

**UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS
DEPARTAMENTO DE MÉCANICA**



**PRELIMINARES EN LA APLICACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA
INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO EN EL GRUPO ELECTRÓGENOS
FUEL-OÍL EN LA UEB EMPRESA DE MANTENIMIENTO A GRUPOS
ELECTRÓGENOS DE FUEL –OÍL AGRAMONTE JAGÜEY GRANDE.**

Trabajo de diploma presentado en opción de Ingeniero Mecánico

Autor: Jorge Alberto Cabrera Prieto

Tutor: MSc. Ing. Emilio Fernández Arenas

Matanzas, 2020

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Por medio de la presente declaro que soy el único autor de este trabajo de diploma y, en calidad de tal, autorizo a la Universidad de Matanzas a darle el uso que estime más conveniente.

Jorge Alberto Cabrera Prieto

NOTA DE ACEPTACIÓN

Miembros del Tribunal:

Presidente

Secretario

Vocal

“Hemos encontrado, afortunadamente, algo más importante, el ahorro de energía, que es como encontrar un gran yacimiento”

FIDEL CASTRO

5 de mayo de 2006

DEDICATORIA

A mis padres por guiarme en cada paso, por sus consejos, apoyo y dedicación incansable en poder lograr este sueño.

A mi novia por su increíble paciencia, apoyo incondicional, increíble compañía, comprensión y sobre todo su confianza en mí.

A mi hermano por cubrir y ayudar cuando yo no estaba.

A todos mis abuelos que de una forma u otra contribuyeron con su granito en este objetivo.

A Julio que sin su ayuda nada de esto hubiese sido posible.

Y a todos que aunque no son familia los considero y en algún momento aconsejaron, apoyaron a formarme como universitario.

AGRADECIMIENTO

A mi tutor, Emilio Fernández Arenas por la confianza depositada en mí, por su apoyo y profesionalismo, por su ayuda en la investigación y su gran dominio sobre el tema.

A mis hermanos de la beca por tantos desvelos por estudio y tantos tragos amargos aunque ya algunos no estén.

A toda mi familia por ser mi sostén, guía y faro en cada uno de los momentos buenos o malos.

RESUMEN

El presente trabajo investigativo es un estudio preliminar en la aplicación de la gestión de la ingeniería del mantenimiento en el grupo electrógenos fuel-oíl en la UEB Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrógenos de Fuel – Oíl (EMGEF) Agramonte, Jagüey Grande. En este trabajo se evalúa el estado de los mantenimientos realizado por la empresa EMGEF en el grupo de motores HIMSEN HYUNDAI 9H21/32S para su mayor conservación, calidad del servicio energético prestado, teniendo en cuenta el ahorro de combustible para el país y la satisfacción del cliente. En el informe se recoge un grupo de criterios de autores que fundamenta la actualidad del tema, para la búsqueda de los principales errores de los procedimientos que conllevaron a fallas o averías graves. Se realiza una caracterización de la entidad estatal, mostrando su micro localización, misión, visión, fuerza de trabajo que posee, de acuerdo a lo establecido por las normas para el trabajo con los motores. Los motores presentan unas referencias técnicas dada a conocer por los fabricantes de Hyundai para su uso y puesta en marcha, que la empresa aplica en aras de mantener el correcto funcionamiento. Los mantenimientos aplicados en la empresa son correctivo en el momento de la falla, preventivo planificado conocido en la empresa como mantenimiento capital cada 24000 horas. Las herramientas de medición utilizadas por persona están certificadas y en buen estado de conservación, poseen un margen variado de medición. Se aplica el Procedimiento de Evaluación y Control de la Actividad de Gestión del Mantenimiento. (Método Arenas).

ABSTRACT

The present investigating work is a preliminary study in the application of the step of the engineering of the maintenance in the generating sets fuel oil in the UEB Mantenimiento's Company to Generating Sets of Fuel – Oil (EMGEF) Agramonte, Big Jagüey. In this work EMGEF in the group of motors for sees evaluating the state of the maintenances accomplished by the company HIMSEN HYUNDAI 9H21/32S for your bigger conservation, quality of the energetic borrowed service, taking in to account the saving of fuel for the country and the satisfaction of the customer. In this report takes shelter a group of criteria of authors that bases the present time of the theme, for the search of the main errors of the procedures that they entailed to faults or serious damages. A characterization of the state-own identity comes true, showing her micro computer location, mission, vision, man power that he has according to what's established for the standards for the work with the motors. Motors present some identification codes given to know for the manufacturers of Hyundai for their use and starting, that the company is applicable for the sake of holding the correct functioning. The maintenances applied in the company are corrective upon the fault, planned preventive known in the company like principal maintenance every 24000 hours. The tools of measure used are certified and in good condition of conservation, have an outer edge varied of measurement. The Method Sands is applicable for the evaluation.

INDICE

INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I.....	13
1.1 Marco legal de la investigación	13
1.2 Elementos conceptuales del mantenimiento.....	14
1.3 Clasificación de los mantenimientos.....	16
1.3.1 Mantenimiento Correctivo	16
1.3.2 Mantenimiento preventivo	17
1.3.3 Mantenimiento Predictivo	17
1.3.4 Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de mantenimiento.....	19
1.4 Formas de organización.....	20
1.5 Gestión de mantenimiento	21
1.6 Metodología para la selección de la organización del mantenimiento.	23
1.7 Mantenimiento en Cuba	26
1.8 Mantenimiento en grupos electrógenos.....	28
CAPITULO 2	30
2.1 Caracterización de la empresa	30
2.1.1 Ubicación geográfica de la instalación.....	30
2.1.2 Misión, visión y objeto social de la EMGEF.....	31
2.1.3 Composición de la central eléctrica.....	31
2.1.4 Características de la fuerza de trabajo.....	33
2.2 Métodos y herramientas utilizados para evaluar la Gestión del Mantenimiento.....	33
2.2.1 Método de observación directa	33
2.2.3 La encuesta.....	34
2.3 Procedimiento de Evaluación y Control de la Gestión del Mantenimiento	35
2.4 Diagrama de Ishikawa o diagrama causa-efecto.....	38
Capitulo 3.....	39
3.1 Resultados de la Aplicación del Procedimiento de Evaluación y Control de la Gestión del Mantenimiento.....	39
3.1.2 Resultados del “ <i>Procedimiento de Evaluación y Control de la Gestión del Mantenimiento</i> ”.....	44
3.2 Grafico de Ishikawa	45

3.3 Caracterización de los MCI de la Central Fuel Oíl.	45
3.3.1 Partes principales del motor.	46
3.3.2 Ciclos de trabajo del motor HIMSEN Hyundai.	48
3.3.3 Principales Sistemas de Motor.	49
3.4 Tipos de mantenimiento aplicado	51
3.4.1 Mantenimiento Correctivo	51
3.4.2 Mantenimiento Preventivo Planificado.....	51
3.5 Resumen de todos los problemas encontrados.	52
3.6 Plan de medidas.	52
CONCLUSIONES	54
Bibliografía	55

INTRODUCCIÓN

En el año 2005 la dirección del país bajo el programa de la Revolución Energética decide pasar de una Generación Concentrada en solo una decena de puntos en el país a una Generación Distribuida a base de motores de combustión interna en una primera etapa, en más de doscientos puntos. Para ese entonces, no queda otra alternativa que desarrollar un sistema de gestión que permita establecer y normar la nueva forma de explotar y controlar este tipo de generación, más cerca del consumidor de electricidad. Por las características de esta generación se prevé la disminución de las pérdidas eléctricas, así como la mejora sustancial de los costos, al tener mejores índices de eficiencia energética según las experiencias consultadas internacionalmente.

Una Central Eléctrica de Fuel Oil es un emplazamiento donde la gran mayoría de sus componentes están instalados en contenedores diseñados para tal propósito. Los elementos principales que posee un emplazamiento de este tipo se dividen en dispositivos de una batería y componentes comunes. Estos últimos son únicos para toda la central eléctrica. Dentro de ellos está la sala de control y monitoreo remotos, la planta de tratamiento de agua (WTU) y el generador de arranque en negro (BSG). Un emplazamiento de generación distribuida tiene una o varias baterías. De su cantidad depende la capacidad de generación total de la central. Cada batería está compuesta por cuatro grupos motor-generador (MDU), una planta de tratamiento de combustible y aceite (HTU), una unidad de control eléctrico (ETU), dos compresores (uno de alta y otro de baja presión), una caldera recuperativa y un transformador de enlace con el sistema eléctrico nacional. (Batista Martínez, 2013)

Las centrales eléctricas de fuel oil están diseñadas para suministrar energía eléctrica al sistema eléctrico nacional, alimentándolo parcialmente o entregando toda la energía a la red. Realizan dicha función utilizando, entre otros componentes, los grupos motor-generador. Son del tipo HIMSEN HYUNDAI y modelo 9H21/32S de 27,32 ton de peso.

Problema Investigativo

La inexistencia de un Procedimiento para la Evaluación de la Gestión del Mantenimiento en grupos electrógenos fuel-oil de la UEB Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrógenos de Fuel – Oil Agramonte, Jagüey Grande.

Objetivo General

Evaluar la Gestión del Mantenimiento en el grupo electrógenos fuel-oíl de la UEB Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrógenos de Fuel – Oíl Agramonte, Jagüey Grande aplicando Procedimientos de Evaluación y Control de la Gestión del Mantenimiento.

Objetivos específicos

1. Evaluar la gestión del mantenimiento en la Empresa UEB Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrógenos de Fuel – Oíl Agramonte Jagüey Grande.
2. Elaborar plan de medidas en función de la evaluación de la gestión del mantenimiento en la Empresa UEB Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrógenos de Fuel – Oíl Agramonte Jagüey Grande.
3. Evaluar los Ciclos de Mantenimientos a aplicar.

CAPÍTULO I

Hoy en día la idea del mantenimiento ha cambiado, debido a un aumento de la mecanización, mayor complejidad de la maquinaria, nuevas técnicas de mantenimiento, nuevo enfoque en la organización y de las responsabilidades del mismo. Estas incluyen una mayor importancia a los aspectos de seguridad y del medio ambiente, un conocimiento creciente de la conexión existente entre el mantenimiento y la calidad del producto, y un aumento de la presión ejercida para conseguir una alta disponibilidad de la maquinaria al mismo tiempo que se optimiza. (Artiles, 2011)

De aquí la importancia de realizar un análisis de términos y definiciones relacionadas con la problemática de mantenimiento.

En el presente capítulo se expone el marco teórico de la investigación para la comprensión de la temática abordada desde el punto de vista de diversos autores. Se parte del análisis de términos y definiciones relacionadas con el mantenimiento y los diferentes tipos que existen de estos, concluyendo con la identificación de varias herramientas para el mejoramiento del mismo.

1.1 Marco legal de la investigación

La Constitución de la República de Cuba en el Capítulo V: EDUCACIÓN Y CULTURA establece en el artículo 39 que El Estado orienta, fomenta y promueve la educación, la cultura y las ciencias en todas sus manifestaciones.

En su política educativa y cultural se atiende a los postulados siguientes:

1. Fundamenta su política educacional y cultural en los avances de la ciencia y la técnica, el ideario marxista y martiano, la tradición pedagógica progresista cubana y la universal;
2. La enseñanza es función del Estado y es gratuita. Se basa en las conclusiones y aportes de la ciencia y en la relación más estrecha del estudio con la vida, el trabajo y la producción. El estado mantiene un amplio sistema de becas para los estudiantes y proporciona múltiples facilidades de estudio a los trabajadores a fin de que puedan alcanzar los más altos niveles posibles de conocimientos y habilidades. La ley precisa la integración y estructura del sistema nacional de enseñanza, así como el alcance de la obligatoriedad de estudiar y define la preparación general básica que, como mínimo, debe adquirir todo ciudadano.

Destaca que la actividad creadora e investigativa en la ciencia es libre. El Estado estimula y viabiliza la investigación y prioriza la dirigida a resolver los problemas que atañen al interés de la sociedad y al beneficio del pueblo; el Estado propicia que los trabajadores se incorporen a la labor científica y al desarrollo de la ciencia.

Acorde con lo expresado en la Constitución en los Lineamientos de la política social y económica del Partido y la Revolución para el período 2016_2021 se aborda lo referente a la importancia del Mantenimiento en instalaciones en el país, específicamente el Lineamiento 181.(PCC)

Priorizar la reactivación del mantenimiento industrial, incluyendo la producción y recuperación de partes, piezas de repuesto y herramientas.

192. Desarrollar la industria metal-mecánica y de bienes de capital, a partir de la reorganización productiva de las capacidades existentes, la recuperación y modernización de máquinas herramientas y equipos, y la realización de inversiones en nuevos procesos de mayor nivel tecnológico.

193. Elevar la competitividad de la industria ligera potenciando los encadenamientos productivos, el diseño y asegurar la gestión de la calidad. Concluir el proceso de reordenamiento y reestructuración del sistema empresarial, incluyendo el paso a nuevas formas de gestión.(PCC)

1.2 Elementos conceptuales del mantenimiento.

Al pasar de los años la idea del mantenimiento ha venido en aumento, al mejorar las tecnologías y la complejidad de las máquinas resulta más económico reparar o mantener que comprar nuevo. También hay que tener en cuenta que ya la mentalidad de las grandes compañías no es la misma, ya no fabrican con la misma durabilidad de antes entra entonces algo que conocemos como obsolescencia programada que no es más que darle un tiempo de vida útil a los productos.

Se pueden encontrar infinidad de definiciones para el concepto de mantenimiento según los criterios de cada autor.

El mantenimiento es la función del apoyo logístico que comprende las acciones que se ejercen sobre los sistemas para que, conservando una configuración especificada, cumplan con el requerimiento exigido en cada momento y satisfagan la necesidad para la que fueron diseñados durante su ciclo de

vida útil. En esta destacan tres elementos: aplicación del mantenimiento durante el ciclo de vida, función de apoyo logístico y gestión de la configuración (esta perfila el modo de operar que se le va a dar a un sistema durante su vida de funcionamiento y define cuál va ser la aplicación del mantenimiento). (Cárcel Carrasco)

Es un conjunto de acciones realizadas a fin de alargar la vida útil, garantizar la eficiencia de los equipos y brindar condiciones más seguras a los operarios.

