama 10 podemos observar que el 58% (7 personas) de los encuestados aseguran no utilizar fichas de mantenimiento.

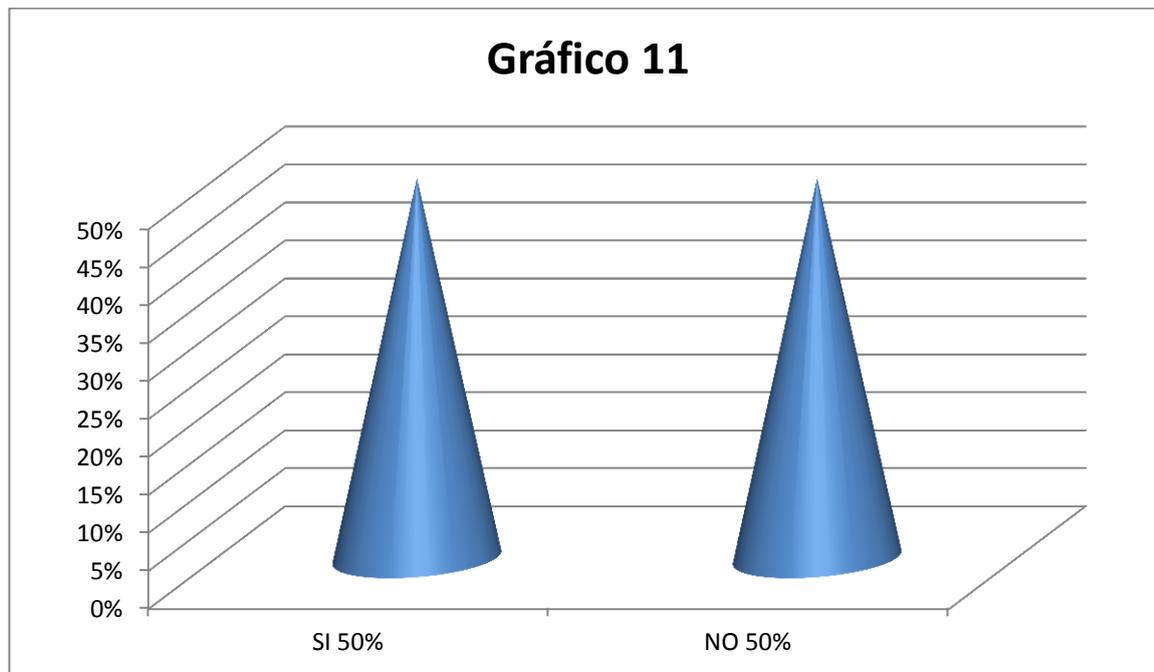
El 42% (5 persona) Afirma utilizarlas.

Este resultado se debe a que solo las personas a cargo específicamente de este tipo de actividades cuentan con el control detallado del funcionamiento de los equipos (fichas, historial de averías, etc).

12) ¿Se cuenta con un historial de averías para cada máquina?

✓ Sí

✓ NO



Fuente edición propia

En el diagrama 11 podemos observar que el 50% (6 personas) de los encuestados aseguran no poseer un historial de averías.

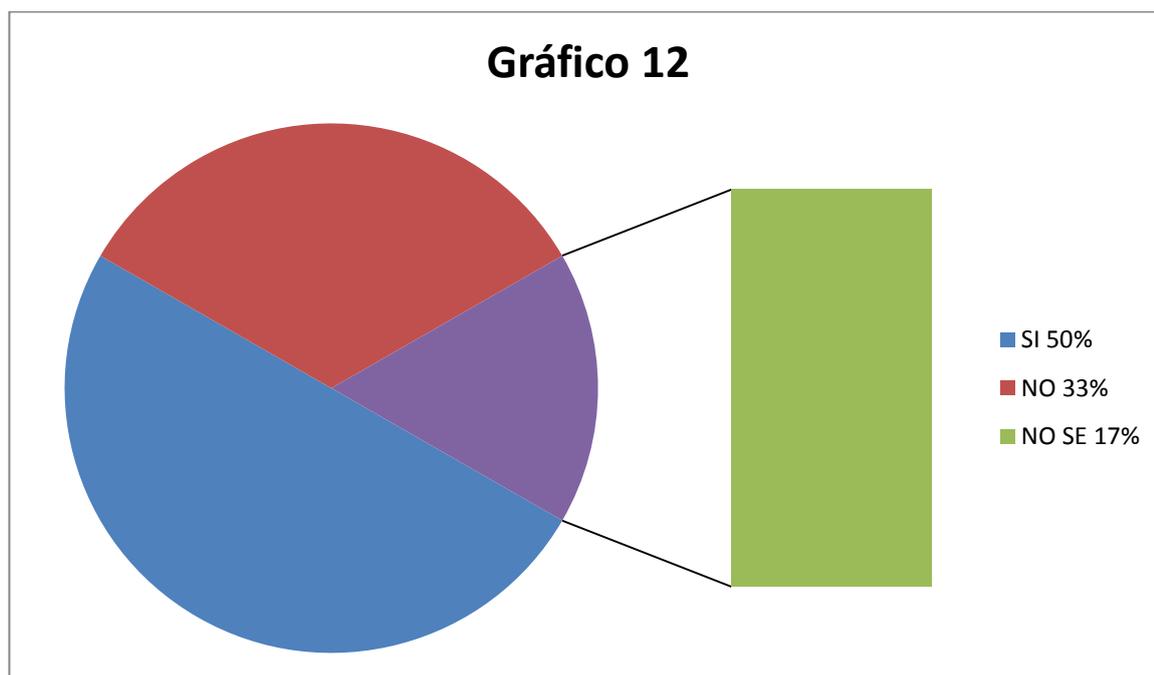
El otro 50% (6 persona) asegura que la empresa si cuenta con dichos historiales.

Este resultado se debe a que solo las personas a cargo específicamente de este tipo de actividades cuentan con el control detallado del funcionamiento de los equipos (fichas, historial de averías, etc).

Las personas con respuesta negativa no tienen acceso a dichos historiales y como hay un mal manejo de las bitácoras puesto que no se registran todas las fallas, y la empresa no da acceso que los ayudantes puedan ver este historial de averías.

13) ¿Posee la empresa los manuales de información técnica de fábrica para cada máquina involucrada en el proceso?

- ✓ Sí
- ✓ NO
- ✓ NO SE



Fuente edición propia

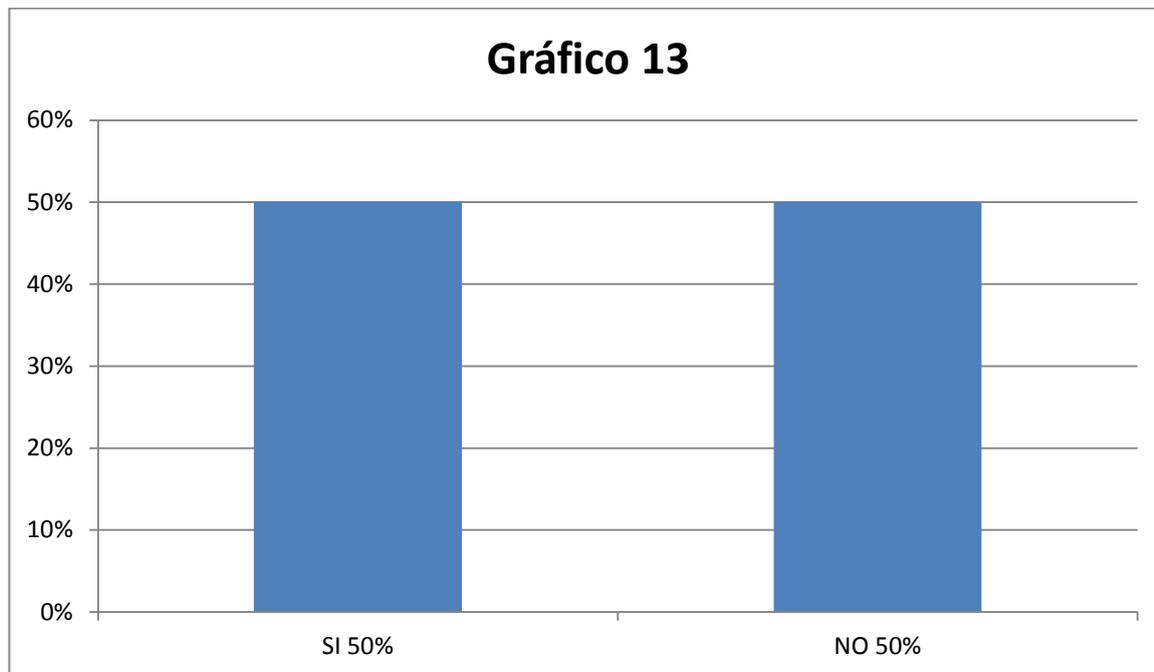
En el diagrama 12 se muestra que el 50% de los encuestados (12 personas) está consiente de que la empresa posee manuales de información técnica, hay un 33% (4 personas) que aduce que no se cuenta con dichos manuales, y un 17% (2 personas) que desconocen si hay o no hay manuales técnicos.

