



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE
MOTOGENERADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EQUISEGUA**

Leonel Alberto Enríquez Díaz

Asesorado por la Msc. Inga. Norma Ileana Sarmiento de Serrano

Guatemala, junio de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE
MOTOGENERADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EQUISEGUA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LEONEL ALBERTO ENRÍQUEZ DÍAZ

ASESORADO POR LA MSC. INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO DE
SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Msc. Inga. Norma Ileana Sarmiento de Serrano
EXAMINADOR	Inga. Sigrid Alitza Calderón de De León
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

ACTO QUE DEDICO A:

- DIOS** Por ser mi fortaleza en los momentos difíciles de mi vida.
- MIS PADRES** Leonel Danilo Enríquez Durán
María Victoria Díaz
- MIS HERMANAS** Iris Elena, Paola Alejandra, Marcia María,
por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera y
a quienes quiero con todo mi corazón.
- MI HERMANO** Josué Danilo.
- MIS TÍOS** Marcia Elena (†), Iris Angélica, Carlos Alberto.
- MIS PRIMOS** Karla, José Roberto, Estuardo, José Pablo, Sybil,
Carlos Leonel .
- MIS SOBRINOS** Marcia Elena, Mario Enrique, Karla Maria, Angelica
María, Raissa, Fabiola, Jorge, Alberto.
- MIS ABUELITAS** Enma Díaz (†), Rosa Angelica Durán.
- MIS CUÑADOS** Mario Enrique, Cesar Alejandro.
- MIS FAMILIARES** Mi respeto y cariño.
- MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE ESTUDIO.**

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería, por ser el alma mater de mi carrera profesional

Msc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano

Por brindarme su asesoría y apoyo en mi trabajo de graduación.

Equipos y Servicios Electromecánicos de Guatemala

Por permitirme realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), en tan prestigiosa empresa

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI

1. GENERALIDADES

1.1	Antecedentes de la empresa equipos y servicios electromecánicos de Guatemala “EQUISEGUA”	1
1.2	Ubicación de la planta	1
1.3	Visión	1
1.4	Misión	2
1.5	Actividad principal	2
1.6	Estructura organizacional	3
1.6.1	Departamento de mecánica	6
1.6.2	Departamento de aire acondicionado	6
1.6.3	Departamento de electricidad y automatización	7
1.6.4	Departamento de agua	8
1.6.5	Fuerza laboral	8

2. MARCO TEÓRICO

2.1	Conceptos generales de mantenimiento	11
-----	--------------------------------------	----

2.1.1	Definición de mantenimiento	11
2.1.2	Importancia del mantenimiento	11
2.2	Tipos de mantenimiento	12
2.3	Costo de mantenimiento	19
2.4	Funcionamiento de motores utilizados para generación de energía	21
2.5	Transferencia	24
2.5.1	Manual	25
2.5.2	Automática	25
2.6	Seguridad e higiene en el trabajo	26
2.6.1	Seguridad industrial	26
2.6.2	Higiene industrial	29

3. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1	Diagnóstico general del mantenimiento actual	33
3.1.1	Personal de mantenimiento	35
3.2	Mantenimiento a plantas motogeneradoras	36
3.2.1	Filtros	40
3.2.1.1	Filtros de aceite	41
3.2.1.2	Filtros de combustible	44
3.2.1.3	Filtros de aire	47
3.2.2	Fajas	50
3.2.3	Batería	53
3.2.4	Aceite	56
3.2.4.1	Presión de aceite	60
3.2.4.2	Nivel de aceite	63
3.2.4.3	Viscosidad del aceite	63
3.2.5	Tanque y nivel de combustible	64

3.2.6	Alternador	64
3.2.7	Radiador	65
3.2.7.1	Nivel de refrigerante	65
3.2.7.2	Fugas	66
3.2.7.3	Tapón de radiador	66
3.3	Periodicidad del mantenimiento	67
3.4	Control y evaluación del mantenimiento	67
3.4.1	Stock de bodega	68
3.4.2	Proveedores	70
3.4.3	Clientes	71
3.4.4	Materiales utilizados	71
3.5	Condiciones actuales de seguridad e higiene	72
3.5.1	Actos y condiciones inseguras	72
3.5.2	Señalización	74
3.5.3	Prevención y control de riesgos	76
3.5.3.1	Accidentes	76
3.5.3.2	Incendios	76
3.5.4	Equipo de protección personal	77
3.5.5	Higiene industrial	78
3.5.5.1	Orden	78
3.5.5.2	Limpieza	78
3.5.5.3	Disciplina	79
3.5.5.4	Organización	80

4. PROPUESTA DE MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1	Descripción del manual de mantenimiento	81
4.2	Administración del mantenimiento	109

4.2.1	Personal encargado de la ejecución de tareas de mantenimiento	111
4.2.2	Órdenes de trabajo o de servicio	118
4.2.3	Reportes de ejecución de trabajos de mantenimiento	121
4.2.4	Stock de bodega	123
4.2.4.1	Filtros	125
4.2.4.2	Fajas	128
4.2.4.3	Aceite	129
4.2.4.4	Batería	130
4.2.5	Proveedores	131
4.2.6	Insumos	133
4.2.7	Clientes	133
4.2.8	Materiales utilizados	134
4.3	Estandarización de las actividades de mantenimiento	135
4.3.1	Cálculo de tiempos para realizar la tarea	138
4.3.2	Eliminar revisiones innecesarias	138
4.4	Programa de mantenimiento	138
4.4.1	Clasificación de mantenimientos mensuales, bimensuales, trimestrales	139
4.4.2	Clasificación de las frecuencias de ejecución de mantenimientos	139
4.5	Control de mantenimiento	142
4.5.1	Procedimientos de control	142
4.5.2	Formatos de registro de mantenimiento	144
4.5.2.1	Ficha técnica basada en horas de trabajo	144
4.5.2.2	Control de órdenes de trabajo	146
4.5.2.3	Historial de órdenes de trabajo	146
4.5.2.4	Registro de nuevos clientes	147
4.6	Mantenimiento predictivo	147

4.6.1	Mantenimiento predictivo de los equipos de motogeneración	147
4.6.2	Ventajas que brinda el mantenimiento predictivo	150
4.7	Costo de implementación de mantenimiento preventivo	150

5. PROPUESTA DE MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

5.1	Administración y dirección de los recursos de seguridad en el trabajo	153
5.1.1	Dar a conocer la imagen que brinda la higiene industrial	153
5.2	Normas generales de seguridad industrial	154
5.2.1	Cuidado de los equipos	155
5.2.2	Inflamabilidad en tanques de combustible	156
5.2.3	Almacenamiento de materiales	156
5.2.4	Equipo de protección personal	157
5.2.4.1	Equipo de protección auditiva	159
5.2.4.2	Equipo de protección para cortaduras	160
5.2.4.3	Equipo de protección visual	161
5.2.4.4	Normas de uso de equipo de protección personal	161
5.2.5	Señalización	162
5.3	Normas generales de higiene industrial	167
5.3.1	Orden	167
5.3.2	Limpieza	168
5.3.3	Enfermedades	169
5.5	Costo de implementación	174
5.6	Capacitación al personal técnico	175

5.6.1	Personal	176
5.6.2	Cronograma de capacitación	176
5.6.3	Evaluación	177
CONCLUSIONES		183
RECOMENDACIONES		185
REFERENCIAS		187
BIBLIOGRAFÍA		189
ANEXOS		191