Mantenimiento es la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo.

Mantenimiento es “el conjunto de actividades dirigidas a garantizar, al menor costo posible, la máxima disponibilidad del equipamiento para la producción; visto esto a través de la prevención de la ocurrencia de fallos y de la identificación y señalamiento de las causas del funcionamiento deficiente del equipamiento”.

El mantenimiento es la acción eficaz para mejorar y conservar las condiciones técnicas de los activos fijos con el objetivo de alargar su vida útil, actuando sobre los aspectos operativos relevantes tales como funcionalidad, seguridad, productividad, confort, imagen corporativa, salubridad e higiene, otorgando la posibilidad de racionalizar costos de operación, en sus diferentes tipos.

El mantenimiento es una herramienta muy importante y necesaria para cualquier actividad industrial que contiene un número de etapas que juntas se hacen llamar ciclo de mantenimiento. El ciclo de mantenimiento se compone de cuatro etapas fundamentales, la organización, la planificación, la ejecución y el control. Autores definen el término mantenimiento como: La combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. (Delgado Rodríguez, 2017)

Como la disciplina integradora que garantiza la disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento, siempre que se aplique correctamente, a un costo competitivo.

Un sistema con un buen mantenimiento genera menos desperdicio que un sistema con poca o baja gestión de mantenimiento. En este sentido, un buen mantenimiento tiene un enlace directo con la calidad del servicio o producto, define que una función clave del mismo es lograr los objetivos y metas de la empresa, lo que contribuye así en la reducción de costos, que minimizan los tiempos en las actividades y aumentan la calidad de los procesos.

También es definido como el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado.

El objetivo fundamental de mantenimiento no es, contrariamente a lo que se cree y se practica en muchos departamentos de mantenimiento, reparar urgentemente las averías que surjan. El departamento de mantenimiento de una industria tiene cuatro objetivos que deben marcar y dirigir su trabajo:

- Cumplir un valor determinado de disponibilidad.
- Cumplir un valor determinado de fiabilidad.
- Asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta.
- Conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto dado, normalmente el presupuesto óptimo de mantenimiento para esa instalación.

1.3 Clasificación de los mantenimientos.

Se clasifica en tres tipos de mantenimiento, mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.

1.3.1 Mantenimiento Correctivo

Mantenimiento correctivo: también conocido como Runto Failure (RTF), consiste simplemente en una estrategia de “reparar lo dañado”, usualmente tiene asociado bajos niveles de planificación del mantenimiento y excesivos niveles de inventarios de repuestos y mano de obra como forma de resguardar la continuidad de los procesos productivos. La utilización exclusiva de esta estrategia de mantenimiento generalmente es insuficiente y puede representar costos extremadamente significativos si los tiempos medios de reparación se dilatan producto de la propagación de fallas o stock out de repuestos. Es relevante que el mantenimiento correctivo es, comúnmente, el más deficiente en cuanto a la seguridad de los operadores, si se comparan con otras estrategias que utilizan herramientas preventivas y predictivas de fallas. También el mantenimiento correctivo es aquel encaminado a reparar una falla que se presente en un momento determinado. Es el modelo más primitivo de mantenimiento, o su versión más básica, en él, es el equipo quien determina las paradas. Su principal objetivo es el de poner en marcha el equipo lo más pronto posible y con el mínimo costo que permita la situación. (Rodriguez Machado, 2012)

1.3.2 Mantenimiento preventivo

Mantenimiento preventivo (MP): A partir de que el mantenimiento se defina como el aseguramiento de una instalación, un sistema de equipos, una flotilla u otro activo fijo se realicen las funciones para las que fueron creados, entonces el MP es una serie de tareas planeadas previamente que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de dichas funciones. Este es diferente a un mantenimiento de reparación, el cual normalmente se considera como el reemplazo, renovación o reparación general del o de los componentes de un equipo para que se realice la función para la que fue creado.

Prestaciones de este tipo de mantenimiento:

- Puede prevenir una falla prematura y reducir su frecuencia
- Puede reducir la severidad de la falla y mitigar sus consecuencias
- Puede proporcionar un aviso se una falla inminente o incipiente para permitir una reparación planeada
- Puede reducir el costo global de la administración de activos

El MP consta de dos categorías, basada la primera en la estadística y la confiabilidad a partir del análisis de los resultados obtenidos de los registros históricos del equipo y la segunda en las condiciones y el funcionamiento. Se arriba a la conclusión de que MP es una estrategia alternativa que reduce varios riesgos asociados en la industria y su efectividad se logra cuando se combina con algún sistema de mantenimiento.(M, 2005)

1.3.3 Mantenimiento Predictivo

Mantenimiento predictivo: Para evitar las desventajas que lleva consigo el mantenimiento preventivo, comenzó a desarrollarse en los últimos años el concepto de mantenimiento según estado o según síntomas, en que las intervenciones sobre los equipos no dependen ya del tiempo de funcionamiento, sino de las condiciones efectivas de ese equipo o de sus componentes. Este se conoce como mantenimiento predictivo. Este tipo de mantenimiento consiste en la vigilancia o seguimiento del estado de una máquina de forma continua o discontinua, mediante la captación de señales que sufren una modificación de su magnitud y depende de la gravedad de la falla. Estas señales analizadas de una manera adecuada se usan para diagnosticar el tipo de falla, donde se produce y su severidad. Este tipo de información permite determinar la potencialidad de la falla, así como planificar adecuadamente las paradas y reparaciones. Supone una inversión considerable en tecnología que

permite conocer el estado de funcionamiento de máquinas y equipos en operación, mediante mediciones no destructivas. Las herramientas que se usan para tal fin son sofisticadas, por ello se consideran para maquinaria de alto costo, o que formen parte de un proceso vital. El objetivo del mantenimiento predictivo consiste en anticiparse a la ocurrencia de fallas, las técnicas de mantenimiento predictivo más comunes son :

- Análisis de temperatura: Tomografías
- Análisis de vibraciones: Mediciones de amplitud, velocidad y aceleración
- Análisis de lubricantes
- Análisis de espesores: Mediante ultrasonido

El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en las aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, instrumentos, y en contratación de personal calificado. Las técnicas siguientes son utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones).
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos).
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas).
- Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado).
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura).

Además de estas tecnologías (o técnicas) que normalmente se utilizan existen otras no tan difundidas dígame:

- Evaluación del Circuito del Motor (ECM) o Motor Circuit Evaluation (MCE).
- Análisis de sonidos de goteo (Acústica, Análisis ultrasónicos, Análisis de ruidos)
- Sobrecargas eléctricas transitorias.
- Control de la calidad de la potencia eléctrica.
- Ensayos de equipos eléctricos.
- Alineamientos de equipos con láser.
- Medidas de flujo sin contacto.(Rodriguez Machado, 2012)

1.3.4 Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de mantenimiento.

Sistemas de Mantenimiento	Ventajas	Desventajas
Correctivo	<p>No requiere investigaciones previas.</p> <p>Máximo aprovechamiento vida útil de elementos.</p> <p>Recursos Humanos no tan calificados.</p> <p>No detener la máquina con frecuencia obligatoria.</p> <p>Innecesario control de operaciones programadas.</p>	<p>Menor durabilidad de la máquina.</p> <p>Fallos y estadía aleatorios en momentos inoportunos.</p> <p>Menor disponibilidad.</p> <p>Posibles fallos catastróficos.</p>
Preventivo	<p>Aumenta disponibilidad y vida útil.</p> <p>Mayor eficiencia y calidad del trabajo.</p> <p>Incrementa seguridad operacional.</p> <p>Mejora protección del entorno.</p> <p>Garantiza planificación de recursos.</p>	<p>Requiere recursos humanos con mayor formación.</p> <p>Necesita investigaciones previas.</p> <p>Costo mayor de la ejecución.</p> <p>Afectaciones en mecanismos y sistemas, que se deterioran por los continuos desmontajes.</p> <p>Limitación de la vida útil de elementos que se cambian con antelación a su estado límite, pues se cambian por plan.</p>
Predictivo	<p>Garantiza seguridad operacional.</p>	<p>Necesita recursos humanos de mayor calificación para</p>

	<p>Garantiza protección del entorno.</p> <p>Máximo aprovechamiento de vida útil sin llegar al fallo.</p> <p>Reduce al mínimo los fallos aleatorios.</p> <p>Máxima disponibilidad.</p>	<p>investigaciones y ejecución de inspecciones.</p> <p>Costo elevado de la tecnología de monitoreado.</p>
--	---	---

Tabla 1.1: Ventajas y desventajas de los diferentes tipos de mantenimiento.

Fuente:(Suárez Iglesias R. 2016)

1.4 Formas de organización.

La organización del mantenimiento de una fábrica se desenvuelve en forma gradual y a lo largo de cierto periodo. Esta organización se establece como resultado de dicho desenvolvimiento, siguiendo un plan o por el azar mismo. Se trata de una estructura de relaciones prácticas para ayudar a la consecución de objetivos de la empresa. Y esto es irremediable, porque el mantenimiento es parte de una entidad compleja, en movimiento, con la cual debe coordinarse.

Está orientada a asegurar el cumplimiento de los objetivos de la empresa de la cual forma parte. Para conseguirlo, las metas de esa función deben figurar dentro del cuadro de los propósitos generales de la compañía. Las susodichas metas particulares se enclavan por lo regular, de una manera modificada, en las diferentes subdivisiones de la función, llegando a ser, en un momento dado, parte integrante de los deberes laborales del trabajador, con salario por hora, calificado o no, que realiza la tarea básica. Por consiguiente, todo trabajador que forme parte de la actividad de mantenimiento tiene la responsabilidad de contribuir a la consecución de los fines generales de la empresa.(Cárcel Carrasco)

Funciones del mantenimiento.

Funciones primarias	Funciones secundarias
<ul style="list-style-type: none"> - Mantener, reparar y revisar los equipos e instalaciones. - Generación y distribución de los servicios eléctricos, vapor, aire, agua, gas, etc. - Modificar, instalar, remover equipos e instalaciones. - Nuevas instalaciones de equipos y edificios. - Desarrollo de programas de mantenimiento preventivo y programado. - Selección y entrenamiento del personal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Asesorar la compra de nuevos equipos - Hacer pedidos de repuestos, herramientas y suministros. - Controlar y asegurar un inventario de repuestos y suministros. - Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección - Llevar la contabilidad e inventario de los equipos. - Cualquier otro servicio delegado por la administración.

Tabla1.2 Funciones del mantenimiento.

Fuente: (Davis Zapata A. J., 2014)

Existen numerosos criterios acerca de los tipos de mantenimiento, muchos autores se refieren a varios sistemas de mantenimiento, otros hacen referencia a tipos, métodos, técnicas, estrategias y filosofías.

1.5 Gestión de mantenimiento

Actualmente se denomina como gestión, al proceso en virtud del cual se manejan una variedad de recursos esenciales con el fin de alcanzar los objetivos de la organización. En mantenimiento el objetivo básico de la gestión consiste en incrementar la disponibilidad de los activos a bajo costo, partiendo de la ejecución de que dichos activos funcionen en forma eficiente y confiable de un contexto operacional.

Los directivos llevan a cabo las cuatro funciones características de la gestión: planificar, organizar, dirigir y controlar, partiendo de una secuencia lógica aunque en la práctica cualquiera de estas organizaciones pueden ser consideradas con independencia de las demás y en la secuencia que dicten

la circunstancias. Las empresas definen e implantan Sistemas de Gestión certificables y se hace más evidente la necesidad de racionalizar los costes, esfuerzos y recursos destinados a los mismos. Sobre todo cuando las normas de referencia en las que se basan, comparten requisitos en un porcentaje importante, y la metodología de gestión es la misma. Más aún en estos momentos cuando en los mercados competitivos se entiende como prioritario controlar e implantar sistemas de gestión. Por lo tanto el planteamiento de optimizar recursos, costes y esfuerzos vendrá por la integración común de todos aquellos conceptos cuya gestión tienen aspectos y requisitos comunes. El objetivo no es otro que evitar duplicidades, optimizar recursos y simplificar al máximo la gestión de mantenimiento. (Amaro, 2010)

La gestión del mantenimiento tiene como objetivo fundamental garantizarle al cliente, tanto externo como interno, la disponibilidad de los activos fijos cuando lo necesiten, con seguridad y confiabilidad total, durante el tiempo óptimo necesario para operar con las condiciones tecnológicas exigidas previamente, para llevar a cabo la producción de bienes o servicios que satisfagan las necesidades o requerimientos de los clientes, con los niveles de calidad, cantidad y tiempo solicitado en el momento oportuno, reduce al máximo los costos, y con los mayores índices de rentabilidad, productividad y competitividad posible.

Uno de los principios básicos para la gestión del mantenimiento lo constituyen los activos físicos, con ellos se puede asegurar la confiabilidad, desempeño e integridad de los equipos productivos.

Los activos son todos aquellos equipos, instalaciones y recursos que intervienen en el proceso productivo o de transformación dentro de una compañía o planta. Estos activos deben estar en óptimas condiciones para cumplir con la función por la cual fueron adquiridos. Es decir, la integridad de los activos se verifica en su capacidad de cumplir con su función de una manera confiable, óptima y sin riesgos más allá de los propios de las operaciones o del proceso productivo; lo ideal es que esa integridad se mantenga a lo largo del ciclo de vida del activo y a través de todo el proceso. Para asegurarla el departamento de mantenimiento juega un papel primordial, y lo logra con la aplicación de los fundamentos y conceptos básicos de la gestión relativa los equipos e instalaciones de que se trate.