Esto se debe a que los manuales solo son utilizados por las personas que operan de manera directa con las máquinas y por el supervisor. Para evitar daños a los manuales estos son excluidos de los ayudantes y otras personas.

14) ¿Tiene usted accesos a estos?

✓ Sí

✓ NO



Fuente edición propia

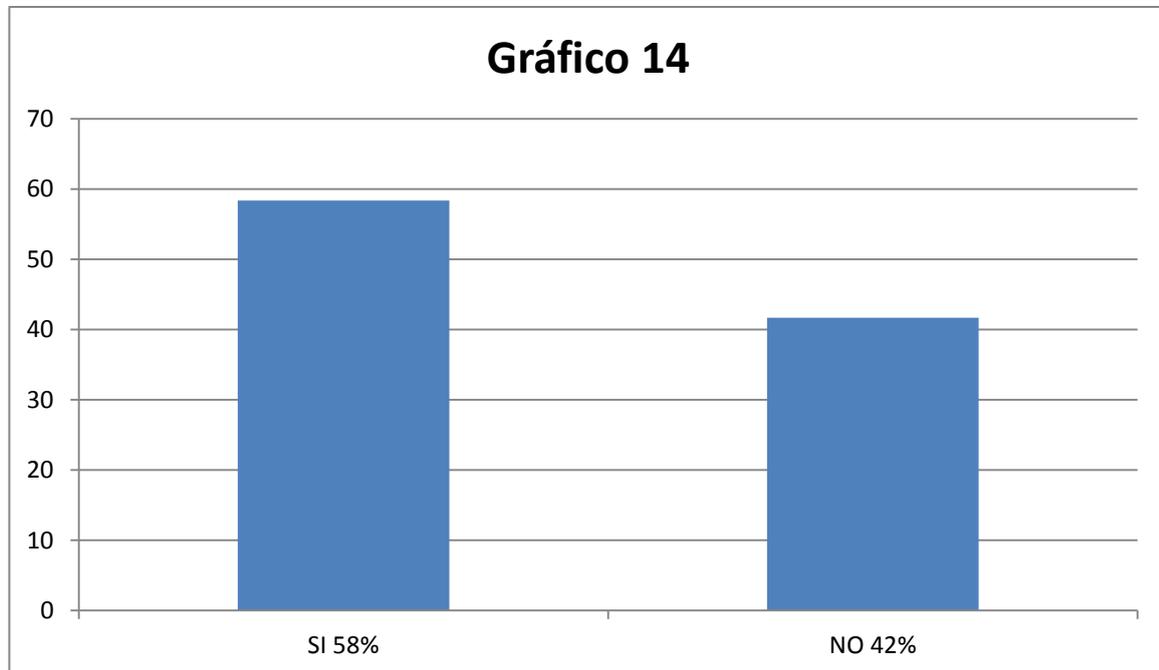
Los resultados arrojados en el diagrama 13 indican que el 50% (12 personas) de los encuestados indican que si tienen acceso a estos manuales y el otro 50% de los encuestados indican que no tienen acceso a estos manuales.

Esto se debe a que los manuales solo son usados por los operarios y personas que dan directamente el mantenimiento a las maquinas. A personas como los ayudantes (personal de apoyo) no tienen acceso a estos manuales.

15) ¿Existe algún plan para los paros no programado?

✓ Sí

✓ NO



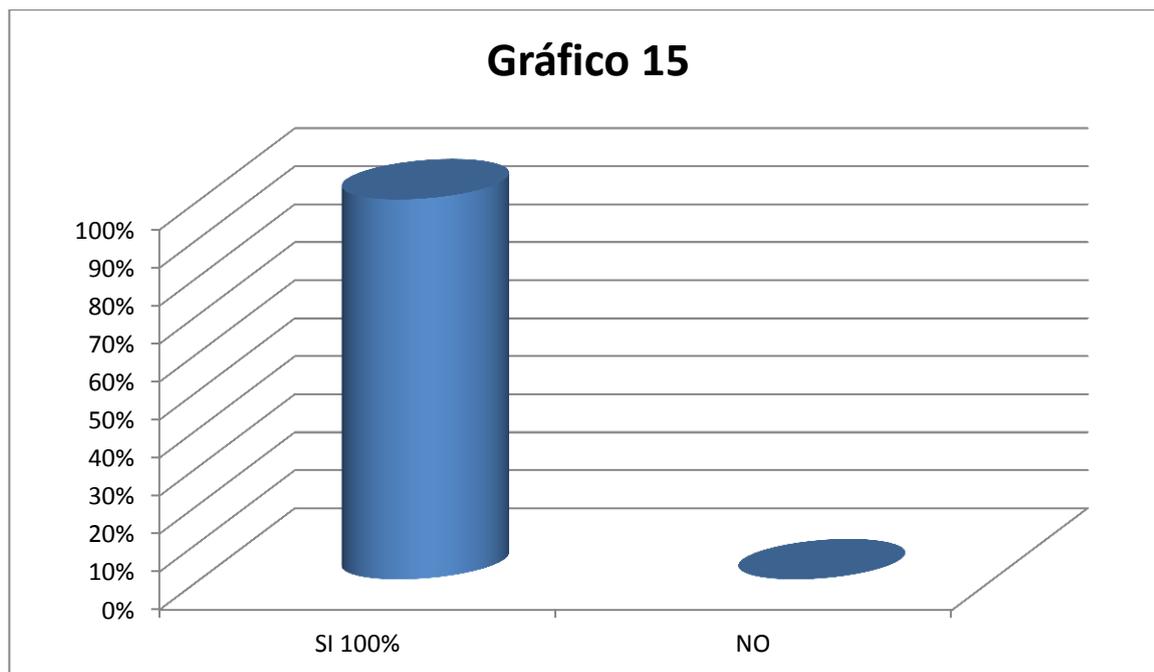
Fuente edición propia

Como se muestra en el diagrama 14 el 58% de los encuestados (7 personas) indica que si se cuenta con un plan para paros no programados, y que al momento que estos ocurren se solucionan de manera inmediata por que se cuenta con un stock de repuesto. Por otra parte el 42% (5 personas) indican que no se cuenta con dicho plan y que al momento que ocurren siempre se anda corriendo de arriba abajo inclusive buscando piezas.

16) ¿Existe algún plan de mantenimiento para esta empresa?