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figuras

1	Organigrama actual de EQUISEGUA.....	5
2	Gráfica de análisis de costos.....	21
3	Motor diesel de alta velocidad moderno.....	23
4	Partes del generador eléctrico.....	24
5	Diagrama Ishikawa del equipo de moto generación.....	35
6	Ficha de orden de servicio actual.....	39
7	Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de filtro de aceite.....	42
8	Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de filtro de combustible.....	45
9	Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de filtro de aire.....	48
10	Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de fajas.....	51
11	Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de batería.....	54
12	Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de de aceite en equipos de 5 a 10 Kw.....	57
13	Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de de aceite en equipos de 10 a 15 Kw.....	58
14	Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de de aceite en equipos de 20 a 75 Kw.....	59
15	Punto de reunión.....	74
16	Ruta de evacuación.....	74

17	Extintor.....	75
18	Área de parqueo.....	75
19	Cuestionario acerca de higiene en el trabajo.....	79
20	Panel de control para equipos de 20 a 75 Kw.....	90
21	Indicadores en el panel de control.....	94
22	Nivel de aceite.....	96
23	Sistema de escape con aspiración natural.....	102
24	Sistema de escape con sobrealimentación.....	102
25	Tubería de alta presión.....	105
26	Esquema de un sistema de inyección y retorno lineal.....	107
27	Ficha de requisitos para la contratación de personal.....	113
28	Ficha de solicitud de empleo.....	115
29	Ficha de orden de servicio propuesta.....	119
30	Ficha de reporte de ejecución de trabajo.....	122
31	Registro de proveedores.....	132
32	Diagrama de operaciones del proceso para la estandarización de actividades de mantenimiento.....	137
33	Diagrama de operaciones del proceso para el control eficiente de ordenes de servicio y reportes de ejecución de trabajos.....	143
34	Ficha técnica basada en horas de trabajo.....	145
35	Formato de control de mantenimiento predictivo.....	149
36	Señales de advertencia.....	163
37	Señales de prohibición.....	164
38	Señales de obligación.....	165
39	Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios..	165
40	Señales de salvamento o socorro.....	166
41	Registro anual de lesiones y enfermedades.....	179

42	Evaluación y revisión de eficiencia de la seguridad e higiene en el trabajo.....	180
35	Clases de incendio.....	190
36	Agentes extintores.....	190

Tablas

I	Tipos de mantenimiento.....	37
II	Tiempos promedio para ejecución de servicios de Mantenimiento en base a capacidad del equipo.....	38
III	Stock de materiales al inicio del trimestre.....	68
IV	Tipo de mantenimiento en base a capacidad de motogeneradores.....	82
V	Stock mínimo de filtros de aire.....	127
VI	Stock mínimo de filtros de aceite.....	128
VII	Stock mínimo de filtros de combustible.....	128
VIII	Stock mínimo de fajas.....	129
IX	Stock mínimo de aceite 15w40.....	130
X	Stock mínimo de baterías.....	130
XI	Tiempo necesario para realizar un servicio de Mantenimiento.....	138
XII	Listado de mantenimientos bimensuales.....	139
XIII	Frecuencia de mantenimientos anuales.....	140
XIV	Programación mensual de personal técnico en base a mantenimientos.....	141
XV	Costo anual de implementación de mantenimiento.....	152
XVI	Nivel de absorción de ruido en dB por los diferentes tipos	

de protectores para el oído.....	160
XVII Combinación de colores.....	162
XVIII Costos de implementación del equipo de seguridad industrial.....	175
XIX Cronograma de capacitaciones.....	177
XX Clasificación de incendios y tipos de extintores.....	189
XXI Valores de exposición al ruido en dB en relación con el tiempo.....	192
XXII Clasificación del ruido.....	193

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolos	Significado
&	Y
Kms	Kilómetros
Hrs	Horas
Min	Minutos
Kva	Kilovoltio amperio
Kw	Kilowatt
°F	Grados Fahrenheit
°C	Grados Centígrados
Hz	Hertz
CA	Corriente alterna
CC	Corriente continua
mm	Milímetro
MOD	Mano de obra directa
MOI	Mano de obra indirecta
R.p.m.	Revoluciones por minuto
P _R	Política de reorden
P _{SM}	Política de stock mínimo
S _{Min}	Stock mínimo
LTC	Línea teórica de consumo
NR	Nivel de reorden
Qop pedido	Cantidad óptima de pedido
Q	Quetzales de Guatemala
Ma	Mili ampere

GLOSARIO

Abrazadera	Cincho de metal u otro material con que se asegura algo ciñéndolo.
Alternador	Generador de electricidad que transforma la energía mecánica de rotación en energía eléctrica de corriente directa.
Avería	Daño que sufre cualquier pieza sometida a trabajo.
Batería	Parte del sistema eléctrico, que actúa como almacén de energía eléctrica en forma de energía potencial química.
Bujía	Dispositivo provisto de dos electrodos muy próximos, fijados sobre un cuerpo aislante, encargado de producir la chispa en el interior del cilindro.
Carburador	Dispositivo en el que el combustible es pulverizado y mezclado con el aire. La diferencia de presión que cruza el pistón, causada por la velocidad de la película a través de la boquilla (obturador), regula el flujo de combustible por medio de una válvula de aguja adosada al pistón. La demanda variable hacia el motor se obtiene variando el flujo de dentro del motor por medio de una válvula de mariposa.

Combustión	Combinación de un combustible, con el oxígeno del aire cuya reacción química de quemado produce una energía calorífica en los cilindros la cual es transformada en energía mecánica.
Compresión	Acción y efecto de reducir un determinado volumen de aire admitido dentro de los cilindros de un motor en un volumen más pequeño.
Corrosión	Deterioro que sufren los materiales debido a condiciones del medio ambiente y contactos con materiales de distintas fuerzas electro motrices (fem).
Cigüeñal	El eje principal de un motor u otra máquina, que lleva una manivela o manivelas para el enganche de las bielas por medio del muñón del cigüeñal.
Cilindro	Tubo dentro del cual se mueve el émbolo o pistón de un motor de combustión interna.
Filtro	Cuerpo poroso o aparato a través de los cuales se hace pasar un líquido o un gas para eliminar las partículas sólidas en suspensión.
Gobernador	Mecanismo automático que sirve para controlar la velocidad de los motores Diesel en función de la carga.

Índice de viscosidad	El índice de viscosidad (IV) es una medida empírica del cambio de viscosidad del aceite a causa de la temperatura. A mayor valor del índice de viscosidad, será menor el cambio en la viscosidad del aceite debido a la temperatura.
Inyección	Acción y efecto de introducir el combustible atomizado y a alta presión dentro de los cilindros del motor.
Multímetro	Aparato de medición que tiene la particularidad de poder medir varias y diferentes magnitudes.
Radiador	Serie de tubos por los que corre el agua que refrigera los cilindros en los motores de combustión interna.
Regulador	Mecanismo que sirve para regular la entrega de combustible en el motor Diesel, dependiendo del tipo de carga o esfuerzo que esté haciendo éste.
Termostato	Dispositivo que sirve para regular la temperatura del agua de enfriamiento de un motor.
Viscosidad	Propiedad que tiene un aceite de resistir un flujo o los esfuerzos de corte.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene el diseño del manual mantenimiento para motogeneradores de energía eléctrica, estandarizando este mantenimiento acorde a capacidades de los mismos. Para producir la energía eléctrica es necesario que el rendimiento del motor como del generador sea efectivo.

El manual de mantenimiento es necesario, ante la constante búsqueda de aumentar la disponibilidad y productividad del equipo, minimizando el tiempo perdido, reduciendo los costos de reparación del mismo. Dicho programa incluye operaciones de visitas a clientes, lubricación, engrase, limpieza, ajustes periódicos, fichas de control, formatos de registro y reporte de información, necesarios para asegurar el funcionamiento eficiente del equipo. No descartando el peligro o riesgo que se tiene en la operación para brindar un mantenimiento o cualquier otra tarea dentro o fuera de la empresa. Además se diseñó un manual de seguridad e higiene industrial, el cual presenta los efectos que conllevan a la salud el no usar medidas preventivas, las cuales sirven para eliminar o minimizar esos efectos con el objeto de dar seguridad e higiene al personal.