La gestión de mantenimiento es el cumplimiento de un conjunto de funciones: la planificación, la organización, la ejecución y el control. Por lo que la gestión de mantenimiento puede ser definida como: el proceso de planificación, organización, ejecución y control en las tareas relacionadas con el mantenimiento, buscando la forma de retroalimentar el ciclo para en la medida de lo posible mejorar la

gestión, logra un alto índice de calidad de los productos y/o servicios y una mayor disponibilidad de los activos físicos.

La gestión del mantenimiento consiste en coordinar, dirigir y organizar los recursos materiales, humanos y flujos de información destinados al correcto funcionamiento, reparación y prolongación de la vida de los equipos disponibles (mantenimiento), para que además de lograr eficacia en las labores propias de mantenimiento se consiga una contención del gasto y la optimización de costos.

Gestión de mantenimiento consiste en “la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos de mantenimiento”. (Mobley)

Según las definiciones consultadas se consideran que la gestión del mantenimiento permite a las organizaciones diagnosticar, planificar, ejecutar, verificar y evaluar o auditar el rendimiento de las distintas actividades encaminadas a la mejora y sostenibilidad de las características técnicas de los activos fijos como los vehículos, máquinas, herramientas, edificaciones etc., se mantengan en buenas condiciones técnicas para garantizar la calidad en los productos o servicios. Haciendo uso racional de los recursos y la optimización de costos, lo que permite la toma efectiva de decisiones.

Hay una amplia concordancia entre diversos autores de que la ingeniería y la gestión de mantenimiento recibe cada vez más atención, especialmente debido a la necesidad de obtener de los equipamientos, de alto costo, una alta productividad, como también mediante un efectivo mantenimiento influir fuertemente en el diferencial competitivo de su producto. Pero, la atención que recibe la función mantenimiento es, frecuentemente, producto de una acción aislada sin una adecuada integración entre las variadas técnicas empleadas. (Parra Márquez, y otros, 2012)

1.6 Metodología para la selección de la organización del mantenimiento.

El mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación, depende en gran medida de la confiabilidad del mantenimiento, pero no basta con conocer los diferentes tipos y filosofías de mantenimiento que existen, también es necesario saber aplicarlos consecuente y racionalmente al sistema en su conjunto, con el objetivo de decidir sobre el tipo de mantenimiento más apropiado en cada caso. Para tomar esta decisión se han presentado disímiles propuestas por parte de los autores que han tratado el tema. Estas propuestas pueden dividirse en dos tendencias fundamentales, la primera está relacionada a la presentación de metodologías que, considera varios factores, permiten decidir directamente la política de mantenimiento a seguir en cada situación específica, mientras que ha tomado mucho auge una segunda estrategia consiste en la determinación del nivel de criticidad de cada

activo dentro del proceso productivo para luego, en función de éste, asignar la política de mantenimiento que resulte pertinente.(Fernandez, y otros)

Varios autores han coincidido en agrupar en tres grupos las estrategias utilizadas para seleccionar las políticas de mantenimiento. Al primer grupo se le llama “orientado a los negocios” ya que mediante esta selección tratan de alcanzar ventajas competitivas enfocándose en aspectos claves de la organización. El segundo grupo es nombrado “los verdes” porque se enfocan principalmente en aspectos relativos a la salud y seguridad del medio ambiente finalmente el tercer grupo es llamado “los seguidores” ya que solamente trabajan acorde a las recomendaciones de los fabricantes del equipamiento. En la literatura es posible encontrar métodos que pueden ayudar en la selección de políticas y acciones de mantenimiento económicamente efectivas como los empleados para la optimización del mantenimiento, dentro de éstos se destacan, por su amplia utilización, el procedimiento de la filosofía RCM (Reliability Centered Maintenance) Todos estos métodos tienen fortalezas y debilidades diferentes, por ejemplo, el procedimiento de RCM no considera los aspectos organizacionales y los métodos multicriteriales no consideran los análisis técnicos realizados antes de haber recolectado los datos ni considera el riesgo y la incertidumbre asociada al desempeño.

Otra de las metodologías empleadas para definir el tipo de mantenimiento a realizar a determinado equipamiento es el análisis del riesgo asociado a los modos de fallos diferentes que se pueden presentar en dichos equipos, todo ello llevado a cabo a través de la llamada “Matriz de Riesgo”. El análisis de riesgo (también conocido como evaluación de riesgo o PHA por sus siglas en inglés: (Process Hazards Analysis) es el estudio de las causas de las posibles amenazas, y los daños y consecuencias que éstas puedan producir. Este tipo de análisis es ampliamente utilizado como herramienta de gestión en estudios financieros y de seguridad para identificar riesgos (métodos cualitativos) y otras para evaluar riesgos (generalmente de naturaleza cuantitativa). El primer paso del análisis es identificar los activos a proteger o evaluar.(Fernandez, y otros)

La evaluación de riesgos involucra comparar el nivel de riesgo detectado durante el proceso de análisis con criterios de riesgo establecidos previamente. La función de la evaluación consiste en ayudar a alcanzar un nivel razonable de consenso en torno a los objetivos en cuestión, y asegurar un nivel mínimo que permita desarrollar indicadores operacionales a partir de los cuales medir y evaluar. Otro elemento lo constituyen las estrategias de selección basadas en elementos económicos, desarrolladas con el fin de garantizar que el criterio de mantenimiento empleado en cada equipo (correctivo, preventivo o predictivo) garantice las mayores utilidades (ahorros). En este proceso de toma de

decisiones se evalúan principalmente los costos de implementación, disponibilidad de repuestos por dejar de producir, fallas en cadena para fallas catastróficas, inspección de síntomas y stock de repuestos. Por último se encuentra el Sistema Alternativo de Mantenimiento.

Según varios autores el análisis de criticidad es un proceso mediante el cual se realiza la clasificación del equipamiento según su nivel de importancia. El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, al crear una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, que dirige el esfuerzo y los recursos hacia las áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional. También es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. (Suarez Iglesias, 2016)

Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis (el análisis de criticidad). El método clásico de evaluación de la criticidad de los componentes de un sistema se realiza normalmente mediante la técnica de Análisis de los Modos de Fallo y sus Efectos (FMEA, Failure Mode and Effects Analysis) y en otros casos, mediante la herramienta de Modos de Fallo y Análisis de Criticidad (FMECA, Failure Modes, Effects and Criticality Analysis) (Sutrisno, y otros, 2015)

Los métodos citados anteriormente permiten modelar bastante bien la criticidad de equipos dinámicos y equipos eléctricos; pero no permiten modelar “con la adecuada resolución” la criticidad de equipos estáticos y de equipos de instrumentación y control, razón por la cual cuando se utilizan estos enfoques se subestiman o sobre estiman en demasía las criticidades de los mismos. Además, requieren una gran cantidad de información de fallas y de reparaciones, así como de sus impactos en el proceso, lo que unido a dificultades especiales para el tratamiento de la información por la gran cantidad y diversidad de equipos que conforman un sistema de producción, suponen desventajas de los mismos. Otro punto en contra en toda aplicación de las metodologías de criticidad tradicionales, es la valoración que se le da al impacto de fallas en términos de seguridad, higiene y ambiente, la cual no siempre es la adecuada debido a la poca atención que se le presta.

La forma más utilizada para realizar la jerarquización de los elementos dentro de un sistema productivo o de servicios es el empleo de un grupo de factores, criterios o variables que caractericen su contexto operacional, valorando las consecuencias que sobre cada una de ellas genera cada modo de fallo que se presente. En este sentido muestra un resumen de las propuestas realizadas por diferentes

autores e instituciones concernientes a la realización del análisis de criticidad, donde se observa que los métodos con pocos criterios o variables de análisis son de aplicación más fácil y por ende más utilizados; en contrapartida, dejan de considerar factores que pudieran ser decisivos a la hora de priorizar el equipamiento.

Los métodos más complejos describen con fidelidad mayor la realidad operacional del equipamiento; sin embargo, requieren una infraestructura más compleja para la recolección de los datos necesarios ya que éstos deben ser más “completos”.

1.7 Mantenimiento en Cuba

Desde el mismo triunfo de la Revolución, el sistema de mantenimiento preventivo planificado jugó un papel determinante, lo que se aprecia en las palabras de (De la Paz Martínez 1996) cuando expresa que «el sistema de mantenimiento preventivo planificado (MPP) es el más extendido en Cuba debido a las ventajas que posee. Sin embargo, el sistema alternativo de mantenimiento (SAM) ha sido aplicado en la Industria Mecánica, en la Industria Ligera, y especialmente en la Industria Textil cubana por ser un sistema integrador de varios de los sistemas tradicionales y caracterizado por su flexibilidad, lo que permitió reducir los costos de mantenimiento y las pérdidas de producción, lográndose una horro de la laboriosidad y de la estadía de los equipo.

En el proceso industrial existe diversidad de equipos ocupando una posición desigual y poseedores de características propias que lo hacen diferente del resto, incluso de otros equipos similares. Los tipos de mantenimiento analizados se pueden combinar de forma tal que se obtenga el máximo rendimiento de las instalaciones. (UNE, 2009)

El lineamiento 181. Priorizar la reactivación del mantenimiento industrial, incluyendo la producción y recuperación de partes, piezas de repuesto y herramientas.

Para la selección del tipo de mantenimiento, varios autores cubanos han diseñado metodologías con este fin, los mismos proponen un algoritmo que incluye el estudio del régimen de explotación y del sistema de mantenimiento existente en la empresa, la clasificación de la industria según sus características de producción, grado de mecanización y régimen de trabajo, la aplicación del proceso de diferenciación de máquinas y definición de la política de mantenimiento hasta nivel de sistemas; de estos resultados se obtiene el tipo de acción de mantenimiento a acometer y luego de una valoración económica de ser positivo el análisis, se implanta el sistema, el cual puede perfeccionarse hasta el logro de una gestión de mantenimiento automatizada.

Para la selección del tipo de mantenimiento se propone un algoritmo, a partir de las propuestas presentadas por que alcanza este objetivo en dependencia del valor de cada una de las variables contenidas en el mismo, las cuales van a caracterizar el entorno operacional en que se desempeña el equipamiento estudiado. En esta propuesta, teniendo en cuenta las características propias de cada tipo de mantenimiento (ventajas, desventajas y condiciones de aplicación), se deciden las políticas de mantenimiento a considerar, así como su orden de prioridad según la estrategia trazada para cada clase y el tipo de fallo que se presente siendo estas las que se definen a continuación:

Clasificación de los Fallos.

Clase	Clasificación de los fallos			
	Periódico de Fácil detección	Periódico de Difícil Detección	Aleatorio Poco Frecuente	Aleatorio muy Frecuente
A	1,2,3	2,1,3	1,3	1,3
B	1,2,3	2,3	3	1,3
C	2,3	3	3	3

Tabla 1.3 Clasificación

Fuente: (Davis Zapata A. J., 2014)

1. Mantenimiento Preventivo con base en la condición.
2. Mantenimiento Preventivo a intervalos constantes.
3. Mantenimiento Correctivo.

Se puede concluir que a la hora de decidir la aplicación de la tarea de mantenimiento propuesta, primeramente se debe analizar si existen todas las condiciones técnicas para su implementación (factibilidad técnica) y luego analizar su factibilidad desde el punto de vista económico. El incumplimiento de alguno de estos factores puede dar al traste con la realización de la tarea que se esté considerando y entonces pasar a analizar la que le sigue en prioridad.

Se deben considerar los elementos siguientes:

- Bajo ninguna circunstancia se debe proponer una política de mantenimiento correctivo para un equipo catalogado como clase “A”.
- Dado que, a pesar de realizar el mantenimiento preventivo las acciones correctivas son inevitables, tanto el personal, las piezas de reposición como la documentación deben estar disponibles para planear trabajos no programados en las unidades críticas.

Se han desarrollado metodologías para la selección del tipo de mantenimiento a aplicar en varios de los Ministerios existentes en el país, la mayoría de ellas enfocadas en aspectos económicos y en la evaluación del nivel de influencia de los fallos del equipamiento en el desempeño del proceso productivo.(UNE, 2009)

1.8 Mantenimiento en grupos electrógenos.

Los tipos de mantenimiento que lleva a cabo la organización son: Mantenimiento preventivo programado y Mantenimiento correctivo de emergencia ya que se corrigen fallas, se programan la detención del equipo, pero antes de hacerlo, se van acumulando tareas a realizar sobre el mismo y se programa su ejecución en dicha oportunidad, que aprovecha a ejecutar todas las tareas que no se podían hacer con el equipo en funcionamiento. Lógicamente, se aprovechan para las paradas, horas en contra turnos, períodos de baja demanda, fines de semanas, períodos de vacaciones.

Si bien muchas de las paradas son programadas, otras son obligadas por la aparición de las fallas. Se reparan las fallas y se actúa lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

La frecuencia y el tipo de mantenimiento necesario en un grupo electrógeno dependerán de una serie de factores, incluidos el uso del grupo electrógeno, el ambiente donde funciona y la carga porcentual que lleva. Normalmente, los fabricantes de generadores recomiendan, en el caso de uso de Emergencia, realizar inspecciones y mantención preventiva motor-alternador cada tres meses, mientras que si es de uso Continuo, cada 250 ó 500 horas, dependiendo de la marca y las recomendaciones de cada fabricante. (Sotomayor Velazco, 2001)

Un mantenimiento preventivo completo incluye para el motor cambio de filtros y de aceite lubricante, revisión de niveles, agua, aceite, combustible y revisión de la carga de la batería, además de limpieza y chequeo del motor en general. Respecto al alternador, se recomienda una limpieza y chequeo de parámetros, los cuales se revisarán al momento de arrancar el generador para realizar pruebas y rangos

de carga. Asimismo, se sugiere inspeccionar y arrancar el generador una vez por semana para verificar su buen funcionamiento.

Conclusiones parciales

El gestionar un correcto mantenimiento asegura calidad en los procesos tanto de producción como de servicio lo cual lleva a una mejora continua, proporciona un ahorro de recursos, así como incorpora a nivel empresarial una oportunidad para optimizar la utilización de los recursos.