✓ Sí

✓ NO

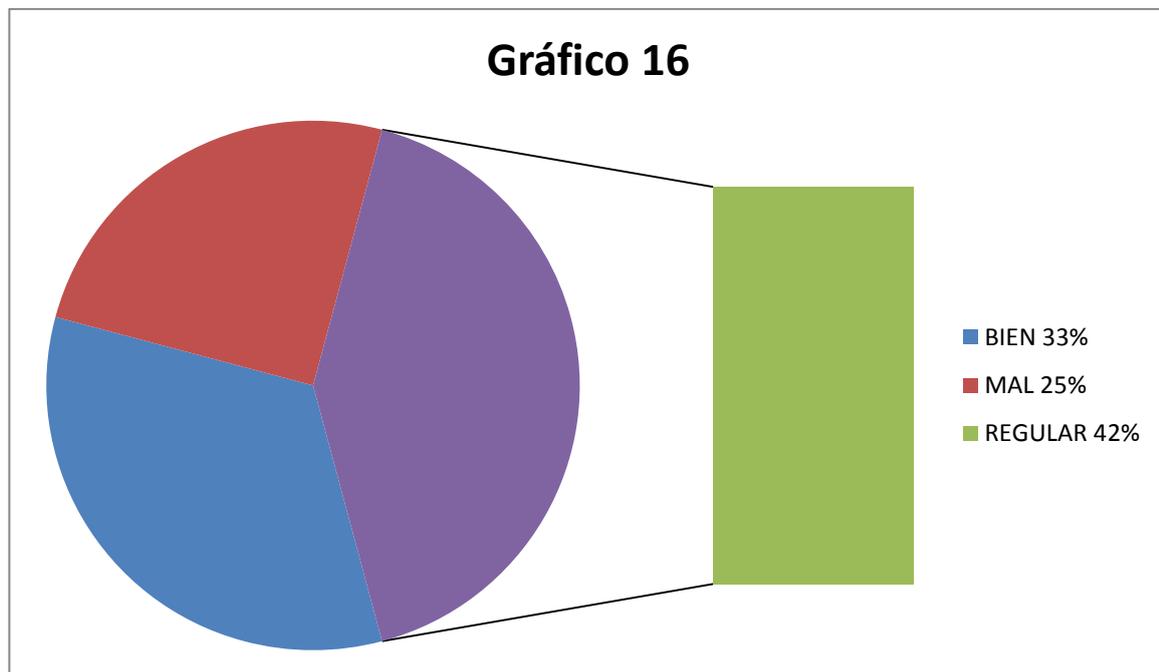


Fuente edición propia

Como muestran los datos obtenidos en la encuesta el 100% (12 personas) de los encuestados indican que si se cuenta con un plan preventivo de mantenimiento. Debido a que la empresa realiza capacitaciones periódicas.

17) ¿Cómo cree usted que funciona este plan?

- ✓ Bien
- ✓ Mal
- ✓ Regular



Fuente edición propia

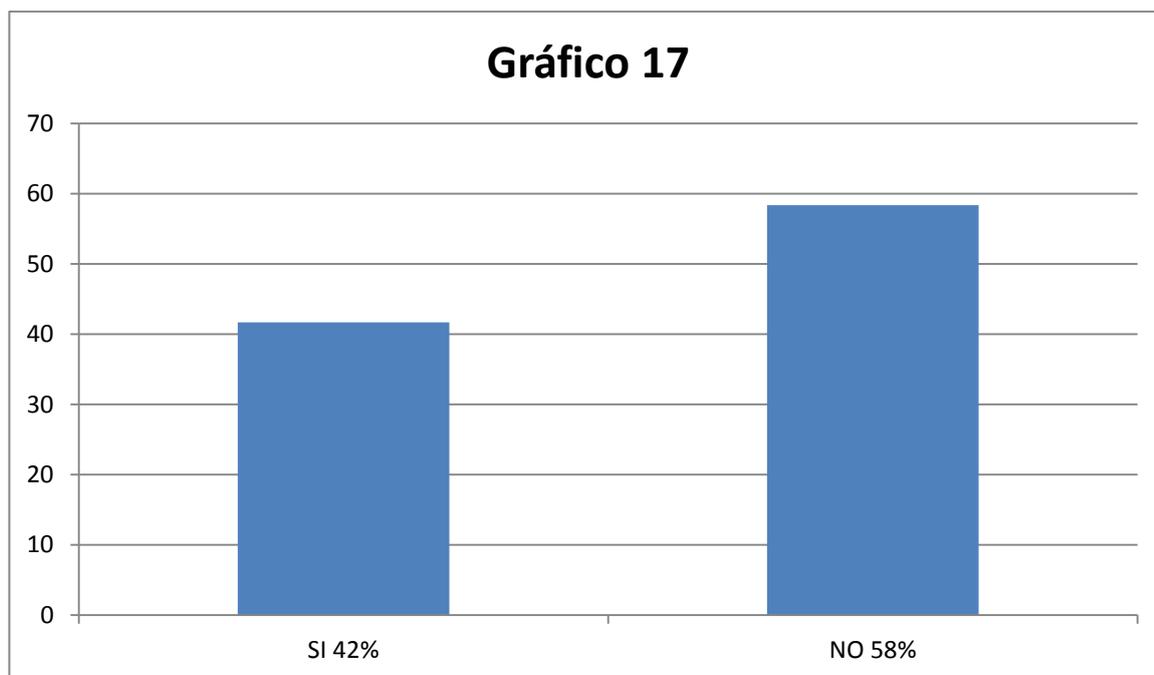
Como muestra este diagrama al momento de evaluar el mantenimiento de la empresa por las personas que trabajan directamente en esta área el 33% (4 personas) de los encuestados indicaron que el plan actual funciona de forma correcta. El 42% (5 personas) indicaron que funciona de forma regular y solo el 25% (3 personas) indicaron que no función como debería, argumentando que por más que se cumpla en un 100% siempre existen fallas en las maquinarias que no se contemplan y que pasan de un plan preventivo a uno “improvisado”.

Estas respuestas se deben al grado académico y al rango que se ejerce es dicho puesto laboral. Un supervisor entiende de mejor el plan de mantenimiento un ayudante solo sabe que hay que limpiar, llevar llaves y correspondencias.

18) ¿Cree usted que se puede mejorar?