Se determinó que, con la implementación del manual de mantenimiento se brindará un mejor servicio y soporte técnico a los clientes, ya que se han estandarizado las tareas llevando un seguimiento para la realización de las mismas. También se prevendrán y reducirán cualquier tipo de accidente que exponga la integridad física de los trabajadores de la empresa.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar el manual de mantenimiento preventivo de motogeneradores de energía eléctrica de distintas capacidades para mejorar los procedimientos de operación y administrativos de la empresa.

ESPECÍFICOS

1. Implementar nuevas formas de mantener un equipo de motogeneración en óptimas condiciones.
2. Brindar soporte técnico a los clientes con rapidez, eficiencia y al menor costo.
3. Elaborar formas de registrar y llevar el record de mantenimiento de cada cliente.
4. Aumentar la productividad y confiabilidad de los equipos, así como de la empresa realizando diagnósticos continuos que puedan preveer la necesidad de una reparación futura.
5. Capacitar al personal técnico, haciendo que se cumpla el perfil del puesto, para el funcionamiento eficiente del manual de mantenimiento preventivo.

6. Crear normas para la utilización de equipo de protección personal.
7. Disminuir los posibles riesgos y accidentes estando en la realización del mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

La tecnología y la destrucción del medio ambiente avanzan a pasos agigantados. Guatemala padece de dificultades económicas, tecnológicas y sociales que deben ser superadas, mediante enfoques vanguardistas y progresistas para beneficio y mantenimiento de nuestras empresas. Es por esto que, es necesario crear planes de mantenimiento cada vez más tecnicados y funcionales para crecimiento empresarial.

El presente estudio es el resultado de la relación del ejercicio profesional supervisado (E.P.S.), con esta empresa especialmente en el área de mecánica, en la cuál se observó la manera en que se desarrollan actualmente las labores productivas. No se pretende darle solución a todos los posibles problemas de la empresa en su conjunto, ya que es muy diversa, solo se realiza el análisis específicamente al área de mecánica. El diseño del manual de mantenimiento preventivo está dirigido a la correcta administración de actividades que se desarrollan para dar servicio de mantenimiento a los equipos de motogeneración.

El capítulo uno, proporciona generalidades de la empresa, información de la evolución histórica, y la distribución actual del personal que labora para la misma. El capítulo dos detalla definiciones y generalidades de mantenimiento, de motores, generadores, y seguridad e higiene industrial.

El capítulo tres muestra la situación actual de la ejecución de las tareas en el área del servicio de mantenimiento: partes del motor, del generador, los chequeos que actualmente se realizan, los insumos que se tienen para realizar el mismo, así como las condiciones actuales de seguridad e higiene en el trabajo.

El capítulo cuatro define la forma propuesta para programar, y ejecutar el mantenimiento, así como estandarizar las actividades a revisar o reemplazar en su caso. Esta forma es en la que se optimiza el tiempo y se reducen costos teniendo el stock mínimo para realizar los mantenimientos. En este capítulo se muestran nuevos formatos de órdenes de servicio y fichas de control para reportar y registrar el historial de mantenimiento de los diversos motogeneradores que atiende la empresa. Además muestra las ventajas que brinda el mantenimiento predictivo hacia los equipos de motogeneración.

El capítulo cinco detalla la propuesta que se tiene para reducir riesgos y accidentes en el trabajo, creando normas con las que se puede empezar a combatir los malos hábitos que se tienen en el ámbito laboral.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones basadas en el contenido del trabajo. La importancia de la implementación del manual de mantenimiento preventivo, organizará de mejor manera las actividades de mantenimiento para los equipos.

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes de la empresa Equipos y Servicios Electromecánicos de Guatemala “EQUISEGUA”

Equipos y servicios electromecánicos de Guatemala fue fundada el 29 de agosto de 1,984 como una empresa individual y en mayo de 1,994 se convierte en una sociedad anónima, con la finalidad de prestar servicios de ingeniería eléctrica y mecánica industrial, teniendo proyectos como diseño y elaboración de empacadoras de frutas y verduras para exportación, mantenimiento en equipos de procesadoras de hierro, plásticos, fabricantes de neumáticos, envasadoras de refresco, etc. Actualmente presta servicios en el área de aire acondicionado, mecánica de motogeneradores, electricidad industrial, y agua pura (instalación de sistemas purificadores).

1.2 Ubicación de la planta

Equipos y servicios electromecánicos de Guatemala, S.A. (EQUISEGUA), está ubicada en calzada Aguilar Batres 38-48, zona 11, Ciudad Capital.

1.3 Visión ¹

La visión de la empresa es proporcionar servicios integrales en el área de ingeniería eléctrica, electromecánica, mecánica diesel, suministros de equipos, con alta calidad, eficacia, rapidez.

1.4 Misión ²

La misión es proporcionar al mercado servicios de ingeniería según las necesidades de cada cliente, brindándoles asesoría, soporte, calidad y garantía.

Ser una fuente de trabajo segura que produzca rentabilidad para crecimiento, desarrollo de la empresa, colaboradores y proveedores.

1.5 Actividad principal

EQUISEGUA realiza una gama variada de actividades, que a continuación se describen.

- Suministro de equipos (aire acondicionado, plantas eléctricas, agua pura) de diferentes modelos y capacidades que existen en el mercado nacional e internacional.
- Instalación y montaje de equipos en las áreas de electricidad y automatización, aire acondicionado, mecánica diesel, electromecánica, agua pura.
- Servicio de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos de moto generación, aire acondicionado, electromecánica, agua pura, yates.

1.6 Estructura organizacional

La empresa posee la estructura que se presenta en la figura 1, página 5. En ella se muestran las relaciones de dependencia, la jerarquía de los diferentes mandos en cada puesto. Puede variar dependiendo del crecimiento o decrecimiento de la misma.

A continuación se mencionan las funciones de las áreas en el área administrativa:

a. Gerencia General: está a cargo de todo tipo de operación dentro de la empresa, es la que se encarga de tomar la primera o última decisión para cualquier trabajo que se ejecute, tiene manejo de todas las áreas técnicas que en la empresa se desarrollan. El grado de autoridad es y deberá ser sumamente alto, ya que es donde se lleva todo el peso de la organización. Supervisa el trabajo de la gerencia y subgerencia de operaciones así como la jefatura de servicios.

b. Gerencia de Operaciones: esta gerencia es la encargada de programar, organizar y efectuar todos los trabajos u operaciones en la empresa, esta gerencia supervisa el trabajo que se está realizando dentro y fuera de la empresa, tiene contacto directo con el cliente, con el personal técnico y administrativo. Aquí se concentra el mayor conocimiento en el área técnica pues es está mas en contacto directo con el trabajo de campo. Maneja al personal técnico y lo hace de forma particular, ya que no debe de perder la autoridad y tampoco debe estar en conflicto con ellos. Supervisa el trabajo de la subgerencia de operaciones y de la jefatura de servicios.

c. Sub gerencia de operaciones: por la diversidad de trabajos que se ejecutan, es necesario supervisar varios proyectos a la vez, es por eso es que la gerencia de operaciones debe tener ayuda en el área técnica, brindándola la subgerencia de operaciones.

d. Jefatura de servicios: su función es brindar soporte a los clientes, recabando información y evaluando como se les está brindando el servicio actual a los mismos. Esta jefatura se encarga de la facturación de los trabajos efectuados, y de que no falte ningún suministro en almacén para realizar las operaciones, tiene a cargo caja y almacén. Generalmente es quien sustituye al gerente y sub gerente de operaciones cuando están fuera de la empresa.