El mantenimiento se ha convertido en un proceso clave para garantizar un desempeño adecuado en la organización. Como parte de esta temática, las propuestas consultadas concuerdan en que la selección e implementación del tipo de mantenimiento más conveniente en las organizaciones, se convierte en la base para la aplicación a nivel táctico u operativo de los tipos mantenimiento o políticas más efectivos.

CAPITULO 2

En este capítulo se expone una caracterización de la UEB Empresa de Mantenimientos de Grupos Electrónicos Fuel Oil Agramonte, Jagüey Grande. Donde se menciona visión, objeto social y misión. Se caracteriza el motor HIMSEN HYUNDAI modelo 9H21/32S y las herramientas de trabajo. Se propone aplicar el Método de Arenas

2.1 Caracterización de la empresa

2.1.1 Ubicación geográfica de la instalación.



Fuente: Imagen 2.1 Maps.Me, 2020

Al iniciarse la Revolución Energética entre los años 2006 y 2007, se comienza la instalación de cuatro baterías de Grupos de electrógeno de tecnología HYUNDAI, con capacidad individual de cada motor de 1,7Mw, para una capacidad total de generación de 27,2Mw, así como las instalaciones socio administrativas, sala de operaciones (SCADA), para la explotación. Es de esa forma que surge la Central Eléctrica Agramonte, que se encuentra enclavada, lo cual constituye su dominio social, en Carretera Agramonte-Jovellanos Km 3 ½ Municipio Jagüey Grande, en la provincia Matanzas.

La CE Agramonte se encuentra ubicada en un área rodeada de plantaciones citrícolas, siendo el objetivo más cercano la Subestación 110Kw, al Norte a 3 Km de distancia se encuentra la Comunidad citrícola Orestes García residiendo en la misma personas procedentes de varias provincias del país las que se dedican a las labores agrícolas, al Oeste a 4 Km de distancia se encuentra el batey Unión de Fernández, residiendo personas de diferentes características sociales, al Sudeste a 5 Km se encuentra la Comunidad Giraldo Díaz residiendo personas de diferentes provincias del país las que se dedican a las labores agrícolas, al Sur a 3 ½ Km se encuentra el poblado de Agramonte con 8000 personas

residentes en el mismo, al Este a 1 Km se encuentra ubicada la Finca La Botella donde residen varias familias campesinas.

2.1.2 Misión, visión y objeto social de la EMGEF.

El Objeto Social de la EMGEF, el cual se cumplimenta en la Central Eléctrica es, por Resolución 634/2014 del Ministerio de Economía y Planificación:

- Generar energía eléctrica

La Misión de la CE Agramonte es:

Garantizar la generación eficiente y sustentable de energía eléctrica en régimen base con motores de combustión interna respondiendo a los requisitos del SEN con profesionalidad y confiabilidad.

La Visión de la CE Agramonte es:

Alcanzar los niveles de generación de energía eléctrica que permiten satisfacer las necesidades de nuestro cliente, manteniendo una alta disponibilidad, confiabilidad y seguridad operacional, mejorando la eficacia y eficiencia del sistema de gestión, el clima organizacional, el ahorro de recursos y la mitigación de los impactos ambientales negativos.

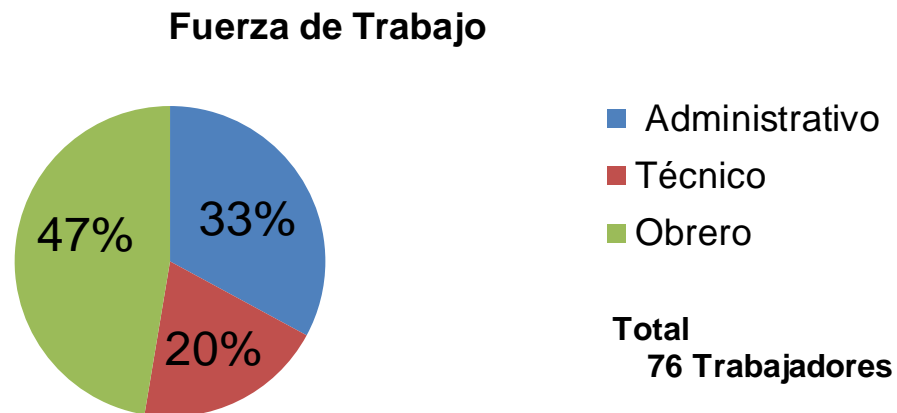
2.1.3 Composición de la central eléctrica.

La composición de la central eléctrica es:

- Edificación socio-administrativa de la Central Eléctrica (oficina del Jefe de la Central Eléctrica, economía, Recursos Humanos, secretaría, aula, materia y servicios, baño y comedor)
- Una Sala de Operaciones y Control Remoto y Sistema de Monitoreo (RCMS)
- 16 Motores marca Hyundai.
- 4 HTU (Sistema de Tratamiento de combustible)
- 4 ETU (Sala de interruptores)

- Banco de transformadores (3 Transformadores de salida de 4,16 Kv por baja y 34,5 Kv por alta)
- 1 Grupo de Electrógeno de Emergencia(Arranque en negro)
- Una Estación de bombeo y trasiego de combustible
- 4 Calderas con sus chimeneas
- 4 Unidades de compresores
- 1 Planta de Tratamiento de agua
- 1 Tanque de agua tratada de 13,5 m³
- 2 Tanques de diesel de 100m³
- 2 Tanques de Fuel-oíl de 1000m³
- 1 Tanque asociado de agua de desecho de 3m³
- 1 Tanque de Lodo de 100m³
- 1 Tanque de aceite de 100m³
- 1 Tanque de aceite sucio de 50m³
- Un Laboratorio Químico
- Un taller de mantenimiento
- Estacada de tuberías(Vapor,Fuel-oil,Diesel,Aceite y Agua)
- 1 Estación de bombeo de agua del Sistema contra incendios
- 2 Tanques de agua de 150m³ del SPCI
- Registros para mangueras del SPCI 7
- Edificación de almacén de insumos, local de sustancias inflamables, taller de automática, pañol, oficina de mecánicos, oficina de mantenimiento y operaciones e informático con el servidor.
- Foso oleaginoso de cuatro compartimentos.

2.1.4 Características de la fuerza de trabajo.



Fuente: Elaboración Propia

2.2 MÉTODOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS PARA EVALUAR LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Para poder evaluar la Gestión de la Ingeniería del Mantenimiento se aplicaron distintos métodos y herramientas que permiten detectar los diferentes problemas basado en resultados fiables.

2.2.1 Método de observación directa

El método de observación directa es un método empírico y uno de los más utilizados, por su eficacia. Su aplicación resulta mucho más eficaz cuando se consideran estudios de tiempo. El análisis del cargo se efectúa observando al trabajador, de manera directa y dinámica, en pleno ejercicio de sus funciones, mientras que el analista anota los datos claves de su observación en la hoja de análisis. Es más recomendable para aplicarlo a los trabajos que comprenden operaciones manuales o que sean sencillos o repetitivos. Algunos cargos rutinarios permiten la observación directa, pues el volumen del contenido manual puede verificarse con facilidad mediante la observación. Dado que no en todos los casos la observación responde todas las preguntas ni disipa todas las dudas, por lo general va acompañado de entrevistas y análisis con el ocupante del cargo o con el supervisor. (García, 2011)

2.2.2 La entrevista

La entrevista, es un método empírico que consiste en la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio a fin de obtener respuestas verbales a los interrogantes planteados

sobre el problema propuesto. Se considera que este método es más eficaz que el cuestionario, ya que permite obtener una información más completa. A través de ella el investigador puede explicar el propósito del estudio y especificar claramente la información que necesite; si hay interpretación errónea de las preguntas permite aclararla, asegurando una mejor respuesta.

Se podrá definir que la entrevista consiste en obtención de información oral de parte de una persona (entrevistado) lograda por el entrevistador directamente, en una situación de cara a cara, a veces la información no se transmite en un solo sentido, sino en ambos, por lo tanto, una entrevista es una conversación entre el investigador y una persona que responde a preguntas orientadas a obtener información exigida por los objetivos específicos de un estudio. (Amador, 2009)

2.2.3 La encuesta

La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz. Se puede definir el término encuesta como una técnica que utiliza un conjunto de procedimientos estandarizados de investigación mediante los cuales se recoge y analiza una serie de datos de una muestra de casos representativa de una población o universo más amplio, del que se pretende explorar, describir, predecir y/o explicar una serie de características.

Este método por sus características tiene elementos comunes con la entrevista ya que ambos se basan en preguntas que deben ser respondidas por los sujetos; se puede usar en la etapa inicial de la investigación o cuando ya están elaboradas las hipótesis del modelo teórico de la investigación. (Anguita, 2003)

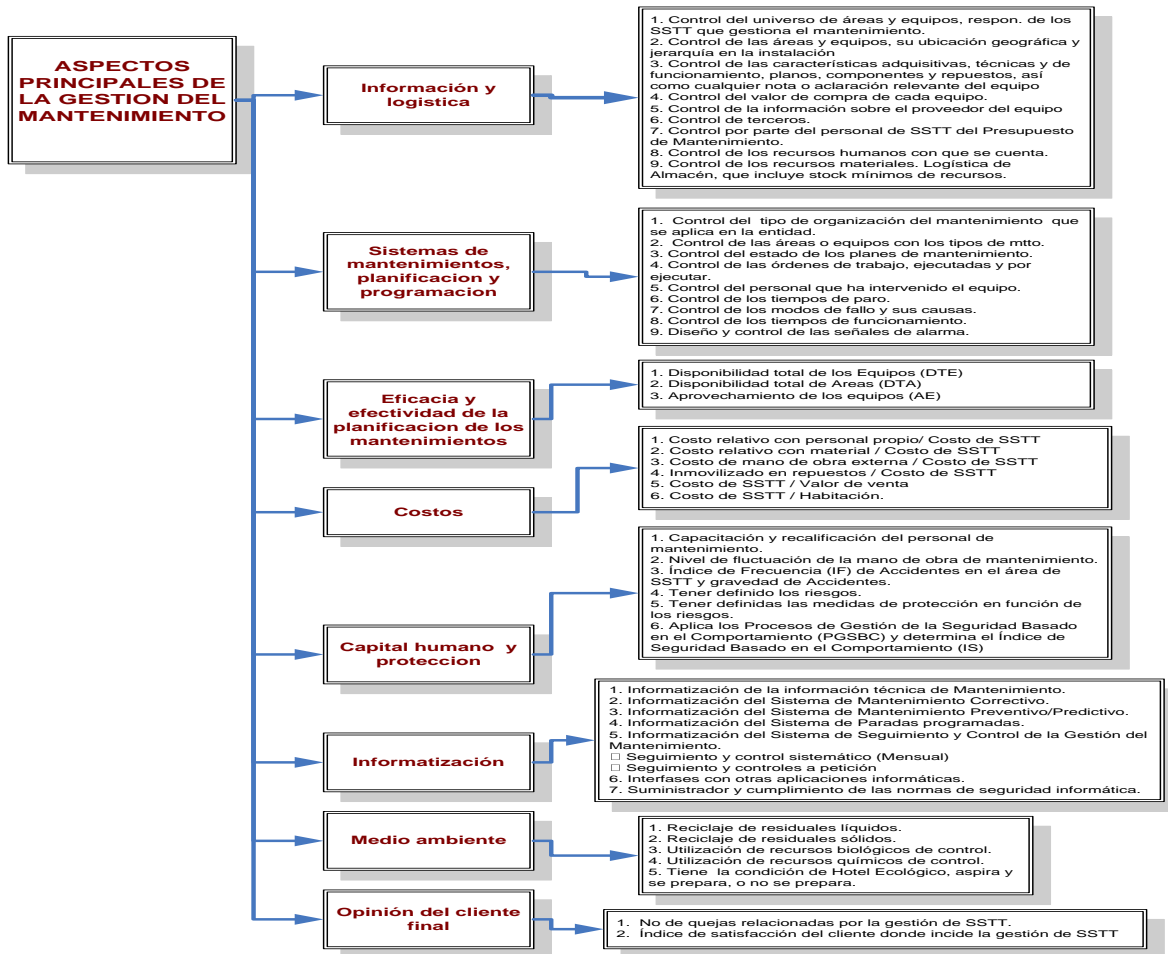
Entre sus características se pueden destacar las siguientes:

1. La información se obtiene mediante una observación indirecta de los hechos, a través de las manifestaciones realizadas por los encuestados, por lo que cabe la posibilidad de que la información obtenida no siempre refleje la realidad.
2. La encuesta permite aplicaciones masivas, que mediante técnicas de muestreo adecuadas pueden hacer extensivos los resultados a comunidades enteras.
3. El interés del investigador no es el sujeto concreto que contesta el cuestionario, sino la población a la que pertenece.

4. Permite la obtención de datos sobre una gran variedad de temas.

2.3 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN Y CONTROL DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Consiste en un método que permite mediante 8 aspectos fundamentales evaluar y controlar la gestión del mantenimiento en las entidades de servicios.



Se compone de dos herramientas, la primera es un cuestionario con todos los indicadores o aspectos ponderados y evaluables de la Gestión del Mantenimiento, los cuales deben ser evaluados por el experto del tema, en la instalación, que en este caso en particular sería el Jefe de Servicios Técnicos o de Mantenimiento de la entidad.

Los indicadores pueden ser evaluados como **Óptimo, Bueno o Deficiente**, a criterio del especialista.

Es el evaluador y su experiencia, el que obviamente, permita decidir sobre un valor seleccionado de los rangos.

El mismo consta de un cuestionario que contiene ocho aspectos fundamentales y cada uno con sus correspondientes subaspectos.

Información y logística.

Este aspecto principal tiene como objetivo evaluar la gestión y disponibilidad, en la entidad, de la información necesaria para la toma de decisiones relativas al mantenimiento.