✓ Sí

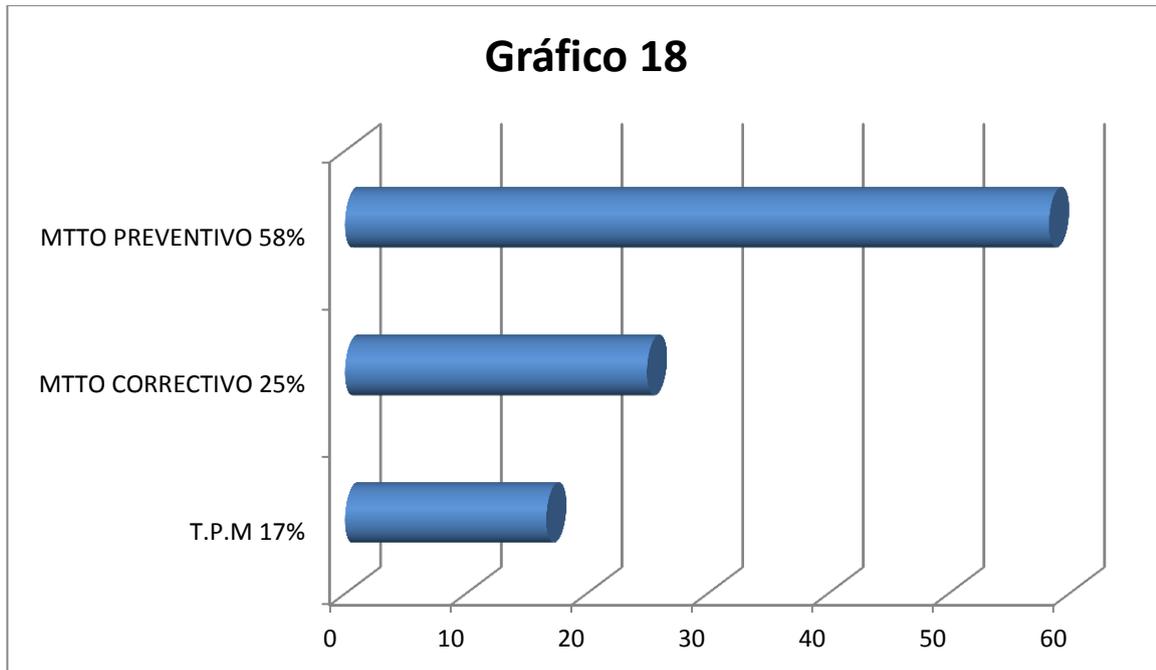
✓ NO



Fuente edición propia

Como se muestra en el diagrama el 42% (5 personas) de los encuestados indican que si se pueden mejorar, y que estas mejoras podrían ser continuas. El 58% (7 personas) indicaron que no se puede mejorar. Esto se debe a que el plan actual es llevado a cabo de manera exigente y rigurosa, para los ayudantes esto conlleva un grado de complejidad por ende la idea de que es inmejorable.

19) ¿Para usted cuál cree que es el tipo de mantenimiento que la empresa debería aplicar? ¿Por qué?



Fuente edición propia

Esta pregunta se realizó de forma abierta para saber en primer plano lo que el personal que labora en el área de producción de vapor pensaba acerca de cuál sería en mantenimiento que mejor se podría acomodar a la necesidad de la empresa.

Las respuestas nos condujeron a los siguientes resultados.

Mantenimiento productivo total: 17% (2 personas), describen que con la implementación de este mantenimiento se eliminarían muchas de las fallas imprevista que se tienen, se mejoraría la capacidad del proceso y por ende la calidad del producto.

Mantenimiento correctivo: 25% (3 personas) argumentan que los fallos siempre existirán y que se planea lo que se plantea en las ejecuciones de cualquier plan siempre se recurre a este mantenimiento por ende lo mejor sería solo recurrir a este mantenimiento.

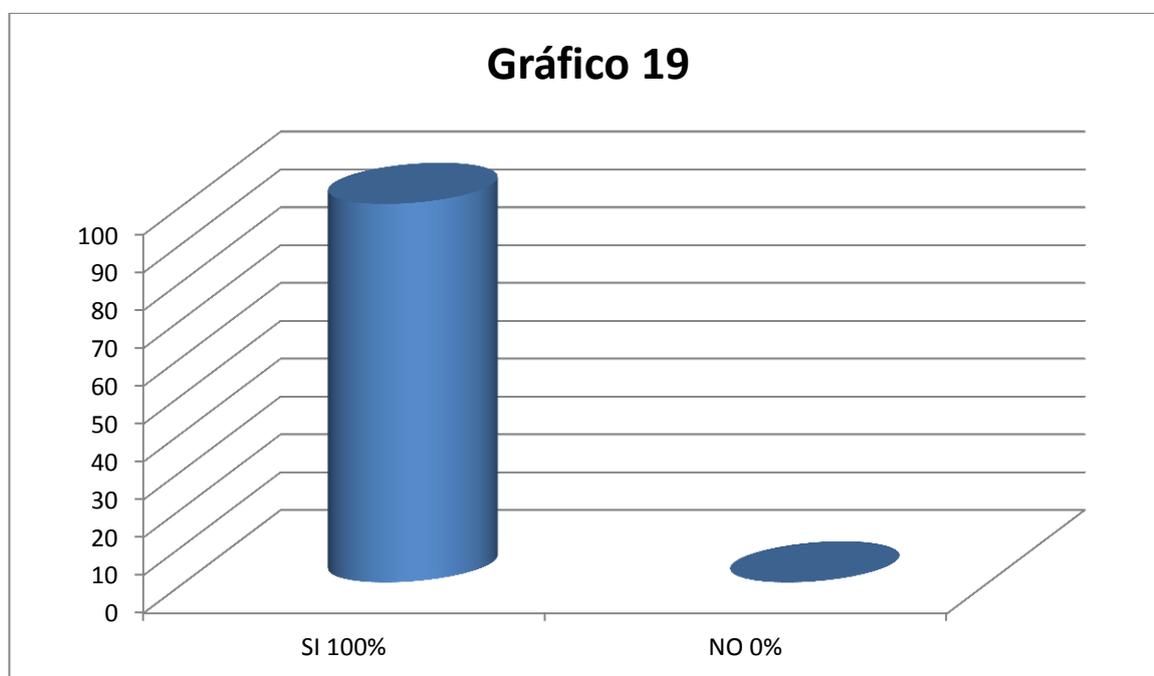
Mantenimiento preventivo 58% (7 personas) coincidieron en que este mantenimiento ya en funcionamiento en la empresa es el más adecuado para

seguirlo implementando ya que a su vez es el más práctico, el que mejor cubre las necesidades, aunque no se puede dejar atrás el mantenimiento correctivo ya que este se utilizara también por las diversas razones que se presentan como, mala calidad en las piezas de repuesto mala operación de los equipos y daños en los equipos de que ocurren de maneras fortuitas.

20) ¿Recibe usted capacitaciones sobre el mantenimiento?

✓ Sí

✓ NO



Fuente edición propia

Todos los encuestados (12 personas) 100% coincidieron en que la empresa lleva a cabo capacitaciones a todo el personal que labora en la empresa. Para que tengan un óptimo desempeño en sus funciones laborales.

9.6.1. Conclusiones de las encuestas aplicadas

1. En base a los resultados de las encuestas se puede determinar que el personal esta recibiendo capacitaciones continuas el problema según el ingeniero Osmar Mairena radica en que el personal se forme (capacite) y luego se cambié de empresa y el ciclo inicia con una nueva contratación.
2. Al ser personal nuevo no toda la información de las actividades de mantenimiento se registran en las bitácoras por lo que el historial de averías carece de información completa por ende los trabajadores no tienen un historial de averías para guiarse. También a esto hay que añadirle que la empresa es celosa con los historiales de averias.
3. Cuando un operario nuevo toma posesión de su máquina de trabajo, muchas veces surgen averías por mal uso de este operario que traduce en pérdidas, y según el ingeniero Osmar Mairena eso implica costos para la empresa ya que se tiene que laborar horas extras para poder cumplir con los pedidos.
4. Un ayudante gana C\$5,000 de básico más horas extras, pero estos se recientes por que tienen que trabajar de lunes a domingo y abandonan el empleo.
5. Un operario gana C\$8,000 más horas extras, estos también sufren dificultades por que en muchas ocasiones tienen que afrontar doble turno, lo cual les genera fatiga acumulada por la cual prefieren abandonar el trabajo por uno más dócil.
6. También cabe mencionar que al momento de preguntarles ¿Cómo cree usted que funciona este plan? (ver gráfico16) el 33% (4 personas) de los encuestados indicaron que el plan actual funciona de forma correcta. El 42% (5 personas) indicaron que funciona de forma regular y solo el 25% (3 personas) indicaron que no función como debería, argumentando que por más que se cumpla en un 100% siempre existen fallas en las maquinarias que no se contemplan y que pasan de un plan preventivo a uno “improvisado” esto se debe a que solo los domingos se hacen los mantenimientos preventivos y no se cumple debidamente el plan, por lo que considero que el plan de mantenimiento actual empleado en el sistema de producción de vapor es deficiente, para dar respuesta a esto veamos las conclusiones y recomendaciones.