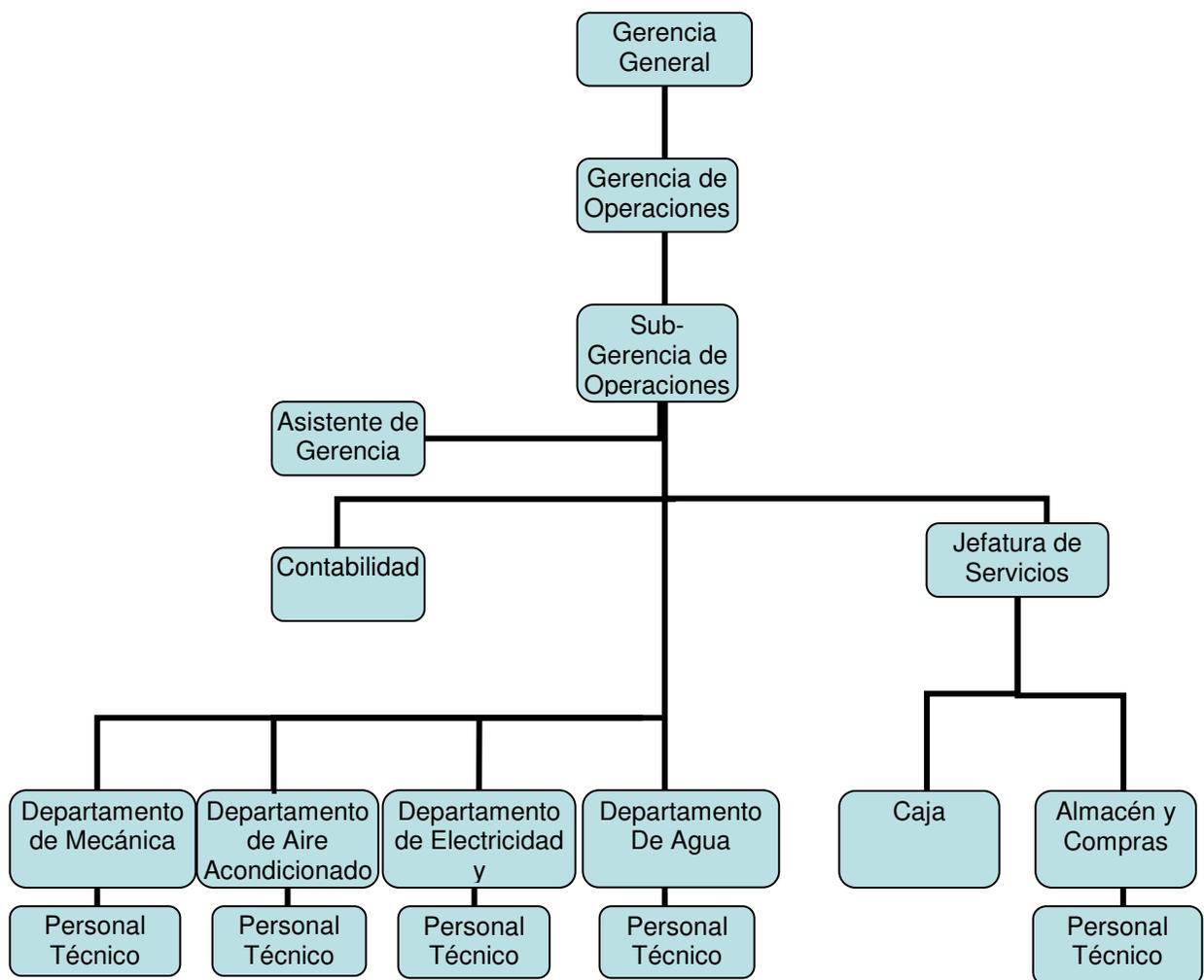
e. Contabilidad: se encarga de llevar a cabo la ejecución de planillas, manejo del flujo de efectivo de la empresa, declaraciones contables, préstamos al personal, y cualquier tipo de trámite contable necesario para llevar un mejor control financiero. Todo trabajo que se ejecuta se registra en un sistema de cómputo en el cual se detallan y guardan todos los movimientos de efectivo, materiales y costos de los mismos.

f. Asistente de gerencia: lleva todos los registros de trabajos que se han ejecutado, se encarga de programar cobros y pagos con clientes y proveedores, cumple también la función de recepcionista, elabora cualquier tipo de documento escrito que necesiten los gerentes.

g. Caja: se encarga de brindar y liquidar viáticos al personal técnico cuando estos salen de ruta, o trabajan fuera de la empresa, registra en el sistema de cómputo todo tipo de facturas, realiza la facturación de los trabajos que la empresa ejecuta.

h. Almacén y compras: brinda al personal técnico, todo tipo de material y herramienta que se encuentra en el almacén o bodega llevando un estricto control de los movimientos que se ejecutan como lo son entradas y salidas de material. También realiza cotizaciones y compras de materiales que se necesiten para la ejecución de una tarea.

Figura 1. Organigrama actual de “EQUISEGUA”



A continuación se mencionan las funciones de cada departamento del área técnica:

1.6.1 Departamento de mecánica

Sus funciones son:

- Elaborar e implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo de motogeneradores.
- Brindar servicio de mantenimiento o reparación emergente, lo que implica estar disponible las 24 hrs. los 365 días del año.
- Servicios de mecánica diesel industrial, el servicio incluye la reparación o mantenimiento de cualquier equipo en la industria que sea accionado por medio de un motor de combustión interna.
- Reparación de motogeneradores marinos.

1.6.2 Departamento de aire acondicionado

Sus funciones son:

- Elaborar e implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos de acondicionamiento el aire.
- Brindar servicio de mantenimiento o reparación emergente, lo que implica estar disponible las 24 hrs. los 365 días del año.
- Montaje de equipos de aire acondicionado.
 - Expansión directa hasta 20 toneladas
 - Sistemas centrales de agua helada y Water Source
 - Equipos de refrigeración
 - Cuartos fríos
- Diseño y fabricación de ductos y aislamientos.
- Reparación de sistemas de aire acondicionado y refrigeración en yates marinos.

1.6.3 Departamento de electricidad y automatización

Sus funciones son:

- Elaboración e implementación de programas de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Mantenimiento emergente, implica estar disponible las 24 hrs. Los 365 días del año.
- Reparación de sistemas de abordó, controles, electricidad, trabajos en fibra de vidrio y pintura en yates marinos.

- Montaje e instalación de sistemas de motogeneración.
- Reparación de generadores y accesorios.
- Montajes eléctricos industriales, sistemas de iluminación, acometidas, transformadores, etc.
- Instalaciones eléctricas en baja y alta tensión.
- Programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

1.6.4 Departamento de agua

Sus funciones son:

- Instalación de filtros purificadores de agua.
- Mantenimiento preventivo y correctivo en filtros y sistemas de purificación de agua.
- Montaje e instalación de suavizadores de agua.

1.6.5 Fuerza laboral

EQUISEGUA actualmente cuenta con un total de veinticuatro personas divididas en dos grupos:

Las primeras ocho personas se conforman por el gerente general, gerente de operaciones, subgerente de operaciones, jefe de servicios, contador general, asistente de gerencia, caja y almacén-compras. Las otras dieciséis están conformadas por tres personas en el área de mecánica, siete en aire acondicionado, cuatro en electricidad y automatización y dos en el departamento de agua.

El personal administrativo labora de lunes a viernes con horario diurno de ocho de la mañana a seis de la tarde con una hora de almuerzo y quince minutos de refacción por la mañana. De aquí se deben omitir a los gerentes y jefe de servicios, que generalmente laboran los días sábados. El personal técnico tiene el mismo horario que el personal administrativo, con la diferencia de ellos deben de cumplir otras normas, como las de trabajar de horas extra en jornada nocturna, fines de semana o días de feriado dependiendo del tipo de trabajo o proyecto que se esté ejecutando, así como cumplir trabajos de emergencia. Todo este trabajo adicional cuenta como horas extra, siendo pagadas conforme a la Ley.