De esta forma, se persigue verificar el control de los siguientes subaspectos:

1. Control del universo de áreas y equipos, responsabilidad de los SSTT que gestiona el mantenimiento. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
2. Control de las áreas y equipos, su ubicación geográfica y jerarquía en la instalación. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
3. Control de las características adquisitivas, técnicas y de funcionamiento, planos, componentes y repuestos, así como cualquier nota o aclaración relevante del equipo. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
4. El control del valor de compra de cada equipo. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
5. Control de la información sobre el proveedor del equipo. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
6. Control de terceros. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
7. Control por parte del personal de SSTT del presupuesto de mantenimiento. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
8. Control de los recursos humanos con que se cuenta. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
9. Control de los recursos materiales. logística de almacén, que incluye stock mínimos de recursos. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

Fragmento del cuestionario.

Fuente: Autor

Ver Anexo 2

El segundo instrumento a utilizar es una **Hoja de Cálculo de Excel**, donde se colocan los valores asignados por el experto a cada indicador con su subaspecto correspondiente, de esto se encarga el investigador que lleva a cabo el procedimiento.

Al culminar se obtiene el Indicador General de la Gestión del Mantenimiento (**IGGM**), el cual nos proporciona un número que permite comparar el comportamiento de la Gestión del Mantenimiento y en general el funcionamiento del Departamento de Servicios Técnicos con otros similares, por ser ponderado.

Este procedimiento se obtuvo mediante la combinación de varias herramientas y el apoyo de especialistas que consiguieron definir los principales indicadores para gestionar el Mantenimiento en e Instalaciones de Servicios. (Arenas, 2005)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1											
2			HOJA DE CALCULO PARA DETERMINAR EL IGGM								
3			SECTOR HOTELERO								
4											
5			Indicaciones:								
6			Solamente introduzca los valores, resultados de su evaluación, en las								
7			columnas G, de Evaluaciones, para los sub aspectos, en color azul.								
8			La evaluación de los aspectos será calculada por el programa.								
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											

Ver Anexo 1

Imagen 2.2 Hoja de Excel

Fuente: Autor

2.4 DIAGRAMA DE ISHIKAWA O DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.

El **diagrama causa-efecto** es una herramienta de análisis que nos permite obtener un cuadro, detallado y de fácil visualización, de las diversas causas que pueden originar un determinado efecto o problema. Suele aplicarse a la investigación de las causas de un problema, mediante la incorporación de opiniones de un grupo de personas directa o indirectamente relacionadas con el mismo. Por ello, está considerada como una de las 7 **herramientas** básicas de la calidad, siendo una de las más utilizadas, sencillas y que ofrecen mejores resultados. El diagrama causa-efecto se conoce también con el nombre de su creador, el profesor japonés **Kaoru Ishikawa** (diagrama de Ishikawa), o como el “diagrama de espina de pescado”.

Debe quedar claro que el diagrama causa-efecto no es una herramienta para resolver un problema, sino únicamente explicarlo, esto es, analizar sus causas (paso previo obligado si queremos realmente corregirlo).

Es una herramienta muy interesante para analizar todo tipo de problemas producidos en los procesos de producción o deservicio.

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

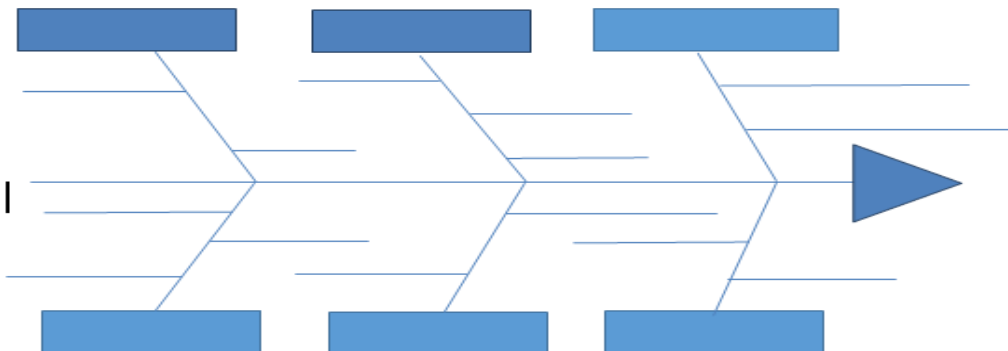


Imagen 2.4 Grafico de Ishikawa

Capítulo 3

En el presente capítulo se presentan los resultados de la aplicación de los métodos y herramientas explicadas en el Capítulo 2 para la evaluación y control de la gestión del mantenimiento en la UEB Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrógenos de Fuel –Oíl Agramonte Jagüey Grande. También se planteará un Plan de Medidas.

3.1 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN Y CONTROL DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.

Tras realizar la encuesta con especialistas se pudieron detectar las deficiencias en la entidad.

Información y logística.

Este aspecto principal tiene como objetivo evaluar la gestión y disponibilidad, en la entidad, de la información necesaria para la toma de decisiones relativas al mantenimiento.

De esta forma, se persigue verificar el control de los siguientes subaspectos:

10. Control del universo de áreas y equipos, responsabilidad de los SSTT que gestiona el mantenimiento. Óptimo x . Bueno . Deficiente .
11. Control de las áreas y equipos, su ubicación geográfica y jerarquía en la instalación. Óptimo x . Bueno . Deficiente .
12. Control de las características adquisitivas, técnicas y de funcionamiento, planos, componentes y repuestos, así como cualquier nota o aclaración relevante del equipo. Óptimo x . Bueno . Deficiente .
13. El control del valor de compra de cada equipo. Óptimo x . Bueno . Deficiente .
14. Control de la información sobre el proveedor del equipo. Óptimo x . Bueno . Deficiente .
15. Control de terceros. Óptimo . Bueno x . Deficiente .
16. Control por parte del personal de SSTT del presupuesto de mantenimiento. Óptimo x . Bueno . Deficiente .

17. Control de los recursos humanos con que se cuenta. Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.

18. Control de los recursos materiales. logística de almacén, que incluye stock mínimos de recursos. Óptimo _____. Bueno __x__. Deficiente _____.

2.5.2. Sistemas de mantenimientos, planificación y programación

En este aspecto principal tiene como objetivo controlar la existencia de una forma de planificación del mantenimiento con sus tipos de planes. Como se aplicarán a las áreas y equipos, responsabilidad de los SSTT que gestiona el mantenimiento.

1. control del tipo de organización del mantenimiento que se aplica en la entidad al universo de equipos y áreas.

- a. Productivo total
- b. Centrado en la fiabilidad.
- c. Centrado en los costos.
- d. Alternativo
- e. Otros

Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.

2. Control de áreas o equipos con los tipos de mantenimiento.

- correctivos.
- preventivos planificados.
- predictivos

Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.

3. Control del estado de los planes de mantenimiento. Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.

4. Control de las órdenes de trabajos ejecutados y por ejecutar. Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.

5. Control del personal que ha intervenido el equipo. Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.

6. Control de los tiempos de paro. Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.
7. Control de los modos de fallo y sus causas. Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.
8. Control de los tiempos de funcionamiento. Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.
9. Diseño y control de las señales de alarma. Óptimo __x__. Bueno ____. Deficiente _____.

2.5.3 Eficacia y efectividad de la planificación de los mantenimientos.

Este aspecto principal tiene como objetivo definir la efectividad de la aplicación de las medidas de mantenimiento implementadas en los planes.

1. Disponibilidad total de los equipos (**DTE**) Óptimo _____. Bueno __x__. Deficiente _____.
2. Disponibilidad total de áreas (**DTA**) Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.
3. Aprovechamiento de los equipos (**AE**) Óptimo _____. Bueno __x__. Deficiente _____

2.5.4 Costos.

En el área de mantenimiento es recomendable controlar una serie de índices relativos a los costos asociados a la misma; dentro de ellos se deben considerar los que se detallan a continuación:

1. Costo relativo con personal propio/ costo de SSTT optimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____
2. Costo relativo con material / costo de SSTT Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____
3. Costo de mano de obra externa / costo de SSTT Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____
4. Inmovilizado en repuestos / costo de SSTT Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____
5. Costo de SSTT / valor de venta Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.
6. Costo de SSTT/ valor Módulo de Generación. Óptimo _____. Bueno __x__. Deficiente _____.

2.5.5. Sobre el capital humano en el área de STTT y la protección de estos.

Todos los mecanismos de control de mano de obra, deben ser orientados en el sentido de obtener mayor aprovechamiento de los recursos humanos disponibles como un todo, como también propiciar, al personal, mayor seguridad y satisfacción en el desempeño de sus atribuciones.

En este aspecto principal se propone considerar los subaspectos o indicadores siguientes:

1. Capacitación y recalificación del personal de mantenimiento. Óptimo __x__. Bueno ____.
Deficiente ____.
2. Nivel de fluctuación de la mano de obra de mantenimiento. Óptimo ____.
Bueno __x__. Deficiente ____.
3. Índice de frecuencia (IF) de accidentes en el área de SSTT y gravedad de accidentes. Óptimo __x__.
Bueno ____.
Deficiente ____.
4. Tener definido los riesgos. Óptimo __x__. Bueno ____.
Deficiente ____.
5. Tener definidas las medidas de protección en función de los riesgos. Óptimo __x__. Bueno ____.
Deficiente ____.
6. Aplica los procesos de gestión de la seguridad basado en el comportamiento (PGSBC) y determina el índice de seguridad basado en el comportamiento (IS) Óptimo __x__. Bueno ____.
Deficiente ____.

2.5.6 Informatización.

La informatización de un sistema integral de gestión de mantenimiento, cada día se hace más necesaria, por lo que la evaluación de este aspecto principal deberá contemplar:

1. Informatización de la información técnica de mantenimiento. Óptimo ____.
Bueno __x__. Deficiente ____.
2. Informatización del sistema de mantenimiento correctivo. Óptimo __.
Bueno ____.
Deficiente __x__.
3. Informatización del sistema de mantenimiento preventivo/predictivo. Óptimo ____.
Bueno __x__. Deficiente ____.
4. Informatización del sistema de paradas programadas. Óptimo __x__. Bueno ____.
Deficiente ____.
5. Informatización del sistema de seguimiento y control de la gestión del mantenimiento. Óptimo __x__. Bueno ____.
Deficiente ____.
- seguimiento y control sistemático (mensual)
- seguimiento y controles a petición
6. Interfaz con otras aplicaciones informáticas. Óptimo ____.
Bueno __.
Deficiente __x__.

7. Suministrador y cumplimiento de las normas de seguridad informática. Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.

2.5.7 Medio ambiente.

Un adecuado sistema de control medio ambiental es determinante en la gestión de la actividad de mantenimiento y es además el área de SSTT la encargada de los procesos de saneamiento de la instalación.

1. Reciclaje de residuales líquidos. Óptimo _____. Bueno __x__. Deficiente _____.
2. Reciclaje de residuales sólidos. Óptimo _____. Bueno __x__. Deficiente _____.
3. Utilización de recursos biológicos de control. Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.
4. Utilización de recursos químicos de control. Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.
5. Tiene la condición de instalación ecológica, aspira y se prepara o no se prepara. Óptimo _____. Bueno __x__. Deficiente _____.

2.5.8. Opinión del cliente final.

Para apreciar una adecuada gestión de la calidad de los servicios, es indispensable conocer el criterio del cliente final.

Por regla las encuestas, que no son realizadas por el área de SSTT y no reflejan intencionalmente la evaluación de la gestión de los SSTT, por lo que este aspecto deberá ser controlado siempre.

1. Control del número de quejas relacionadas por la gestión de SSTT. Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.
2. índice de satisfacción del cliente donde incide la gestión de SSTT (ISST) Óptimo __x__. Bueno _____. Deficiente _____.

ISST = # de quejas correspondientes a la actividad de SSTT / # total de quejas

3.1.2 Resultados del “Procedimiento de Evaluación y Control de la Gestión del Mantenimiento”

HOJA DE CALCULO PARA DETERMINAR EL IGGM SECTOR DE LOS SERVICIOS				
Indicaciones:				
Solamente introduzca los valores, resultados de su evaluación, en las columnas G, de Evaluaciones, para los sub aspectos, en color azul. La evaluación de los aspectos será calculada por el programa.				
IGGM = 92,177 %				
RESUMEN DE LOS VECTORES JERARQUICOS				
A	Aspectos Principales	V. Saaty	Evaluación	Ponderación
A1	Información y Logística	0,144	9,111	1,312
A2	Planificación de la Programación	0,209	9,947	2,079
A3	Efectividad de los Mantenimientos	0,114	8,800	1,003
A4	Costos	0,116	9,323	1,081
A5	CCHH y protección	0,098	9,860	0,966
A6	Informatización	0,036	8,044	0,290
A7	Medio Ambiente	0,125	7,256	0,907
A8	Ciente final	0,157	10,000	1,570
				9,208

Imagen 3.1 Hoja de Excel con los resultados

3.2 GRAFICO DE ISHIKAWA

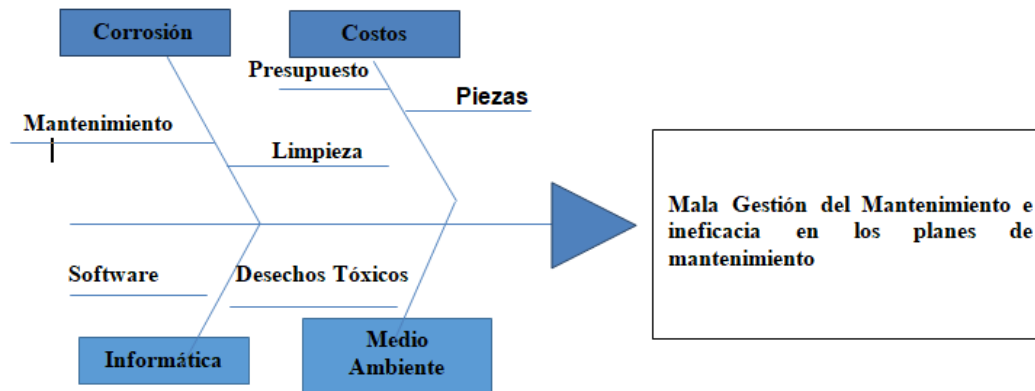


Imagen 3.2 Gráfico de Ishikawa

En el Gráfico de Ishikawa se pudo apreciar los diferentes problemas existentes en la entidad.