X. CONCLUSIONES:

Basado en los resultados obtenidos y Como respuesta a las preguntas que nos planteamos inicialmente se llegaron a las siguientes conclusiones:

- ❖ Podemos definir que el tipo de mantenimiento inicialmente empleado en AALFS UNO S.A, es el mantenimiento preventivo, recurriendo siempre a algunas actividades correctivas, las que son el resultado de una mala gestión del mantenimiento empleado.
- ❖ Los elementos necesarios para diseñar un plan de mantenimiento de acuerdo a las condiciones de trabajo en una empresa pasan primero por la estructura administrativa sugerida para el mantenimiento del área de calderas de vapor en el presente plan, se ajusta a las políticas de la empresa, fijándose así: líneas de autoridad, confianza, respeto, competencias y responsabilidades de cada departamento, así como los límites y restricciones, con el fin de conseguir mejores rendimientos y por consiguiente “la satisfacción total”. podemos concluir que su aplicación sería conveniente, en vista de la considerable reducción en las pérdidas y la prolongación del funcionamiento y vida útil de los equipos.
- ❖ Se determinó que la relación entre departamentos, mantenibilidad y seguridad son algunos de los elementos que influyen en la disponibilidad de los equipos y en la ejecución de las actividades de mantenimiento. Además del nivel de capacitación del personal a cargo de dicha área.
- ❖ La información y la capacitación que se den al personal involucrado en el área mantenimiento, es punto clave para que sean más eficientes y garanticen un mayor grado de “confiabilidad” en los procesos internos del sistema.
- ❖ Aunque la organización de los repuestos esta codificada la gestión de stock de repuestos, no se hace adecuadamente por lo que se pierde tiempo en el proceso de compras y esto hace que se tenga que hacer uso del torno para hacer piezas a medida, mientras llegan las originales.
- ❖ La mala fluides de información entre departamentos hace que el área administrativa no desembolsa a tiempo el dinero lo cual hace que la compra de materiales sea al límite de escasas de materiales.

- ❖ Los ayudantes al no tener día libre, tener que desempeñar muchas funciones en diferentes áreas y recibir el salario mínimo, causan una inestabilidad laboral al no permanecer mucho tiempo con el empleo.
- ❖ Los operarios al tener que trabajar horas extras debido a la creciente demanda, y el desgaste que este trabajo genera, hacen que después de un tiempo se recientan y decidan cambiar de empleo por uno más flexible.
- ❖ El mantenimiento preventivo no se lleva a cabo, porque solo se le aplica mantenimiento preventivo a las calderas los días domingos.
- ❖ El mantenimiento recomendado para esta empresa textil sería el mantenimiento mejorativo, porque es el que más se ajusta a sus necesidades.

XI. RECOMENDACIONES:

- ❖ Se recomienda, hacer réplicas de los manuales y fichas técnicas de las maquinarias para su uso cotidiano.
- ❖ Colocar tableros señalizados para la ubicación de las herramientas que se utilizan en las calderas de vapor, bajo criterios de normas de seguridad y prevención de accidentes de trabajo.
- ❖ Las tareas del plan de mantenimiento sean realizadas en su debido tiempo programado.
- ❖ Seguir las recomendaciones para el control del agua de alimentación para no tener problemas de incrustaciones serios.
- ❖ Revisar periódicamente las trampas de vapor, para poder detectar lo antes posible cuando trampa presenta fallas como: descarga de vapor, no descarga condensado, temperaturas muy elevadas.
- ❖ Hacer un estudio para analizar si la demanda no sobre pasa la capacidad de producción de vapor.
- ❖ Vender la caldera a base de gas y negociar las calderas a base de bunker para poder comprar una o dos calderas a base de biomasa para poder implementar cual quier plan de mantenimiento y que la empresa no sufra paros no programados.
- ❖ Reparar los generadores que están en mal estado.
- ❖ Reparar o vender las bombas que están en mal estado.
- ❖ Incrementar el número de ayudantes para distribuir mejor el trabajo y así evitar la inestabilidad laboral.
- ❖ Incrementar el número de operadores para estos gozen de más tiempo de descanso, y se distribuyan mejor las horas extras.
- ❖ Cumplir las fechas fijadas para dar el mantenimiento preventivo.
- ❖ Cambiar al plan actual por el mantenimiento mejorativo.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Bernal, C. A. (2010). Metodología de la Investigación.
- Díaz Navarro, J. (2004). Técnicas de Mantenimiento Industrial.
- Dounce Villanueva, E. (2009). La Productividad en el Mantenimiento Industrial.
- Dounce, (1998) La productividad en el mantenimiento industrial.
- Duffuaa (2005) Sistema De Mantenimiento.
- Francisco Rey Sacristán (2001). Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa.
- García Garrido Santiago (2009). La contratación del mantenimiento industrial.
- L.C. Morrow (1973) manual de mantenimiento industrial.
- Marymar (1976). Generación del vapor.
- Mesny Marcelo (1977) Calderas de vapor.
- Newbrough (1987). Administracion De Mantenimiento Industrial.
- Pierre Béranger-Limusa (1994).En busca de la excelencia industrial.
- Rivadeneira Unda Milton (2014) Elaboración de presupuestos en empresas manufactureras.
- Rodríguez Araújo, J. (2008). Gestión del Mantenimiento.
- Sacristán, Francisco Rey (2001) Manual del Mantenimiento Integral en la Empresa.
- Sotuyo Blanco Santiago (2002) Optimización Integral de Mantenimiento.
- Vargas Zúñiga Ángel 1984 Calderas industriales y marinas.
- TORRES, L. (2005) Mantenimiento su implementación y gestión, 2da edición. Argentina.

XIII. ANEXOS

ANEXOS

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Mantenimiento calderas	Mantenimiento Correctivo	<ul style="list-style-type: none"> • Número de averías imprevistas. • Tiempo de reparación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación de las averías. • Tiempo de reparación.
	Mantenimiento Preventivo	<ul style="list-style-type: none"> • Número de averías previstas por máquina. • Frecuencia de las averías. • Frecuencia del Mantenimiento / año 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación e inspección del funcionamiento de las máquinas. • Análisis de la ficha técnica e historial de averías. • Dossier de la máquina. • Encuesta.
	Mantenimiento Predictivo	<ul style="list-style-type: none"> • Número de Detecciones precoz de fallas o averías. • Frecuencia de las averías. • Intensidad de la corriente eléctrica. • Vibraciones. • Temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tacómetro • Observación e inspección del funcionamiento de las máquinas. • Análisis de la ficha técnica e historial de averías. • Dossier de la máquina. • Gráficas de control. • Amperímetro. • Sensor de vibraciones. • Termómetro.
	Fallas	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencias de fallas/ maquinas • Inactividad por fallas/ maquinas 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación de las averías. • Tiempo de reparación
	Mano de obra	<ul style="list-style-type: none"> • Número de efectivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hombres por máquinas.
	Costos de Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Unidades monetarias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presupuesto.

13.1. Anexo 1 opreralizacion de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
sistema de producción de vapor	Alimentación y calidad de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de gases no condensables • Sólidos disueltos totales (STD) • Dureza • PH • Alcalinidad • Conductividad eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación de las aguas. • Medición del PH. • Tratamiento de las aguas.
	Caldera	<ul style="list-style-type: none"> • Agua de alimentación • Capacidad máxima. • Ciclos de concentración • Purga • Combustible 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación e inspección del funcionamiento de la caldera. • Análisis de la ficha técnica e historial de averías. • Dossier de la máquina.
	vapor	<ul style="list-style-type: none"> • Vapor saturado • Vapor sobre saturado • Vapor sobrecalentado • Vapor seco • Vapor recalentado 	<ul style="list-style-type: none"> • Osmómetro • Isoteniscopeo • Sensor TDR
	Mano de obra	<ul style="list-style-type: none"> • Número de efectivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hombres por máquinas.