La empresa cuenta con todas las prestaciones necesarias conforme a la Ley de Trabajo, como seguridad social, irtra, vacaciones, pago de horas extra, así como también préstamos a empleados que es una forma de incentivo por parte de la misma.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Conceptos generales de mantenimiento

El mantenimiento es toda serie de controles, que deben tenerse sobre los equipos, a fin de establecer su estado sin desarmar mucho ciertas piezas o elementos de máquina ni incurrir en grandes gastos, haciendo reparaciones innecesarias en los equipos para prolongar al máximo su período de funcionamiento. Mantenimiento en general es conservar y garantizar el servicio que los equipos brindan. Mantenimiento es también el conjunto de operaciones que tiene como objetivo, asegurar un máximo de eficiencia de lo equipos, con la menor cantidad de paros empleados en la ejecución de reparaciones.

2.1.1 Definición de mantenimiento ³

Se entiende por mantenimiento, a toda serie de actividades que deben realizarse con el fin conservar en óptimas condiciones los elementos físicos de una empresa (maquinaria, equipo, instalaciones, etc.), para operar en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente, económico, especialmente para mantener el servicio que prestan y para el cual han sido creados.

2.1.2 Importancia del mantenimiento

Los trabajos de mantenimiento exigen calidad, y sobre todo la aplicación de un criterio económico profundo. Existen ocasiones en las cuales es necesario realizar reparaciones de emergencia, pero estas deben ser de alta

calidad, a fin de programar posteriormente una reparación completa, pues de otra manera quizá se afectaría demasiado el servicio de la unidad, estas circunstancias deben ser supervisadas por una persona de mantenimiento que domine a la perfección estos conceptos.

En el mantenimiento, existen dos objetivos fundamentales: el primero y el más importante es conservar el servicio que prestan maquinaria, equipo e instalaciones, y el segundo la conservación y cuidado de los elementos mismos. Para que estos objetivos se cumplan, deben combinarse los factores siguientes:

- a. Calidad económica del servicio.
- b. Duración adecuada del equipo.
- c. Minimización de los costos de mantenimiento.

Es importante conocer y determinar de que no se trata solamente de mantener, conservar y prevenir fallas, aumentando la vida útil de los equipos, si no que estos garanticen un retorno de las inversiones.

2.2 Tipos de mantenimiento

El mantenimiento se puede clasificar en la siguiente forma:

a. Mantenimiento de avería

En general, el mantenimiento de avería figura cuando una falla se presenta, ocasionando un paro en la producción o actividad que ejecuta un equipo, haciendo necesaria una reparación de emergencia. La avería se

presenta y a partir de ese momento se planifican actividades que incluyen materiales, repuestos, mano de obra disponible, etc., para su corrección. Este tipo de mantenimiento es conocido también como reparación de averías, este tipo de mantenimiento tiene un costo alto, debido a su falta de planeación y programación, pues ante el paro de una determinada maquina, inician los gastos de equipo varado, mano de obra parada, siendo su expresión mas representativa el retraso de la ejecución de la actividad o proyecto para la cual está diseñado.

b. Mantenimiento preventivo

Es la conservación planeada, teniendo como función conocer sistemáticamente el estado de equipos, máquinas e instalaciones para programar en los momentos más oportunos y de menos impacto en la producción las acciones que tratarán de eliminar las averías que originan las interrupciones. Su finalidad es reducir al mínimo las mismas y una depreciación excesiva del equipo. El mantenimiento preventivo es un instrumento de reducción de costos, el cual permite ahorrar a las empresas recursos en conservación y operación siempre y cuando sea bien dirigido.

Una de las principales herramientas del mantenimiento preventivo son los programas, los cuales representan una serie de rutinas bien definidas y establecidas, pudiendo con ellos reducir considerablemente los costos y averías no programadas; sus funciones principales son: efectuar constantes pruebas y verificaciones en la maquinaria desde el punto de vista del operador; efectuar excepcionalmente pruebas y verificaciones sobre alguna parte de la maquinaria cuando existan sospechas de falla; efectuar excepcionalmente pruebas y verificaciones sobre el comportamiento de la maquinaria, para comprobar que está trabajando aún en situaciones de tolerancia.

Un programa de mantenimiento preventivo, es la acción de mantener en buen estado el equipo, se realiza a través de las visitas, revisiones, lubricación periódica y limpieza.

- **Visitas o inspección:** se define como la verificación periódica en equipos, máquinas e instalaciones para comprobar su estado, lo cual permite seguir la evolución de anomalías aparecidas para corregirlas, antes de que llegue a producirse la falla en las mismas.

Las inspecciones deberán ejecutarse con una frecuencia que permita satisfacer las necesidades de información al Departamento de Mantenimiento, tomando en cuenta entre otros los siguientes factores: edad de la planta, el tipo de equipo, el ambiente, tipos de operación y otros que el departamento de mantenimiento considere necesarios. Además, deberá buscarse el equilibrio entre la inspección excesiva que produce gasto innecesario y puede provocar mayor tiempo ocioso de producción que un paro de emergencia y la subinspección que produce más paros y mayores reemplazos anticipados; éstos con el propósito de obtener ahorros óptimos. Las inspecciones se pueden realizar de dos maneras: con el equipo en marcha y con el equipo detenido, según se requiera y presentan las siguientes características:

- Se realizan en el lugar de trabajo para comprobar si el equipo funciona óptimamente.
- Son rápidas (se programarán considerando el tipo de equipo con tiempo máximo aproximado admisible).
- No se deben desarmar órganos complejos; sin embargo, si se considera necesario pueden desmontarse partes de equipos, con el

objeto de que la inspección refleje el estado real del mismo, tratando de no exceder en lo posible el tiempo establecido previamente.

- Realizar reparaciones pequeñas que no provoquen un paro excesivo del equipo que pueda afectar la producción. En lo posible, las visitas o inspecciones se realizan sin detener la producción en los equipos e instalaciones.
- **Revisión:** son intervenciones que se realizan en máquinas e instalaciones para detectar o confirmar las anomalías localizadas durante la inspección, con el fin de repararlas y dejarlas en condiciones de funcionamiento, y evitar con ello que se lleguen a producir fallas y a la vez paros imprevistos. Las revisiones presentan las siguientes características:
 - Se desmontan las partes de las máquinas o equipos, con el fin de reparar las anomalías detectadas en la inspección previa.
 - Reparar las anomalías descritas en la inspección y las que se encuentren durante la revisión.
 - Reemplazar piezas o elementos, que por su función, están sujetos a desgaste rápido de acuerdo con un programa que se establece previamente.
 - Se deberán preparar previamente con el objeto de disponer el equipo y herramienta que será necesario utilizar durante la reparación, analizando y programando a la vez la secuencia de actividades que se debe realizar.

- Para realizar las revisiones, se deberá contar con personal previamente capacitado para lograr la eficiencia necesaria de esta actividad.

Las revisiones se deben planificar y programar, de manera que puedan evitar problemas a la producción en general de la empresa.

- **Lubricación:** se denomina, de esta manera, a la modificación de las características de fricción, la reducción de los daños y desgaste en la superficie de dos sólidos que se mueven en relación entre si; mediante la utilización de un lubricante definido como el elemento o material que se introduce entre las dos partes sólidas.

Los lubricantes se fabrican y modifican a fin de que tengan ciertas características específicas, que se pueden definir en términos de propiedades físicas o químicas también por su acción y rendimiento. Dentro de las propiedades físicas están: la viscosidad, densidad, punto de fluencia, densidad específica, inflamación e ignición, separación en las emulsiones, olor color. Entre las propiedades químicas las importantes se puede mencionar la oxidación, corrosión, acidez, aceitosidad, cenizas, etc.