1. **Informática:** Ausencia de Software que facilite el trabajo de la organización y gestión del mantenimiento.
2. **Corrosión:** Déficit en el mantenimiento de los equipos a su debido tiempo provocando su deterioro.
3. **Medio Ambiente:** Contaminación por el gran volumen de desechos Tóxicos de la entidad (Petróleo Crudo).
4. **Costos:** Motores parados por la ausencia de piezas provocando que los restantes se sobreexploten.

3.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS MCI DE LA CENTRAL FUEL OÍL.

Las centrales eléctricas de fuel oíl están diseñadas para suministrar energía eléctrica al sistema eléctrico nacional, alimentándolo parcialmente o entregando toda la energía a la red. Realizan dicha función utilizando, entre otros componentes, los grupos motor-generator. Son del tipo HIMSEN HYUNDAI y modelo 9H21/32S de 27,32 ton de peso. El nombre HIMSEN significa "Motor de Velocidad Media de Alta Tecnología" y corresponde a la fábrica que diseñó este motor perteneciente a la compañía HYUNDAI. La designación del modelo 9H21/32S nos brinda sucesivamente mediante sus letras y números información como por ejemplo que posee 9 cilindros, pertenece a la compañía HYUNDAI, el diámetro de los cilindros es 21 cm, la carrera del pistón es 32 cm y que es un motor estacionario. Cuentan con un diseño para contenedores, son capaces de trabajar a una temperatura que oscila entre -54 °C y 45 °C. En nuestro país estos motores laboran a una temperatura promedio de 32°C

y a una humedad promedio del 80 %. En cuanto a las características principales de este motor se puede afirmar que su potencia de salida es de 1800 Kw y su velocidad nominal de 900 rpm.

Puede trabajar sin ningún tipo de problema con combustible diesel y también con uno pesado de hasta 700 cSt de viscosidad a 50°C de temperatura. Son altamente económicos y ecológicos debido a que tienen una alta relación de carrera contra diámetro del cilindro, una alta relación de compresión y una alta presión de inyección de combustible. Este motor posee una estructura simple y robusta en cuanto a número de componentes del motor y al acceso fácil y directo de los dispositivos para el mantenimiento. Su sistema de alimentación es completamente modularizado con accesibilidad directa. Se le inserta el concepto del mantenimiento “Cada Parte” y “Unidad del Cilindro” por lo que hace que sean prácticos y confiables. La posición de los cilindros es en línea con un diámetro y una carrera de 210 x 320 mm, el volumen de barrido por el cilindro es de 11,1 dm³ y la relación de compresión es de (17:1). La dirección de rotación del motor es a favor de las manecillas del reloj visto desde el lado del volante. Su sistema de distribución está compuesto por un árbol de levas, un engrane libre, dos bombas de agua de alta y baja temperatura acopladas al cigüeñal y por último una bomba de lubricación. La cantidad de cilindros es 9 con el orden de encendido 1 – 3 – 5 – 7 – 9 – 8 – 6 – 4 – 2. En particular el cilindro número 9 tiene 900 rpm de velocidad específica y 9,6 m/s de velocidad media del pistón, 200 Kw de potencia y 24,1 bar de presión efectiva. La ventilación interior de este motor consta de 3 ventiladores de tiro forzado, cuya función es introducir un gran volumen de aire dentro del contenedor donde se encuentra el motor y el generador para absorber la temperatura desprendida por el funcionamiento del motor. Cada uno de estos ventiladores induce hacia el interior del contenedor una cantidad de aire de 14400 m³ / horas, sumando entre los tres un caudal de 43200 m³ / horas de aire. Como se había explicado este aire caliente por el funcionamiento del motor es obligado a salir a la atmósfera por 2 ventiladores de tiro inducido de una capacidad de 10200 m³ / horas de flujo de aire cada uno, sumando entre ambos un caudal de 20400 de m³ / horas aire. Este flujo de aire caliente se une en un conducto a todo el ancho del contenedor con 660 mm de ancho encima de los paneles de control. Posteriormente este aire caliente es evacuado al exterior por una campana que expulsa el aire por encima de los ventiladores del intercambiador de calor de líquido refrigerante. La diferencia entre el volumen de aire que entra y el que sale es de 22800 m³ / horas, que a su vez es el que consume el turbo compresor para el aire de admisión del motor. El diámetro de cada uno de los 5 ventiladores (2 de tiro inducido y 3 de tiro forzado) es de 550 mm.

3.3.1 Partes principales del motor.

Como muestra la imagen 1.2 este motor está compuesto por la tapa de cilindro o culata, el bloque (block), cilindros, pistones, anillos, biela, árbol del cigüeñal, árbol de levas, elevadores, balancines, volante, rodamientos, anti vibrador, engranes auxiliares, válvulas de admisión y escape, una bancada común, entre otros. El motor Hyundai posee una tapa por cilindro debido a su tamaño, dicha culata es la tapa que se encuentra situada en la parte superior del cilindro y su función principal es sellar el gas expandido. Cada tapa individual tiene 2 válvulas de admisión y 2 de escape fabricadas de acero aleado especial resistente al calor, asientos para dichas válvulas soldados con endurecimiento superficial reemplazable, mando de las válvulas mediante varillas, balancines y puentes, y una lubricación.

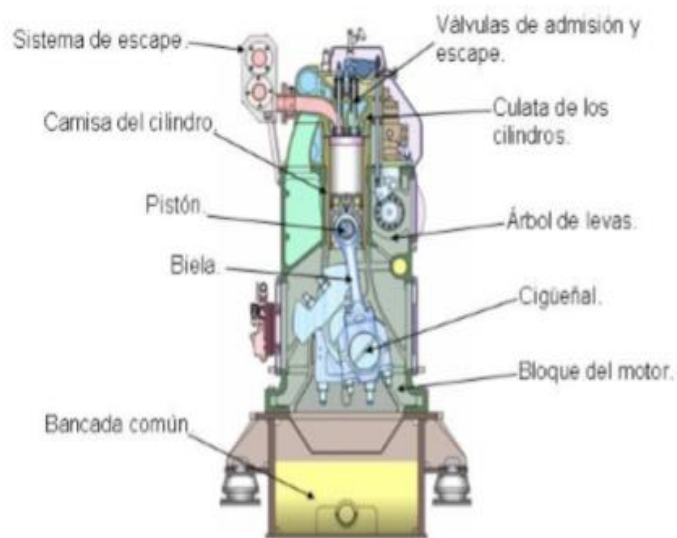


Imagen 3.3 Principales partes del motor HIMSEN Hyundai.

El block es la estructura principal del motor que sustenta todas las partes en funcionamiento para mantenerlas alineadas. Su material es hierro fundido gris, cuenta además con una gran cámara de aire, canales de aceite fundidos y amplias ventanas en la caja del cigüeñal para un fácil mantenimiento. El bloque del motor Hyundai no tiene agua refrigerante en su interior por lo que no corre el peligro de la corrosión. Los cilindros son tubos huecos en los que los pistones se deslizan alternativamente de arriba hacia abajo para aprovechar la explosión de los gases quemados.

La camisa del cilindro es húmeda, tiene una altura de 583 mm y un diámetro de 290 mm, está hecha de una aleación especial de hierro fundido, con pasajes de aceite para su lubricación. Posee una distribución optimizada de temperaturas y esfuerzos para la operación con combustible pesado. Los pistones son el extremo movable de la cámara de combustión, poseen una altura de 254 mm y un diámetro de 210 mm, su función es transmitir la fuerza de la expansión de los gases. Su corona y falda están fabricadas de un acero aleado especial forjado. Los anillos o aros de los pistones ayudan a sellar los gases en combustión y aprovechar la mayor cantidad de energía que sea posible, además de controlar el consumo de aceite. El juego de aros está formado por 2 anillos de compresión con recubrimiento cerámico del anillo superior y un anillo raspador de aceite. La biela o barra de conexión es la unión entre el pasador del pistón y el cigüeñal, su función es transformar la fuerza lineal del

pistón en movimiento torsional al cigüeñal, además de llevar el suministro de aceite al pistón para su enfriamiento. La barra de conexión debe absorber la fuerza del pistón sin permitir ningún nivel de flexión. Sus cojinetes de aluminio trimetálicos con gran área de rodamiento están fijados en el cigüeñal. La biela del motor HIMSEN Hyundai además de las características antes mencionadas tiene una alta capacidad de carga, cuenta con una optimización de masa de oscilación y está fabricada de un acero especial forjado en troquel. La labor del árbol de cigüeñal es cambiar el movimiento lineal del pistón en movimiento giratorio y continuo. Se encuentra apoyado en el bloque por cojinetes de aluminio bimetálicos con una gran área de rodamiento, de acuerdo a su disposición y forma está determinado el orden de encendido del motor. El árbol se fabricó de un acero aleado forjado en troquel con flujo granular continuo.

El árbol de levas no es enterizo, o sea, es accionado directamente por el cigüeñal y su función es sincronizar la apertura de las válvulas de admisión y escape. Está fabricado de un acero aleado forjado en troquel y su diámetro es grande para lograr una alta presión de inyección. Por cada cilindro el árbol de levas posee 3 levas, válvulas de admisión y escape, y sistema de inyección de combustible. El sistema de inyección de combustible de alta presión (hasta 2000 bar) está compuesto por una bomba de rodillos integrada y una tubería de inyección forjada en troquel en el bloque de acero. El volante almacena la energía y suaviza los pulsos de fuerza de los pistones. Mediante él se puede transmitir fuerza a otro equipo (generador). Los cojinetes de este motor en general están provistos de una parte de fácil sustitución reduciendo así la posibilidad de daño al cigüeñal o al árbol de levas que son componentes mucho más caros.

El anti vibrador se usa para reducir la vibración torsional en el eje de cigüeñal. También se conoce al anti vibrador como balanceador armónico o amortiguador de vibración torsional. Los engranes de sincronización se utilizan para unir el conjunto entre el eje del cigüeñal, el árbol de levas, los árboles de balance, los sistemas de encendido y otros accesorios, de manera que todos los eventos ocurran en el motor al mismo tiempo. La bancada común del motor HIMSEN Hyundai está fabricada de acero soldado metalizado, es una estructura rígida, tiene un montaje flexible y una amplia capacidad de aceite.

3.3.2 Ciclos de trabajo del motor HIMSEN Hyundai.

El primer tiempo de 4 que posee este motor, o sea, la admisión se describe mediante el aumento del volumen de la cámara de combustión al bajar el pistón tomando a través de la válvula de admisión un caudal de aire de $12,428 \text{ kg/m}^3$ entregados por el turbocompresor mejorando así con este dispositivo el

llenado de la cámara de combustión, dicho aire entra con una densidad de $1,147 \text{ kg/m}^3$ a $33 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura. Cuando el pistón llega a su punto muerto inferior, comienza a moverse hacia arriba comprimiendo el aire con una relación de 17:1. En este proceso de compresión al llegar el pistón al punto muerto superior tiene al aire comprimido a un 17/1 de su volumen original, aumentando su presión y temperatura hasta los $400 \text{ }^\circ\text{C}$. Al inyectarse el fuel oíl cuando el pistón está en su punto muerto superior debido a la alta temperatura de la compresión del aire, el combustible empieza reaccionar y a quemarse provocando así la explosión dentro del cilindro, que al estar ambas válvulas cerradas le da una fuerza de empuje al cilindro que lo lleva a su punto muerto inferior. El escape se produce cuando el pistón comienza a subir expulsando por la válvula de escape un caudal de $13,680 \text{ kg/ m}^3$ a una temperatura de $427 \text{ }^\circ\text{C}$ hacia los múltiples de escape. Más tarde antes de llegar a la caldera recuperativa los gases de escape tienen una densidad de $0,621 \text{ kg/ m}^3$ y una temperatura de $295 \text{ }^\circ\text{C}$. De esta manera se resumen los cuatro ciclos de trabajo de este motor.

3.3.3 Principales Sistemas de Motor.

Dentro de los principales sistemas del motor HIMSEN Hyundai modelo 9H21/32S está el sistema de lubricación, el sistema de admisión y el sistema de enfriamiento (ver imagen 3.4).

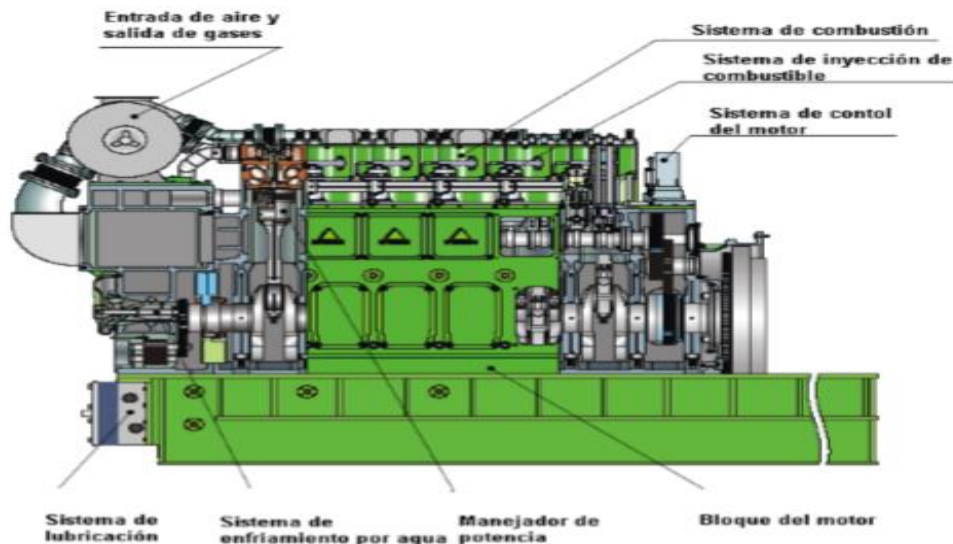


Imagen.3.4 Motor de combustión interna de fuel oíl HIMSEN HYUNDAI 9H21/32.