UNIVERSIDAD NACIONALAUTÓNOMA DE
NICARAGUA FAREM MATAGALPA

ENTREVISTA AL PERSONAL DE PRODUCCIÓN DE VAPOR

Soy estudiante del V año de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas y realizaremos esta entrevista con el objetivo de realizar el trabajo monográfico para optar al título.

- 1) ¿Conoce usted el término "mantenimiento"?
- 2) ¿Conoce usted los tipos de mantenimiento?
- 3) ¿Cree usted que se debe de planificar cada aspecto de este?
- 4) ¿Participa usted en la planificación de actividades del mantenimiento?
- 5) ¿Existe algún plan de mantenimiento para esta empresa?
- 6) ¿Usted tiene máquinas a su cargo?
- 7) ¿Usted aplica algún tipo de mantenimiento a estas máquinas?
- 8) ¿Cada cuánto se realizan estas actividades?
- 9) ¿Cuál es normalmente la jornada laboral para estas máquinas?
- 10) ¿Se han presentado alguna vez fallas o averías ocasionando paros en el proceso de producción de vapor?
- 11) ¿Utilizan fichas de mantenimiento?
- 12) ¿Se cuenta con un historial de averías para cada máquina?
- 13) ¿Posee la empresa los manuales de información técnica de fábrica para cada máquina involucrada en el proceso?
- 14) ¿Tiene usted accesos a estos?

- 15) ¿Existe algún plan para los paros no programado?
- 16) ¿Existe algún plan de mantenimiento para esta empresa?
- 17) ¿Cómo cree usted que funciona este plan?
- 18) ¿Cree usted que se puede mejorar?
- 19) ¿Para usted cuál cree que es el tipo de mantenimiento que la empresa debería aplicar? ¿Por qué?
- 20) ¿Recibe usted capacitaciones sobre el mantenimiento?

13.4. Anexo 4 Hoja de datos diarios para los calderos

Hoja de datos diarios para los calderos

AALFS UNO S.A,

AREA DE MANTENIMIENTO

HOJA DE DATOS DIARIOS						#:		
FECHA EMISIÓN:								
CASA DE MAQUINAS:								
DATOS:								
CALDERA #:								
FECHA	Ho		Presión de	Presión de Combustible	Temperatura de Chimeneas	Purgas		
	Inicio	Parada				F	L	M
OBSERVACIONES:								

RESPONSABLE DE TURNO: _____

FIRMA

13.5. Anexo 6 Orden de trabajo

- Orden de trabajo

AALFS UNO S.A,
ÁREA DE MANTENIMIENTO

ORDEN DE TRABAJO	#O.T:	
Fecha emisión:		
Sección:		
Equipo o instalación:		
Descripción del trabajo a realizar:		
Ejecución de	Fec	Ho
Inicio		
Fin		
Observaciones:		

RESPONSABLE DEL AREA

C.C:

RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO

C.C:

SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

C.C:

13.6. Anexo 7 Orden de trabajo

					
ORDEN DE TRABAJO					
PRIORIDAD: <i>NORMAL</i> _____ <i>IMPORTANTE</i> _____ <i>URGENTE</i> _____					
REFERENCIA: <i>UBICACIÓN TÉCNICA:</i> _____ <i>Eq</i>			# ORDEN TRABAJO:		
			FECHA INICIO:		
			FECHA FIN:		
TIPO DE ACTIVIDAD: <i>PROGRAMADO</i> ____ <i>CORRECTIVO</i> ____ <i>PREDICTIVO</i> ____ <i>EMERGENCIA</i> ____ <i>OTRO</i> ____					
SOLICITA:			EJECUTA:		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:					
DATOS ADICIONALES:					
MATERIALES	CANT.	REPUESTOS	CANT.	HERRAMIENTAS	CANT.
PERSONAL REQUERIDO:		<i>ELÉCTRICO</i>	<i>ELECTRÓNICO</i>	<i>MECÁNICO</i>	<i>OTRO</i>
CANTIDAD:					
OBSERVACIONES GENERALES :			OBSERVACIONES DE SEGURIDAD :		
EMITE:			APRUEBA:		
Nombre:			Nombre:		

13.7. Anexo 8 Solicitud de egreso de bodega

SOLICITUD DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS					
# ORDEN TRAB. _____		# SOL. MAT.HERR. _____		FECHA: _____	
MATERIALES			HERRAMIENTAS		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CÓDIG	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Persona que retira:			Persona que retira:		
Persona que entrega:			Persona que entrega:		

13.8. Anexo 9 Historial de avería

 HISTORIAL DE AVERÍAS		
DESCRIPCIÓN DE LA AVERÍA	# HIST. AV.	
OBJETO DE REFERENCIA		
UBICACIÓN TÉCNICA		
EQUIPO	_____	
PARTE PRINCIPAL	_____	
RESPONSABILIDADES		
AUTOR DEL AVISO		
RESPONSABLE	_____	
FECHA DEL AVISO	HORA DEL AVISO	
_____	_____	_____
DATOS AVERÍA		
INICIO DE AVERÍA	HORA IN. AVERÍA	
FIN DE AVERÍA	HORA FIN AVERÍA	_____
OCASIONO PARADA	S I	NO
DURACIÓN PARADA	_____	_____
POSICIÓN		
PARTE DEL OBJETO	_____	
SÍNTOMA DE LA AVERÍA	_____	
CAUSA DE LA AVERÍA	_____	

13.9. Anexo 10 Solicitud de trabajo de mantenimiento

	
SOLICITUD DE TRABAJO	
PRIORIDAD: <i>NORMAL</i> _____ <i>IMPORTANTE</i> _____ <i>URGENTE</i> _____	
FECHA DE SOLICITUD:	# SOL. TRAB.:
DPTO. QUE SOLICITA EL TRABAJO:	
OBJETO DE REFERENCIA	
<i>UBICACIÓN</i>	_____
<i>TÉCNICA</i>	_____
<i>EQUIPO</i>	_____
<i>PARTE PRINCIPAL</i>	_____
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A REALIZAR:	
SOLICITANT	
E: CARGO:	

13.10. Anexo 11 Solicitud de compra de mantenimiento

									
SOLICITUD DE COMPRA DE MANTENIMIENTO						Solicitud N°		Fecha de Solicitud:	
Código Máquina	Máquina	Marca	Tipo	Ser	Modelo	Añ	Volтаж	Hz	
ITEMS SOLICITADOS									
Códi go	Pagin a/	Grup	Posició n/ N°	Código Fabrican	Descripción Técnica	Unidad	Cantidad	Cost o	Cos to
Total									
Solicitado por:		Aprobado por:		Fecha de		Observaciones:			
Cargo:		Cargo:							
Fecha:		Fecha:							
Firma:		Firma:							

13.11. Anexo 12 Solicitud de servicio externo de mantenimiento

					
SOLICITUD DE SERVICIO EXTERNO DE MANTENIMIENTO					Solicitud N°
Solicitante		Empresa Recomendada			
Máquina		Costo Proforma			
Código Técnico		Caducidad Proforma			
Tipo de Actividad o Mntto		Prioridad		Fecha (dd-mm-aaaa)	
Programado		Normal		Inicio Deseado	Entrega
Correctivo		Importante			
Otro		Urgente			
SERVICIO SOLICITADO					
Parte Principal	Servicio	Descripción del Servicio			
OBSERVACIONES GENERALES					
EMISIÓN			APROBACIÓN		
Emite			Aprueba:		
Cargo			Cargo:		
Fecha			Fecha:		
Firma			Firma:		

**13.13. ANEXO 13 entrevista al supervisor de producción de vapor**

**UNIVERSIDAD NACIONALAUTÓNOMA DE
NICARAGUA FAREM MATAGALPA**

**ENTREVISTA AL SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN DE
VAPOR**

Soy estudiante del V año de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas y realizaremos esta entrevista con el objetivo de realizar el trabajo monográfico para optar al título.