Los lubricantes mayormente utilizados son los aceites y grasa que tienen como funciones principales, lubricar los puntos de contacto y componentes rotatorios y deslizables, permitir el enfriamiento, evitar la herrumbre de las superficies altamente pulidas, evitar ralladuras y desgaste, servir como sello contra la humedad y la mugre. La selección de usar grasa u aceite como lubricante para un caso en particular se hace con base en las siguientes condiciones:

- Temperatura.
- Velocidad.
- Carga.
- Método de aplicación.
- Sellado.
- Tipo de servicio.

Es importante mencionar que es común que muchos aceites se refuercen o modifiquen mediante la utilización de aditivos, que por lo general, son compuestos químicos que mejorarán alguna propiedad inherente o impartirán características nuevas. Los aditivos de lubricantes existen en dos tipos: los que afectan una característica física y los que modifican una característica química; para su uso se deben evaluar las consideraciones citadas en el párrafo anterior.

- **Limpieza:** se consideran, dentro de esta actividad, las siguientes operaciones: limpieza de máquinas, instalaciones, conservación de la instalación, señalización y acondicionamiento cromático, en el cual se delimitan zonas de tránsito y se identifican los conductos o tuberías con sus respectivos colores, de acuerdo con el fluido que transportan, prevención contra la corrosión de superficies metálicas susceptibles a este fenómeno.

c. Mantenimiento correctivo

Es parecido al de avería, se diferencia en que el de avería se encarga solamente de reparar el daño o sustituir la pieza que ocasionó el desperfecto por otra similar. En tanto que el mantenimiento correctivo, se encarga no solo de sustituir la pieza que ocasiono el desperfecto, sino además identifica las causas que originaron la falla de la pieza, evaluando si es necesario reemplazarla por otra que se ajuste a las exigencias del ritmo de trabajo o condiciones de operación de la unidad. El mantenimiento correctivo y de avería son los que ocasionan los mayores costos de operación dentro de una empresa.

Tienen dos funciones perfectamente definidas que son:

- Corregir aquellas averías o anomalías sistemáticas que se presentan en equipos, máquinas o instalaciones, llegando incluso al cambio de material o de diseño con el objeto de suprimirlas o, por lo menos, de alejar lo máximo posible su aparición en el tiempo.
- Re acondicionamiento de equipos, máquinas o instalaciones que por su uso ya se encuentran en condiciones que hacen difícil conseguir marcha correcta o mantener una calidad de fabricación que exige producción.

Ante estas funciones de mantenimiento, en algunas empresas suelen asignar funciones auxiliares o complementarias que son extremadamente variadas de una a otra. Lo mismo puede decirse de las responsabilidades asignadas al servicio del mantenimiento y dependerán fundamentalmente de la carga de trabajo específico que este tenga.

d. Mantenimiento predictivo

Su función es deducir cuándo y en dónde ocurrirá una falla. Este mantenimiento se maneja bajo la filosofía de entrar en acción antes de que se presente falla alguna en la maquinaria y equipo, con la diferencia, con relación al mantenimiento preventivo, que se detecta la falla, se monitorea la progresión de la misma, estableciéndose las reparaciones necesarias en ella en un tiempo menor al especificado en las rutas de mantenimiento preventivo, antes aún de que ocurra un paro total del equipo analizado.

e. Mantenimiento proactivo

Al igual que el mantenimiento anterior, se monitorea la falla y se anticipa a la misma, sin tener intervalos rígidos, con la salvedad que se corrige el diseño para evitar definitivamente que la falla se presente posteriormente.

2.3 Costo de mantenimiento

Para el administrador, el objetivo del mantenimiento es la conservación, ante todo, del servicio que están suministrando las máquinas, equipos, instalaciones. Este es el punto esencial y no como erróneamente se ha creído, que el mantenimiento está obligado a la conservación de los elementos. El servicio es lo importante y no la maquinaria que lo proporciona. Por tal motivo se deben equilibrar, en las labores de mantenimiento, los factores esenciales siguientes:

1. Calidad económica el servicio.
2. Duración adecuada el equipo.

3. Costos mínimos de mantenimiento.

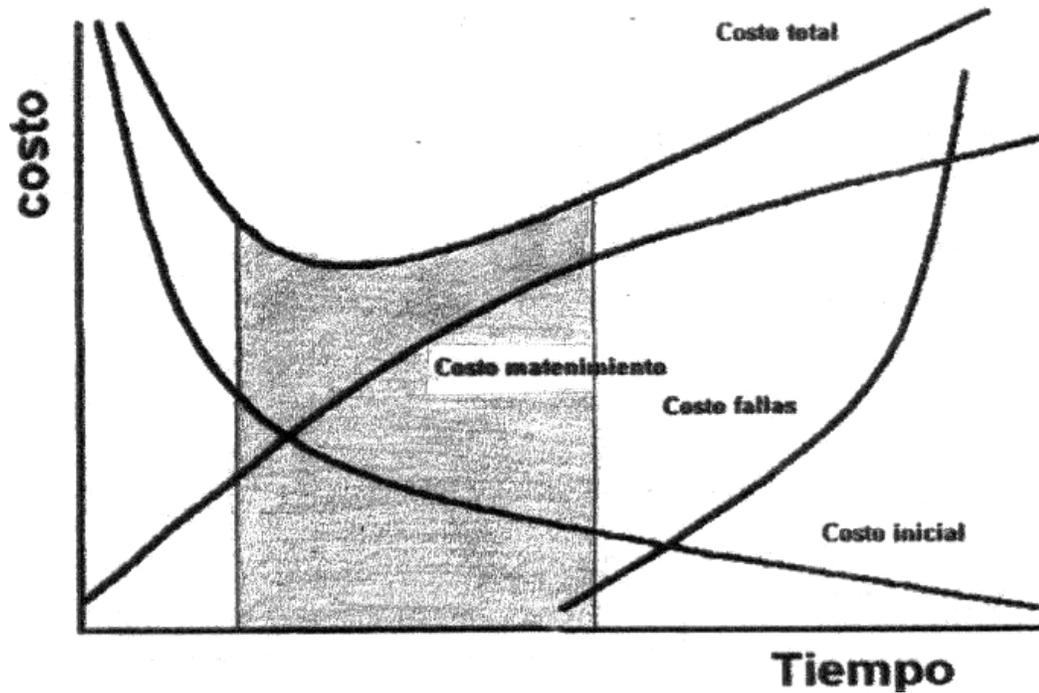
Desde del punto de vista de costo, estos tres factores dan a conocer que existe un costo total de servicio el cual resulta de:

1. Costo inicial del equipo, maquina o instalación considerando su depreciación.
2. Costo de mantenimiento considerando su incremento.
3. Costo de falta de servicio.

La adquisición de equipos, máquinas o instalaciones nuevas acarrea costos elevados, sobre todo que inicialmente su depreciación es acelerada, aunque esto se compensa por ser los costos de mantenimiento bajos, pues la expectativa de falla es menor. Conforme se avejenta el equipo, sus componentes se desgastan, aumentando la frecuencia de falla y como consecuencia, los gastos de mantenimiento son mayores. Un aumento de la frecuencia de falta de servicio por fallas, causa pérdidas en el ingreso que origina la prestación del mismo, de tal manera que el costo total aumenta tanto que hace prohibido el uso del equipo.

En la curva del costo total de la figura 2, página 21, se nota que hay una zona sombreada donde el valor de dicha curva es mínima en función del tiempo, siendo uno de los objetivos del mantenimiento que este sea lo mas largo posible, dentro de las naturales limitaciones (obtención de repuestos principalmente). Pero cuando el costo total rebasa esta zona, la reposición del equipo es obligada.