El sistema de aceite de lubricación de estos motores se divide en dos subsistemas, uno externo y otro interno. El sistema interno es el que suministra aceite para lubricación o enfriamiento a todas las partes móviles del interior del motor, mediante canales incorporados a los componentes del motor. Las partes de este sistema son un enfriador de aceite de lubricación del tipo plato, una bomba de aceite de lubricación del tipo engrane movida por el motor, una bomba de pre lubricación movida por un motor

eléctrico del tipo tornillo. Esta última es recomendable utilizarla cuando el motor es detenido y el combustible está circulando. Tiene además una válvula de termostato de aceite de lubricación del tipo de elemento de cera trabajando a un rango de temperatura de 60 a 69 °C, un filtro de aceite del tipo carrete de papel doble con un cartucho de seguridad de acero inoxidable, una válvula de regulación de presión que ajusta la presión del aceite de entrada después del filtro a cinco bar, un filtro centrífugo y un tanque de sumidero húmedo. El sistema externo de lubricación es necesario no solo para la limpieza, sino también para el calentamiento del combustible para el arranque rápido del motor. El sistema comprende cinco elementos, el primero es un separador de aceite lubricante dimensionado para operación continua y para varios motores, un filtro o malla de succión con una dimensión de malla entre 0.8 y 1 mm ubicado antes de la bomba de separación movida por un motor independiente. El sistema cuenta también con un calentador para el separador que calienta el aceite desde 65 hasta 85 °C y por último con un sumidero para la ventilación del cárter del motor. De manera general para que estos sistemas de lubricación del motor e incluyendo la lubricación del turbo cargador trabajen eficientemente, tienen que utilizar un aceite pesado y de mediana alcalinidad, con un consumo en su uso aproximadamente 1 250 litros.

El sistema de admisión de estos motores es capaz de suministrar el aire limpio a la temperatura y cantidad correcta para la posterior combustión. El sistema en general está compuesto por filtros que limpian el aire de modo que quede libre de las partículas abrasivas que pueden afectar la vida del motor y un turbo cargador para empujar el aire dentro del cilindro. El uso de este dispositivo calienta el aire, lo cual requiere que sea enfriado posteriormente por enfriadores intermedios para lograr un llenado eficiente del cilindro. Por último el sistema posee el múltiple de admisión que se encarga de introducir la misma cantidad de aire a todos los cilindros del motor para así garantizar una combustión uniforme de todos los cilindros.

El sistema de enfriamiento tiene como función principal la regulación de la temperatura de trabajo del motor. Esto asegura que el motor opere al rango más eficiente y que tenga una larga vida útil. Altas temperaturas en un motor pueden provocar diversos problemas, incluyendo el pre encendido, detonaciones, quemaduras de pistones y válvulas, ralladuras de camisas y graves daños en el sistema de lubricación. Bajas temperaturas conducen a dificultades tales como sedimentos, acumulación de agua en la caja de cigüeñal, pobre economía y desgaste en el motor. Dentro de las partes del sistema de enfriamiento están las camisas de agua, el termostato, la bomba de agua y conducción, el refrigerante, el radiador o intercambiador de calor, el ventilador, los conductos y los colectores de agua, mangueras y cubiertas. El motor HIMSEN Hyundai tiene dos circuitos de agua de enfriamiento, el sistema interno que incluye el motor, el enfriador del aire de carga y el enfriador de aceite lubricante, y el sistema de enfriamiento externo comprende el suministro de agua de enfriamiento al sistema interno. El sistema de enfriamiento interno se divide en dos sistemas, uno de alta y otro de baja temperatura y muchos de los elementos de estos circuitos son modularizados y montados directamente en módulo de alimentación. Ambos circuitos cuentan con una bomba movida por el motor, una válvula termostato de cera tipo divisoria y un enfriador de aire de carga. Se diferencian en que el circuito de baja temperatura

posee un enfriador de aceite de lubricación y el de alta temperatura tiene camisas de agua en el motor y culata de los cilindros. Las conexiones externas están separadas para agua de baja temperatura y alta temperatura. El sistema externo de lubricación consta de dos circuitos de enfriamiento, uno de alta y otro de baja temperatura. Las conexiones externas son proporcionadas para los circuitos de dos ramas. La central de enfriamiento para cada motor consiste en radiadores enfriados por ventiladores. El sistema de enfriamiento externo posee además una válvula de auto apagado que garantiza el precalentamiento del motor, lo cual prevé el flujo de agua de enfriamiento dentro del motor durante la acción del precalentamiento.

3.4 Tipos de mantenimiento aplicado

3.4.1 Mantenimiento Correctivo

Consiste en explotar un equipo sin vigilancia ninguna hasta que se produzca una rotura y entonces realizar la reparación ó reparar averías producidas durante el funcionamiento del mismo.

3.4.2 Mantenimiento Preventivo Planificado

El ciclo de mantenimiento preventivo planificado es de 2000 horas. Cada intervención se realizará de acuerdo a las horas de rodaje del motor reflejadas en el contador de horas del panel de control del motor (MDU). Durante cada intervención de mantenimiento se realizarán las operaciones de revisión y mantenimiento que se incluyen en la tabla que se muestra en el Anexo 1, lo cual constituye el volumen típico de trabajo de cada mantenimiento preventivo planificado.

Este volumen típico y los trabajos adicionales a realizar debido a defectos pendientes y resultados de inspecciones de diagnóstico serán reflejados en el informe final de mantenimiento.

La realización de los mantenimientos preventivos planificados presupone la ejecución de las siguientes operaciones previas al comienzo de las actividades de mantenimiento:

- Medición de las flexiones del árbol cigüeñal.
- Chequeo de los parámetros funcionales del motor al 85 % de su potencia nominal. Ambos registros serán incorporados al informe de mantenimiento y al expediente del motor.

El mantenimiento de 200 horas se ejecutará en los siguientes casos:

- 200 horas después de realizados los mantenimientos de 12 000; 18 000 y 24 000 horas.
- 200 horas después de una intervención por avería o funcionamiento errático del motor. En estos casos se realizan solamente las operaciones y aprietes para los sistemas o elementos específicos en los que se realizó la intervención.
- 200 horas posteriores a las pruebas de rodaje y puesta en marcha. En caso de que las primeras 200 horas de rodaje se cumplan sin haber culminado la puesta en marcha, incluyendo la prueba de 72 horas, se efectuará el mantenimiento.

En cada intervención de mantenimiento preventivo planificado, de acuerdo al volumen de trabajo acordado se utilizarán las instrucciones de mantenimiento que correspondan y se llenarán los registros que correspondan según cada instrucción.

Conformarán parte del informe de mantenimiento, los registros de las mediciones que se realicen a aquellos elementos que requieran ser sustituidos, aspecto este que será recogido en el informe de mantenimiento. Las dimensiones y holguras generadas por el montaje de nuevos elementos serán recogidas en registros establecidos para ello en cada una de las instrucciones de trabajo. La totalidad de los registros mencionados anteriormente, así como los valores de los torques, aprietes y regulaciones realizadas deben ser archivados en el expediente del equipo por el área técnica de la U.E.B de Mantenimiento que realice los trabajos y se compararán con los parámetros obtenidos en próximos mantenimientos para poder analizar el comportamiento del motor.

Al concluir cada intervención de mantenimiento preventivo planificado, de conjunto con el personal de la Central Eléctrica se procederá a realizar el arranque y las pruebas que correspondan, utilizando como documentos normativos las instrucciones del Manual de Gestión (MAGEST) de Generación Distribuida que correspondan.

Ver Anexo 3

3.5 RESUMEN DE TODOS LOS PROBLEMAS ENCONTRADOS.

1-Existen herramientas informáticas como software relacionado con el mantenimiento, pero no se utiliza en la planificación del mantenimiento.

2-La falta de limpieza en algunos equipos y herramientas que contribuyen a su degradación poco a poco.

3- Existen distintos motores imposibles de rescatar debido a la falta de piezas importantes, mientras que esto continúe se corre el riesgo de que se sigan acumulando debido a la sobreexplotación.

4- Falta de mantenimiento debido al alto volumen de trabajo provocando el daño de algunos equipos por corrosión.

3.6 PLAN DE MEDIDAS.

1- Implementar software para facilitar la organización del trabajo.

2- Agilizar los procesos de compras de piezas que no pueden ser de fabricación nacional para evitar el sobreexplotación de los motores.

3- Extremar aun más las medidas de seguridad respecto a los residuos ya que estos son altamente contaminantes.

4- Organizar el mejor el mantenimiento a los equipos de la empresa ya que nuestro país cuenta con condiciones climatológicas difíciles para los metales y así evitar su pronto deterioro.

RECOMENDACIONES

1. Se debe prestar especial atención a los Indicadores de Costos, Informatización, Medio Ambiente y Efectividad de los Mantenimientos (y la Planificación de estos), analizando las posibles medidas de solución para la mejora de dichos índices.
2. Es necesario evaluar periódicamente la Gestión del Mantenimiento para observar su funcionamiento y variación, tratando de elevar todas las áreas de la entidad a la condición de ÓPTIMO.
3. Es importante crear organizadamente las fichas técnicas de cada equipo o área, conocer todas las características y condiciones de los bienes que poseemos para así poder establecer un adecuado Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado y reducir al mínimo el Mantenimiento Correctivo.
4. Se hace indispensable la implementación de un software para la gestión del mantenimiento en el área de transporte para poder tener registro de la actividad realizada y necesaria de cada vehículo. El autor propone por sus características el software DISTRA.1
5. Es necesario aumentar la compra de piezas de repuesto y fomentar la aplicación del mantenimiento dentro de los trabajadores de la empresa.

CONCLUSIONES

1. Se evaluó la Gestión del Mantenimiento en el grupo electrógenos fuel-oíl de la UEB Empresa de Mantenimiento a Grupos Electrógenos de Fuel – Oíl Agramonte, Jagüey Grande detectándose cuatro problemas significativos.
2. En todas las centrales el 81 % de las piezas que más frecuencia de fallas presentan son culata, gobernador, múltiple de escape, camisa, bloque de alta, Inyector, tubería de alimentación, bomba de combustible, y turbo Cargador.
3. Una mala Gestión del Mantenimiento conlleva a un deterioro y aumento de fallas en la entidad.

REFERENCIAS

Bibliografía

- Amaro, C.E. 2010.** *Sistema de Gestión del Mantenimiento en la Industria Biofarmacéutica cubana.* Instituto Superior José Antonio Echeverría. La Habana : s.n., 2010. Trabajo de Diploma.
- Artiles, A.H. 2011.** *Sistemas de Mantenimiento.* 2011.
- Batista Martínez, Pedro Julio. 2013.** *Técnicas de Diagnóstico y fallas en los motores de combustión interna fuel-oíl de la Generación distribuida de electricidad.* 2013. Trabajo de Diploma.
- Becerra, F. 2006.** Gestión del mantenimiento. [En línea] 2006. [Citado el: 12 de 06 de 2020.] www.mantenimientomundial.com.
- Cárcel Carrasco, Javier.** *La gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial: Investigación sobre la incidencia en sus actividades estratégicas.* Valencia : s.n. DL 2.B-3402-2014.
- CNCI. 2007.** Composición de un emplazamiento Hyundai PPS. 2007.
- Co...Ltd, Hyundai Himsen Industries.** *Libro de instruccion .* Vol. Volumen 1 .
- Delgado Rodríguez, A. 2017.** *Selección del tipo de mantenimiento a aplicarse en el equipamiento de la UEB Logística Topes de Collante.* Las Villas : Universidad Central de Las Villas Marta Abreu, 2017.
- EMGEF.** Ejecución de los mantenimientos preventivos planificados a los motores Hyundai Himsen 9H 21/32. [Norma].
- . **2012.** Instrucción de trabajo para el diagnóstico de fallas, averías y la elevación de los parámetros de confiabilidad de los motores con tecnología Hyundai y MAN. 2012.
- Fernandez, J, Matos, J y PRIM, R.** *Sistemas de mantenimientos preventivos planificados.* La Habana : Pueblo y Educación.
- Funciones de la Gestión de Activos.* **Gonzalez, J. 2013.** 78, Ciudad de Mexico : s.n., diciembre de 2013, Revista con Mantenimiento.
- M, J. 2005.** ""Seeing Through Statics"". 2005. Vol. 2013.
- Martínez, L. 2015.** *Diseño de una estartegia para la gestión del mantenimiento industrial en una planta de producciones biotecnológicas.* La Habana : CUJAE, 2015.
- Mobley, R.K.** *Maintenance fundamentals Elsevier Butterworth-Heinemann.*

Parra Márquez, C.A y Crespo Márquez, A. 2012. *Ingeniería de Mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos* . Sevilla,España : INGEMAN, 2012.

PCC. Actualización de los lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución para el período 2016-2021. s.l. : Política Industrial y Energética.

Reyes, Y.O. Valoración del impacto sobre la calidad del aire en la ciudad de Santa Clara de la generación de electricidad con grupos electrógenos a base de combustible fuel-oíl. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas : s.n.

River, G. 2015. *Diseño de una estrategia para la gestion del mantenimiento de los equipos productivos en la empresa cantera.* 2015.

Rodriguez Gonzalez, Y. *Contribucion a la Gestion y a la mejora en los procesos automotrices en entidades petroleras.* Trabajo de Diploma.

Rodriguez Machado, A. 2012. *Manual de Gestion del Mantenimiento.* s.l. : Universidad Central de Las Villas, 2012.

2013. Simulación de la desviación típica de una variable discreta con R(Lenguaje de Programacion). [En línea] 2013. <http://www.cajael.com/mestadisticos/T1EDescriptiva/node7.php>.

Sotomayor Velazco, G.W. 2001. Estadística para ingeniería y ciencias. 2001.