1. ¿En qué estado se encuentra la caldera 1?
2. ¿En qué estado se encuentra la caldera 2?
3. ¿En qué estado se encuentra el generador 1?
4. ¿En qué estado se encuentra el generador 2?
5. ¿En qué estado se encuentra el bomba 1?
6. ¿En qué estado se encuentra el bomba 2?
7. ¿En qué estado se encuentra el bomba 3?
8. ¿En qué estado se encuentra el bomba 4?

13.13. Anexo 14 Fichas técnicas de datos y características de los equipos del área de máquinas de la empresa textil aalfs uno s.a,

Debido a la información que contiene son de utilidad en momentos de toma de decisiones, consultas sobre cualquier dato técnico exclusivo de cada máquina e incluso sobre la posibilidad de ser intercambiada por otra de mayores prestaciones.

							
EQUIPO		CALDERA 1					
CÓDIGO TÉCNICO		AALFS – CM – CA – 01					
DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO							
AALF	Empresa textile			CA:	Caldera		
CM:	Casa de Máquinas			01:	Número de		
DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN							
Fabricant	Cleaver Brooks		País	U.S.A			
Model	CBL 125CC		Seri	PV276HH			
Proveedo	POWERHOUSE		Valor de	54.349,60			
DATOS GENERALES							
DIMENSIONES DEL EQUIPO				OTRO			
Parte frontal:		1041 mm		Peso:		2966	
Diámetro:		1400 mm		Vibración:		Norm	
Altura:		2223 mm		Criticidad:		Fundamental	
ESPECIFICACIONES							
<ul style="list-style-type: none"> • Puede trabajar a Gas Presión Máxima: 2 P.S.I Presión Mínima: 1 P.S.I • Puede trabajar a Diesel Máxima cantidad de entrada: 15 GPH. Rendimiento de vapor: 1725 lb/h. Presión de bombeo: 278 P.S.I • Ángulo de espray: 45º 240 V, 1 fase, 50/60 Hz, 9.5 A 208 V, 3 fases, 50/60 Hz, 5.7 A 240 V, 3 fases, 50/60 Hz, 5.4 A 480 V, 3 fases, 50/60 Hz, 2.7 A • Potencia: 50 BHP 							
COMPONENTES DE SEG/MNTTO				NECESIDADES			
Controlador de nivel de agua mínimo y máximo. Controlador de sobrepresión. Control de llama.							
MOTOR(ES)							
Descripción	H	V	HZ	RPM	Fas	Fabricante	Modelo
M1. Del quemador	2	208/2	60/	3450/28	3	LEESON ELECTRIC	C4T34DK1E
M2. Del ventilador	2	208/2	60/	3450	3	LEESON ELECTRIC	C6T34DC63
Realizado:				Revisado:		Fecha:	



Tabla 4.2: ficha técnica de datos y características de la caldera1

							
EQUIPO		CALDERA 2					
CÓDIGO TÉCNICO		AALFS – CM – CA – 02					
DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO							
AALF	Empresa textile			CA:	Caldera		
CM:	Casa de Máquinas			02:	Número de		
DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN							
Fabricant	Cleaver Brooks		País	U.S.A			
Model	CBL 125 CC		Seri	PV274HH			
Proveedo	POWERHOUSE		Valor de	54.349,60			
DATOS GENERALES							
DIMENSIONES DEL EQUIPO				OTRO			
Parte frontal:		1041 mm		Peso:		2966	
Diámetro:		1400 mm		Vibración:		Norm	
Altura:		2223 mm		Criticidad:		Fundamental	
ESPECIFICACIONES							
<ul style="list-style-type: none"> • Puede trabajar a Gas Presión Máxima: 2 P.S.I Presión Mínima: 1 P.S.I • Puede trabajar a Diesel Máxima cantidad de entrada: 15 GPH. Rendimiento de vapor: 1725 lb/h Presión de bombeo: 278 P.S.I • Ángulo de espray: 45° 240 V, 1 fase, 50/60 Hz, 9.5 A 208 V, 3 fases, 50/60 Hz, 5.7 A 240 V, 3 fases, 50/60 Hz, 5.4 A 480 V, 3 fases, 50/60 Hz, 2.7 A • Potencia: 50 BHP 							
COMPONENTES DE SEG/MNTTO				NECESIDADES			
Controlador de nivel de agua mínimo y máximo. Controlador de sobrepresión. Control de llama.							
MOTOR(ES)							
Descripción	H	V	HZ	RPM	Fas	Fabricante	Modelo
M1. Bomba de combustible	1	208/2	60/	3450/28	3	LEESON ELECTRIC	C4T34DK1E
M2. Del ventilador	2	208/2	60/	3450	3	LEESON ELECTRIC	C6T34DC63
Realizado:				Revisado:		Fecha:	



Tabla 4.3 FICHA TÉCNICA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DEL CALDERA2

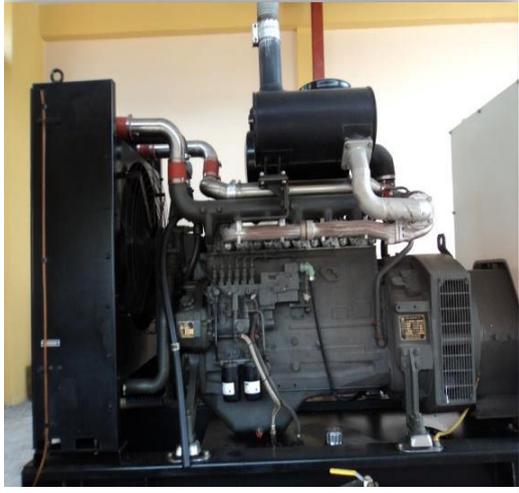
								
EQUIPO		GENERADOR 1						
CÓDIGO TÉCNICO		AALFS – CM – GE – 01						
DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO								
AALFS	Empresa textile		GE:	Generador				
CM:	Casa de Máquinas		01:	Número de				
DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN								
Fabricante:	MINGPOWERS		País	CHINA				
Modelo	120GFX-992		Seri	081040222				
Proveedor:	ENERGY PLAM		Valor de					
Fecha de	20 00		Añ	10/2008				
DATOS GENERALES								
DIMENSIONES DEL EQUIPO				OTRO				
Largo	2216 mm			Peso:	1600			
Ancho	798			Vibración:	Norm			
Alto	2162 mm			Criticidad:	Fundamental			
ESPECIFICACIONES								
<ul style="list-style-type: none"> • Enfriamiento por agua. • Cuatro cilindros en línea. • Cuatro ciclos. • Inyección directa. • Consumo de alimentación: 12.5 L/H (100% cargado) • Descarga de aire: 138.7 m³/min • Compresión de aire: 4.13 m³/min • Temperatura de descarga máxima: 475°C • Voltaje de salida: 24 V • Ajuste de velocidad electrónicamente 								
COMPONENTES DE SEG/MNTTO				NECESIDADES				
Botonera de parada de emergencia.								
MOTOR(ES)								
Descripción		V	HZ	RPM	Fas	Fabricante	Modelo	
M1. Generador (KW)	4	127/2	6	1800	3	MINGPOWERS CHINA	M-C55	
M2. De la bomba de inyección (HP)	2	208/2	50/60	3450	3	LEESON ELECTRIC	C6T34DC63	
Realizado:				Revisado:		Fecha:		

Tabla 4.4: FICHA TÉCNICA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DEL GENERADOR