Figura 2. Gráfica de análisis de costos



Fuente: Sistema de mantenimiento, planeación y control, Duffua Raouf Dixon.

2.4 Funcionamiento de motores utilizados para generación de energía

De acuerdo con la física, la energía es el impulso o la fuerza necesaria para hacer un trabajo. Existen muchas fuentes de energía en la naturaleza: el petróleo, el gas, el viento, el carbón, los movimientos del mar, las caídas de agua de los ríos o quebradas, el calor (el cual se emplea para producir vapor), y la energía nuclear. Para efectos de este trabajo la energía que se obtiene es a base de derivados de petróleo que son el diesel y la gasolina.

La **generación de electricidad**, en términos generales, consiste en transformar alguna clase de energía, no eléctrica, sea esta química, mecánica, térmica, luminosa, etc., en energía eléctrica.

Para producir energía eléctrica se utiliza un mecanismo denominado motogenerador, (también llamado planta eléctrica); su nombre se debe a que es la composición de un motor de combustión interna acoplado a un generador eléctrico. A continuación se describe de forma mas detallada el funcionamiento de cada uno de estos componentes.

a. Motor de combustión interna

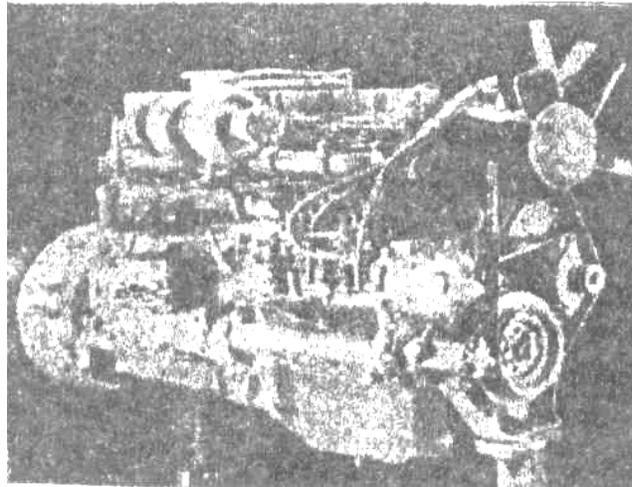
Un motor de combustión interna es cualquier tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión, la parte principal de un motor. Se utilizan motores de combustión interna de cuatro tipos: el motor cíclico Otto, el motor diesel, el motor rotatorio y la turbina de combustión.

En los motores de combustión interna, el combustible es quemado dentro de un recipiente, llamado cámara de combustión, por el cual se desplaza un émbolo o pistón, y delimitado por las paredes del cilindro. El pistón está unido a una biela, y ésta hace palanca sobre el cigüeñal, un eje acodado que convierte el movimiento lineal de vaivén del pistón en un movimiento de rotación continuo que será el que hará girar el rotor del generador.

La cámara de combustión está cerrada por arriba por la culata, que es algo así como la tapa de una olla a presión. La cámara, además dispone de al menos dos orificios: uno por el que entran comburente (aire) y combustible mezclado y otro por el que salen los gases residuales resultantes de la

combustión. Ambos orificios, denominados lumbreras y que suelen ubicarse en la culata, son tapados y destapados alternativamente por las válvulas, que son las responsables de hacer que funcione la cámara de combustión y permitir el paso de la mezcla o los gases de escape. La diferencia esencial entre los motores exotérmicos y los de combustión interna es, pues, que en los primeros el residuo de la combustión (gases quemados) es el responsable directo del movimiento, mientras que en los segundos la combustión produce la energía que se transmite a otros mecanismos que son a su vez los encargados de aportar movimiento.

Figura 3. Motor diesel de alta velocidad moderno. Cortesía de Mack Trucks Inc.



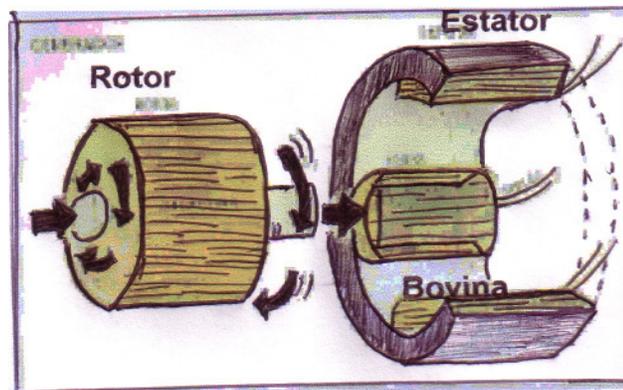
Fuente: Lubricación “El Motor Diesel de Alta Velocidad en Vehículos Comerciales”,
Norbert A. Nann

b. Generador eléctrico

El generador eléctrico consta de un rotor o electroimán en movimiento, encargado de producir un campo magnético y un estator o parte estática, donde se encuentra la bobina, en la que se induce o genera una corriente eléctrica.

Para poner en movimiento el rotor es necesario impulsarlo por medio de un dispositivo especial acoplado a su eje. Este dispositivo a su vez es puesto en movimiento de diversas maneras como por ejemplo las caídas de agua, por medio del vapor o por medio de la fuerza del eje del cigüeñal de un motor de combustión interna.

Figura 4. Partes del generador eléctrico



Fuente: www.isa.com

2.5 Transferencia

Este es un accesorio que puede ser opcional en un motogenerador en muchos casos es necesario por cuestiones de seguridad, necesidad o comodidad. La transferencia es un interruptor el cual deja pasar la corriente producida por el motogenerador hacia donde va a ser utilizada, también acciona el encendido del generador cuando ésta es automática. Existen dos tipos de transferencia la manual y la automática.

2.5.1 Manual

En la transferencia manual como su nombre lo dice, es un interruptor manual que activa o desactiva la corriente de energía hacia donde va a ser empleada. El uso puede ser variable ya que existen lugares en donde no puede faltar la energía eléctrica, y cuando usan una transferencia manual generalmente utilizan un dispositivo denominado UPS el cual almacena energía por un corto período de tiempo lo cual permite, que, cuando se va la fuente normal de poder, este avisa, y por consiguiente da el tiempo necesario para encender el motogenerador, luego de esto se procede a utilizar la transferencia manual. Al volver la fuente de poder normal el mismo UPS avisa, y permite que el motogenerador no trabaje más de lo debido.

2.5.2 Automática

La transferencia automática es una serie de dispositivos y accesorios los cuales determinan cuando una fuente de poder es aceptable, ha fallado o restaurado. Una fuente de poder es aceptable cuando el voltaje y/o frecuencia en todas las fases suben niveles prefijados anteriormente. Una falla de poder ocurre cuando el voltaje y/o frecuencia en una o más fases caen por debajo de los niveles preestablecidos. Una fuente de poder se restablece cuando ésta se encuentra aceptable después de una falla.

Cuando la fuente de poder normal tiene fallas, la transferencia activa de forma automática el encendido del motogenerador y por consiguiente bloquea el paso de la fuente de poder normal y activa la fuente de poder producida por el motogenerador.

Cuando la fuente de poder normal regresa o esta libre de fallas, la transferencia bloquea la energía producida por el motogenerador, activa el paso de la fuente de poder normal, y posteriormente apaga el motogenerador.

2.6 Seguridad e higiene en el trabajo

La seguridad e higiene en el trabajo es de primordial importancia dentro de cualquier proceso industrial, el fin es minimizar al máximo la ocurrencia de accidentes.

De acuerdo a hechos y estadísticas, es evidente que históricamente y aun hoy la mayoría de los programas de prevención de accidentes eran y son orientados hacia la prevención de lesiones, lo que está primordialmente relacionado con el ser humano. La seguridad e higiene en el trabajo debe ser siempre la preocupación primordial, los records muestran que si no se controlan todos los accidentes, el número de lesiones personales continuará aumentando y se estará ignorando pérdidas mucho mas costosas.