Suarez Iglesias, R. 2016. *Diseño de un procedimiento para la gestión del mantenimiento industrial en la UEB Nelson Fernández.* 2016. Trabajo de Diploma.

Sutrisno, A.G y Tangkuman, Stenly. 2015. "Modified failure mode and effect analysis (FMEA) model for accesing the risk of maintenance waste". s.l. : Elsevier, 2015.

UNE. 2009. Manual de Gestión para la Generación Distribuida de la Electricidad en Cuba. 001 s.l. : Federico Engels, 2009.

Valderrama, R. 2012. *Diagóstico de motores de diesel medísnte el análisis estático del aceite lubricante.* 2012.

ANEXOS

Anexo 1

HOJA DE CALCULO PARA DETERMINAR EL IGGM SECTOR DE LOS SERVICIOS

Indicaciones:

Solamente introduzca los valores, resultados de su evaluación, en las columnas G, de Evaluaciones, para los sub aspectos, en color azul. La evaluación de los aspectos será calculada por el programa.

IGGM =	92,177	%
---------------	---------------	----------

RESUMEN DE LOS VECTORES JERARQUICOS

A	Aspectos Principales	V. Saaty	Evaluación	Ponderación
A1	Información y Logística	0,144	9,111	1,312
A2	Planificación de la Programación	0,209	9,947	2,079
A3	Efectividad de los Mantenimientos	0,114	8,800	1,003
A4	Costos	0,116	9,323	1,081
A5	CCHH y protección	0,098	9,860	0,966
A6	Informatización	0,036	8,044	0,290
A7	Medio Ambiente	0,125	7,256	0,907
A8	Cliente final	0,157	10,000	1,570
				9,208

Sub Aspectos		V. Saaty	Evaluación	Ponderación
A1	Información y Logística			
1,1	Control del universo de ...	0,08	10	0,770
1,2	Control de las áreas y equipos ...	0,18	9	1,593
1,3	Control de las características ...	0,18	10	1,770
1,4	Control del Valor de compra.	0,07	9	0,639
1,5	Control del proveedor.	0,04	10	0,420
1,6	Control de terceros.	0,07	8	0,544
1,7	Control del presupuesto.	0,16	10	1,570
1,8	Control de los RRHH	0,07	10	0,650
1,9	Control recursos y logística almacén	0,17	7	1,155
				9,111

Sub Aspectos		V. Saaty	Evaluación	Ponderación
A2	Planificación de la Programación			
2,1	Control del tipo de organización...	0,16	10	1,560
2,2	Control de tipos de mtto por áreas y	0,17	10	1,660

	...			
2,3	Control estado de los planes de mtto.	0,17	10	1,660
2,4	Control de órdenes de trabajo ...	0,04	10	0,440
2,5	Control del personal ...	0,04	9	0,387
2,6	Control de los tiempos de paro.	0,05	10	0,460
2,7	Control de los modos de fallos y ...	0,17	10	1,660
2,8	Control de los tiempos de ...	0,05	10	0,510
2,9	Diseño y control de señales alarmas.	0,16	10	1,610

9,947

EFA

Sub Aspectos		V. Saaty	Evaluación	Ponderación
A3	Efectividad de los Mantenimientos			
3,1	Disponibilidad del equipo.	0,4	8	3,200
3,2	Disponibilidad del área.	0,4	10	4,000
3,3	Aprovechamiento del equipo/área	0,2	8	1,600

8,800

Sub Aspectos		V. Saaty	Evaluación	Ponderación
A4	Costos			
4,1	Personal propio/Costo SSTT	0,243	10	2,430
4,2	Material/Costo SSTT	0,071	10	0,710
4,3	Mano de obra externa/Costo SSTT	0,192	9	1,728
4,4	Inmovilizado repuestos/Costos SSTT	0,071	9	0,639
4,5	Costos SSTT/Valor de Ventas	0,212	10	2,120
4,6	Costos SSTT/Modulo Generacion	0,212	8	1,696

9,323

Sub Aspectos		V. Saaty	Evaluación	Ponderación
A5	CCHH y protección			
5,1	Capacitación del personal de SSTT.	0,196	10	1,960
5,2	Fluctuación del personal de SSTT.	0,219	10	2,190
5,3	Indice de frecuencias de accidentes	0,14	9	1,260
5,4	Definición de riesgos.	0,072	10	0,720
5,5	Medidas de protección en base riesgos	0,074	10	0,740
5,6	Aplica PGSBC y IS	0,299	10	2,990

9,860

Sub Aspectos		V. Saaty	Evaluación	Ponderación
A6	Informatización			
6,1	... de la información técnica de mtto.	0,127	8	1,016
6,2	... del sistema de mtto correctivo.	0,186	6	1,116
6,3	... sist. de mtto. preventivo/predictivo.	0,141	9	1,269
6,4	... sist. de paradas programadas.	0,083	9	0,747
6,5	... seguimiento y control ...	0,255	9	2,295
6,6	Interfaces con otras aplicaciones.	0,055	7	0,385
6,7	Seguridad informática	0,152	8	1,216

8,044

Sub Aspectos		V. Saaty	Evaluación	Ponderación
A7	Medio Ambiente			
7,1	Reciclaje residuales líquidos	0,163	8	1,304
7,2	Reciclaje residuales sólidos	0,181	8	1,448
7,3	Recursos biológicos de control	0,157	8	1,256
7,4	Recursos químicos de control	0,124	8	0,992
7,5	Condición Hotel Ecológico	0,376	6	2,256
				7,256

EFA

Sub Aspectos		V. Saaty	Evaluación	Ponderación
A8	Ciente final			
8,1	No de quejas vinculadas con SSTT	0,333	10	3,330
8,2	Indice de satisfacción del cliente	0,667	10	6,670
				10,000

V. Saaty	Evaluación	Ponderación
0,144	10	1,440
0,209	10	2,090
0,114	10	1,140
0,116	10	1,160
0,098	10	0,980
0,036	10	0,360
0,125	10	1,250
0,157	10	1,570
Suma de Ponderaciones		9,990
		=

Elaborado por Ing. Emilio Fernández Arenas
 Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".
 República de Cuba.
 Mayo 2009

Anexo 2

CLAVE DE EVALUACIÓN:

ÓPTIMO: 9 – 10

BUENO: 7 – 8

DEFICIENTE: 6

Información y logística.

Este aspecto principal tiene como objetivo evaluar la gestión y disponibilidad, en la entidad, de la información necesaria para la toma de decisiones relativas al mantenimiento.

De esta forma, se persigue verificar el control de los siguientes subaspectos:

19. Control del universo de áreas y equipos, responsabilidad de los SSTT que gestiona el mantenimiento. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
20. Control de las áreas y equipos, su ubicación geográfica y jerarquía en la instalación. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
21. Control de las características adquisitivas, técnicas y de funcionamiento, planos, componentes y repuestos, así como cualquier nota o aclaración relevante del equipo. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
22. El control del valor de compra de cada equipo. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
23. Control de la información sobre el proveedor del equipo. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
24. Control de terceros. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
25. Control por parte del personal de SSTT del presupuesto de mantenimiento. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
26. Control de los recursos humanos con que se cuenta. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
27. Control de los recursos materiales. logística de almacén, que incluye stock mínimos de recursos. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

2.5.2. Sistemas de mantenimientos, planificación y programación

En este aspecto principal tiene como objetivo controlar la existencia de una forma de planificación del mantenimiento con sus tipos de planes. Como se aplicarán a las áreas y equipos, responsabilidad de los SSTT que gestiona el mantenimiento.

10. control del tipo de organización del mantenimiento que se aplica en la entidad al universo de equipos y áreas.

- a. Productivo total
- b. Centrado en la fiabilidad.
- c. Centrado en los costos.
- d. Alterno
- e. Otros

Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

11. Control de áreas o equipos con los tipos de mantenimiento.

- correctivos.
- preventivos planificados.
- predictivos

Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

12. Control del estado de los planes de mantenimiento. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

13. Control de las órdenes de trabajos ejecutados y por ejecutar. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

14. Control del personal que ha intervenido el equipo. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

15. Control de los tiempos de paro. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

16. Control de los modos de fallo y sus causas. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

17. Control de los tiempos de funcionamiento. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

18. Diseño y control de las señales de alarma. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

2.5.3 Eficacia y efectividad de la planificación de los mantenimientos.

Este aspecto principal tiene como objetivo definir la efectividad de la aplicación de las medidas de mantenimiento implementadas en los planes.

4. Disponibilidad total de los equipos (**DTE**) Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
5. Disponibilidad total de áreas (**DTA**) Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
6. Aprovechamiento de los equipos (**AE**) Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

2.5.4 Costos.

En el área de mantenimiento es recomendable controlar una serie de índices relativos a los costos asociados a la misma; dentro de ellos se deben considerar los que se detallan a continuación:

7. Costo relativo con personal propio/ costo de SSTT Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
8. Costo relativo con material / costo de SSTT Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
9. Costo de mano de obra externa / costo de SSTT Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
10. Inmovilizado en repuestos / costo de SSTT Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
11. Costo de SSTT / valor de venta Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

2.5.5. Sobre el capital humano en el área de STTT y la protección de estos.

Todos los mecanismos de control de mano de obra, deben ser orientados en el sentido de obtener mayor aprovechamiento de los recursos humanos disponibles como un todo, como también propiciar, al personal, mayor seguridad y satisfacción en el desempeño de sus atribuciones.

En este aspecto principal se propone considerar los subaspectos o indicadores siguientes:

7. Capacitación y recalificación del personal de mantenimiento. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
8. Nivel de fluctuación de la mano de obra de mantenimiento. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
9. Índice de frecuencia (IF) de accidentes en el área de SSTT y gravedad de accidentes. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
10. Tener definido los riesgos. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

11. Tener definidas las medidas de protección en función de los riesgos. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

12. Aplica los procesos de gestión de la seguridad basado en el comportamiento (PGSBC) y determina el índice de seguridad basado en el comportamiento (IS) Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

2.5.6 Informatización.

La informatización de un sistema integral de gestión de mantenimiento, cada día se hace más necesaria, por lo que la evaluación de este aspecto principal deberá contemplar:

8. Informatización de la información técnica de mantenimiento. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

9. Informatización del sistema de mantenimiento correctivo. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

10. Informatización del sistema de mantenimiento preventivo/predictivo. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

11. Informatización del sistema de paradas programadas. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

12. Informatización del sistema de seguimiento y control de la gestión del mantenimiento. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

- seguimiento y control sistemático (mensual)
- seguimiento y controles a petición

13. Interfaz con otras aplicaciones informáticas. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

14. Suministrador y cumplimiento de las normas de seguridad informática. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

2.5.7 Medio ambiente.

Un adecuado sistema de control medio ambiental es determinante en la gestión de la actividad de mantenimiento y es además el área de SSTT la encargada de los procesos de saneamiento de la instalación.

6. Reciclaje de residuales líquidos. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
7. Reciclaje de residuales sólidos. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
8. Utilización de recursos biológicos de control. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
9. Utilización de recursos químicos de control. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
10. Tiene la condición de instalación ecológica, aspira y se prepara o no se prepara. Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

2.5.8. Opinión del cliente final.

Para apreciar una adecuada gestión de la calidad de los servicios, es indispensable conocer el criterio del cliente final.

Por regla las encuestas, que no son realizadas por el área de SSTT y no reflejan intencionalmente la evaluación de la gestión de los SSTT, por lo que este aspecto deberá ser controlado siempre.

3. Control del número de quejas relacionadas por la gestión de SSTT.
Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.
4. Índice de satisfacción del cliente donde incide la gestión de SSTT (ISST) Óptimo _____. Bueno _____. Deficiente _____.

ISST = # de quejas correspondientes a la actividad de SSTT / # total de quejas

Anexo 3: Tabla de mantenimiento planificado.

INSTRUCCIÓN RELACIONADA	DESCRIPCIÓN	INTERVALOS DE REVISIÓN												COMENTARIOS	
	■: Revisiones planificadas.	200	2000	4000	8000	8000	10000	12000	14000	16000	18000	20000	22000		24000
	◊: Confirmar después de revisión o nuevo.														
Reapriete de sujeciones Principales															
FG-IM 0102	Tuercas de las culatas.	◊			■			■			■			■	
	Tuercas de los Contrapesos.	◊			■			■			■			■	
	Tuercas de los soportes de los cojinetes principales	◊			■			■			■			■	
	Tuercas de las bielas.	◊			■			■			■			■	
FG-IM 0101	Tuercas del árbol de levas	◊			■			■			■			■	
	Tuercas de los engranajes de la distribución	◊			■			■			■			■	
	Tornillos del bloque del motor y el marco de la base	◊			■			■			■			■	
	Tornillos del turbocompresor.	◊			■			■			■			■	
-	Prueba de martillado de todos los espárragos y tuercas de apriete hidráulico que se encuentran dentro del cárter del motor.	◊	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Inspección de cojinetes															
FG-IM 0104	Cojinetes principales. (Evaluación de desgastes límites.)													■	
	Cojinetes de desplazamiento axial. (Chequeo de Holgura axial.)													■	
FG-IM 0112 FG-IM 0113	Cojinetes del pie y cabeza de biela. Inspección y chequeo de holguras.							■						■	
FG-IM 0111	Cojinetes de árbol de levas. (Chequeo de Holguras)				■			■			■			■	
FG-IM 0113	Realizar diagnóstico de vibraciones		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Inspección y reapriete de calzos anti vibratorios															
FG-IM 0103	Depósitos de aceite o daños en elemento de goma.	◊			■			■			■			■	
	Medición de altura HL entre bastidor y calzo metálico.	◊			■			■			■			■	
	Reapriete de tornillos entre el marco de la base y los calzos antivibratorios.	◊			■			■			■			■	
	Tuercas entre los calzos antivibratorios y el cimiento.	◊			■			■			■			■	
Inspección de unidad de cilindro y las bielas															
FG-IM 0108	Válvulas de admisión y escape, Asientos y Gulas. Espacio de agua de							■			■			■	

Continuación