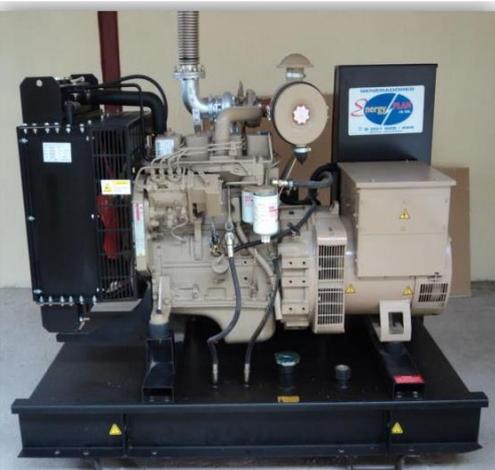
											
EQUIPO		GENERADOR 2									
CÓDIGO TÉCNICO		AALFS – CM – GE – 02									
DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO											
AALF	Empresa textil	GE:	Generador								
CM:	Casa de Máquinas	02:	Número de								
DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN											
Fabricant	MINGPOWERS	País	CHINA								
Model	LG55C	Seri	0912021								
Proveedo de	ENERGY PLAM	Valor de									
Fecha de	20 09	Añ	12/2009								
DATOS GENERALES											
DIMENSIONES DEL EQUIPO				OTRO							
Largo	180		Peso:	835							
Ancho	87		Vibración:	Nor							
Alto	145		Criticidad:	Fundamental							
ESPECIFICACIONES											
<ul style="list-style-type: none"> • Enfriamiento por agua. • Cuatro cilindros en línea. • Cuatro ciclos. • Inyección directa. • Consumo de alimentación: 12.5 L/H (100% cargado) • Descarga de aire: 138.7 m³/min • Compresión de aire: 4.13 m³/min • Temperatura de descarga máxima: 475°C • Voltaje de salida: 24 V • Ajuste de velocidad electrónicamente 											
COMPONENTES DE SEG/MNTTO				NECESIDADES							
Botonera de parada de emergencia.											
MOTOR(ES)											
Descripci	V	HZ	RPM	Fas	Fabricante	Modelo					
M1. Generador (KW)	4	127/2	6	1800	3	MINGPOWERS CHINA	M-C55				
M2. De la bomba de inyección (HP)	2	208/2	50/60	3450	3	LEESON ELECTRIC	C6T34DC63				
Realizado:				Revisado:		Fecha:					

Tabla 4.5: FICHA TÉCNICA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DEL GENERADOR

Tabla 4.6: FICHA TÉCNICA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA1

								
EQUIPO		BOMBA 1						
CÓDIGO TÉCNICO		AALFS – CM – BM – 01						
DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO								
AALF	Empresa textil	BM	Bomba					
CM:	Casa de Máquinas	01:	Número de					
DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN								
Fabricant	COULD PUMPS	País	U.S.A					
Model	36	Seri	F081031471					
Proveedo	ITT CORPORATION	Valor de	4.781,39					
Fecha de	2009	Añ	2009					
DATOS GENERALES								
CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO				OTROS				
Material del impulsor	Hierro fundido			Vibración:	Nor			
Eje de la bomba	Ace			Criticidad:	Fundamental			
ESPECIFICACIONES								
<ul style="list-style-type: none"> • Bomba centrífuga de una etapa. • Carcasa con diseño de voluta. • Presión de succión 102 PSI. • Presión de operación 174 PSI. • Capacidad de bombeo 350 GPM. • Dirección de rotación sentido horario vista desde el eje. 								
COMPONENTES DE SEG/MNTTO				NECESIDADES				
Botonera de arranque y paro				Botonera de paro de emergencia				
MOTOR								
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	H	V	HZ	RPM	Fas	# Polos	Temperatura °C	
	1	115/2	6	1750	1	4	100	
Realizado:				Revisado:		Fecha:		

Tabla 4.7: FICHA TÉCNICA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA2

							
EQUIPO		BOMBA 2					
CÓDIGO TÉCNICO			AALFS – CM – BM – 02				
DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO							
AALF	Empresa textil			BM	Bomba		
CM:	Casa de Máquinas			02:	Número de		
DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN							
Fabricant	GOULD PUMPS		País	U.S.A			
Model	36		Seri	F08101730			
Proveedo	ITT CORPORATIO		Valor de	3.010, 44			
Fecha de	20		Añ	2009			
DATOS GENERALES							
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO				OTROS			
Material del impulsor	Hierro fundido			Vibración:	Nor		
Eje de la bomba	Ace			Criticidad:	Fundamental		
ESPECIFICACIONES							
<ul style="list-style-type: none"> • Bomba centrífuga de una etapa. • Carcasa con diseño de voluta. • Presión de succión 102 PSI. • Presión de operación 174 PSI. • Capacidad de bombeo 350 GPM. • Dirección de rotación sentido horario vista desde el eje. 							
COMPONENTES DE SEG/MNTTO				NECESIDADES			
Botonera de arranque y paro				Botonera de paro de emergencia			
MOTOR							
CARACTERISTICAS TÉCNICAS	H	V	HZ	RPM	Fas	# Polos	Temperatura
	1	115/2	6	1750	1	4	100
Realizado:				Revisado:		Fecha:	



Tabla 4.8: FICHA TÉCNICA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA3

							
EQUIPO		BOMBA 3					
CÓDIGO TÉCNICO		AALFS – CM – BM – 03					
DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO							
AALF	Empresa textile		BM	Bomba			
CM:	Casa de Máquinas		03:	Número de			
DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN							
Fabricant	GOULD PUMPS		País	U.S.A			
Model	36		Seri	F08103020			
Proveedo	ITT CORPORATION		Valor de	3.010, 44			
Fecha de	20 00		Añ	2009			
DATOS GENERALES							
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO				OTROS			
Material del impulsor	Hierro fundido			Vibración:	Nor		
Eje de la bomba	Acer			Criticidad:	Fundamental		
ESPECIFICACIONES							
<ul style="list-style-type: none"> • Bomba centrífuga de una etapa. • Carcasa con diseño de voluta. • Presión de succión 102 PSI. • Presión de operación 174 PSI. • Capacidad de bombeo 350 GPM. • Dirección de rotación sentido horario vista desde el eje. 							
COMPONENTES DE SEG/MNTTO				NECESIDADES			
Botonera de arranque y paro				Botonera de paro de emergencia			
MOTOR							
CARACTERISTICAS TÉCNICAS	H	V	HZ	RPM	Fas	# Polos	Temperatura
	1	115/2	6	1750	1	4	100
Realizado:				Revisado: Fecha:			



Tabla 4.9: FICHA TÉCNICA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA4

								
EQUIPO		BOMBA 4						
CÓDIGO TÉCNICO			AALFS – CM – BM – 04					
DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO								
AALF		Empresa textil		BM		Bomba		
CM:		Casa de Máquinas		04:		Número de		
DATOS DE FABRICACIÓN Y ADQUISICIÓN								
Fabricant		GOULD PUMPS		País		U.S.A		
Model		HSC20B		Seri		N09-BW81-M		
Proveedo		ITT CORPORATIO		Valor de		3.010,44 USD		
Fecha de		20 09		Añ		2009		
DATOS GENERALES								
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO				OTRO				
Material del impulsor		Hierro fundido		Vibración:		Nor		
Eje de la bomba		Ace		Criticidad:		Fundamental		
ESPECIFICACIONES								
<ul style="list-style-type: none"> • Bomba centrífuga de una etapa. • Carcasa con diseño de voluta. • Presión de operación 125 PSI. • Capacidad de bombeo 350 GPM. • Dirección de rotación sentido horario vista desde el eje. 								
COMPONENTES DE SEG/MNTTO				NECESIDADES				
Botonera de arranque y paro				Botonera de paro de emergencia				
MOTOR								
CARACTERISTICAS TÉCNICAS		H	V	HZ	RPM	Fas	# Polos	Temperatura
		2	2	60	1775	1	4	82
Realizado:				Revisado:		Fecha:		