2.6.1 Seguridad industrial

Es la serie de experiencias y conocimientos que involucran las causas y consecuencias de los accidentes, así como los principios necesarios para prevenirlos y así resguardar la vida humana y los bienes materiales de la empresa.

La seguridad en cualquier empresa, debe ser responsabilidad compartida entre ella y los trabajadores, la seguridad debe ser obligación de todos para beneficio de todos. Para lograr que un sistema de seguridad sea funcional es necesario crear un sistema de trabajo que involucre el apoyo incondicional,

desde la gerencia hasta los puestos de trabajo más bajos de la empresa, entre los planes y proyectos que se propongan.

La seguridad total se traduce en estándares de operación libre de errores, que se logra a través de:

- El correcto comportamiento humano.
- Capacitación y entrenamiento.
- Equipo y condiciones de trabajo adecuadas.
- Crear y preservar un ambiente que estimule la colaboración de todos los empleados con los programas de seguridad.

El uso de las reglas de prevención de accidentes, ha sido durante mucho tiempo parte del entrenamiento que se le da al personal. Se ha dicho a menudo que las reglas han sido escritas con sangre. La razón es que muchas veces, después de sufrir lesiones serias, se escriben reglas de prevención de accidentes con el propósito de evitar lesiones similares en el futuro.

Posiblemente la falla más grande de estas reglas es que se han escrito tantas que son demasiado numerosas para atenderlas al día, para ser entendidas y aun para ser cumplidas. No es desusado para algunas compañías tener más de 500 reglas de seguridad en su manual. Se cree que el tener demasiadas reglas, puede ser peor que no tenerlas. Las reglas de prevención de accidentes pueden ser efectivas si se siguen los tres pasos siguientes:

- a. Las reglas deben ser preparadas a fin de ser presentadas en términos que sean fáciles de entender. Se deberán incluir solo las que sean lógicas y cuyo cumplimiento sea posible.
- b. Las reglas deberán ser dadas a conocer a la gerencia, a toda la supervisión, empleados y trabajadores, a través de los programas de entrenamiento de charlas.
- c. A menos que se hayan tomado las medidas necesarias para hacer cumplir las reglas de prevención de accidentes y para que se pongan en práctica, éstas no serán efectivas.

Además de los tres pasos anteriores, las reglas deberán ser revisadas cuidadosamente para determinar si los cinco puntos siguientes han sido observados, a fin de que las personas a quienes han sido dirigidas las acepten. Las reglas y las instrucciones deberán:

- Tener significado, deberán estar relacionadas con un accidente, una lesión, la reducción en la calidad, quejas de los clientes, un incidente sufrido por un compañero, etc.
- Tener valor para la persona que recibe el entrenamiento.
- Estar orientadas hacia los intereses del trabajador.
- Dar un sentido de seguridad.
- Ser aceptadas por el grupo de trabajo.

2.6.2 Higiene industrial

La higiene industrial es la ciencia dedicada a la anticipación, reconocimiento, evaluación y control de factores ambientales en el medio ambiente laboral que se pudiesen causar enfermedades, daños a la salud o al bienestar de los trabajadores.

La anticipación es identificar los riesgos potenciales a la salud por exposición a agentes ambientales. Lo cual significa intervenir desde el diseño del proceso para evitar riesgos a la salud.

El reconocimiento es identificar esos riesgos a través de recorridos por las instalaciones, procedimientos de operación, el inventario de los productos químicos que se manejan en el centro de trabajo; estudio del equipo o su interacción con el trabajador, así como de los sistemas de ingeniería.

La evaluación es definir la magnitud del riesgo potencial a través de mediciones, y controles, minimizar los niveles de exposición a través de métodos de ingeniería o administrativos.

Los riesgos potenciales en el ambiente laboral, según el centro de trabajo, pueden ser: químicos, físicos, biológicos, ergonómicos o psicosociales.

Los contaminantes se clasifican según la forma en que se presenten en el ambiente: aerosol, gas o vapor, de igual forma, según su efecto al organismo, se dividen en:

- Irritantes
- Neumoconióticos
- Tóxicos: sistémicos

- Anestésicos y narcóticos
- Cancerígenos
- Alérgicos
- Asfixiantes
- Productores de dermatosis

A grandes rasgos los irritantes son compuestos químicos que producen una inflamación en las áreas del cuerpo con las que entran en contacto, principalmente piel y mucosas del aparato respiratorio. En este caso, el factor que indica la gravedad del efecto es la concentración de la sustancia en el aire y no el tiempo de exposición.

Neumoconióticos son sustancias químicas sólidas que se depositan, acumulan y producen lesiones en el pulmón.

Los tóxicos sistémicos son compuestos químicos (plomo, metanol, insecticidas, hidrocarburos y aromáticos, entre otros), que independientemente de su vía de entrada, se distribuyen por todo el organismo produciendo efectos diversos.

Las sustancias químicas que actúan como depresores del sistema nervioso central son llamados Anestésicos y Narcóticos (disolventes industriales), y su acción depende de la cantidad tóxica que llegue al cerebro.

Los cancerígenos son sustancias que pueden generar o potenciar el desarrollo de un crecimiento desordenado de células.

Alérgicos son sustancias (resinas, monómeros, cromo) que se caracterizan por no afectar a todos los individuos, ya que se requiere de predisposición fisiológica, y se presenta en individuos previamente sensibilizados.

Asfixiantes son las sustancias capaces de impedir la llegada del oxígeno a los tejidos (pueden ser simples o químicos).

Productores de dermatosis son aquellas sustancias que independientemente de que puedan ejercer otros efectos tóxicos en el organismo, al contacto con la piel originan cambios en la misma, como irritación primaria, sensibilización alérgica y foto sensibilización.

Al establecer una estrategia, se pretende establecer registros de exposición y/o concentración para la evaluación de la aceptabilidad de la cantidad de exposición a los trabajadores de cada área y poder trazar estrategias efectivas de control.

Así la higiene industrial busca asegurar un ambiente de trabajo saludable, teniendo como base el análisis de riesgo de cada uno de los puestos de trabajo, de un programa de comunicación del riesgo, así como su evaluación desde el punto de vista médico. Prevenir cualquier problemática legal mediante la aplicación y cumplimiento de las reglamentaciones aplicables.

3. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

En este capítulo se presenta información que es de suma importancia para el análisis y crear un diseño efectivo en el manual de mantenimiento. Se recopilarán datos de la manera actual en que se están ejecutando los diversos tipos de trabajos en la empresa. Es necesario aclarar que la empresa brinda el servicio de mantenimiento a diferentes equipos como a clientes por lo que, generalmente la mayoría de los mantenimientos se realizan fuera de la empresa.

3.1 Diagnóstico general del mantenimiento actual

Hacer un diagnóstico del mantenimiento actual brindará ayuda para que la propuesta que se realiza en el capítulo siguiente sea razonable y a la vez efectiva en el manejo de recursos, optimización del trabajo y de tiempo. Con el objeto de que el diagnóstico sea más confiable y eficiente, se utilizó la herramienta conocida como Diagrama Ishikawa de Causa y Efecto que se muestra en la figura 5, página 35. En la cabeza del diagrama se coloca el defecto mayor o el problema al cual se solucionará, que en este caso es la falla en el equipo motogenerador y sobre el cuál giran todas las causas principales que son consideradas como responsables del defecto o problema principal, entre ellas mantenimiento, mano de obra, mala operación, sobrecarga, materiales y suministros.

El mantenimiento del equipo motogenerador en pocas ocasiones no es realizado de la mejor manera ya que por querer cumplir o abarcar otros clientes, se brinda un inspección en un período muy corto de tiempo, en la mayoría de

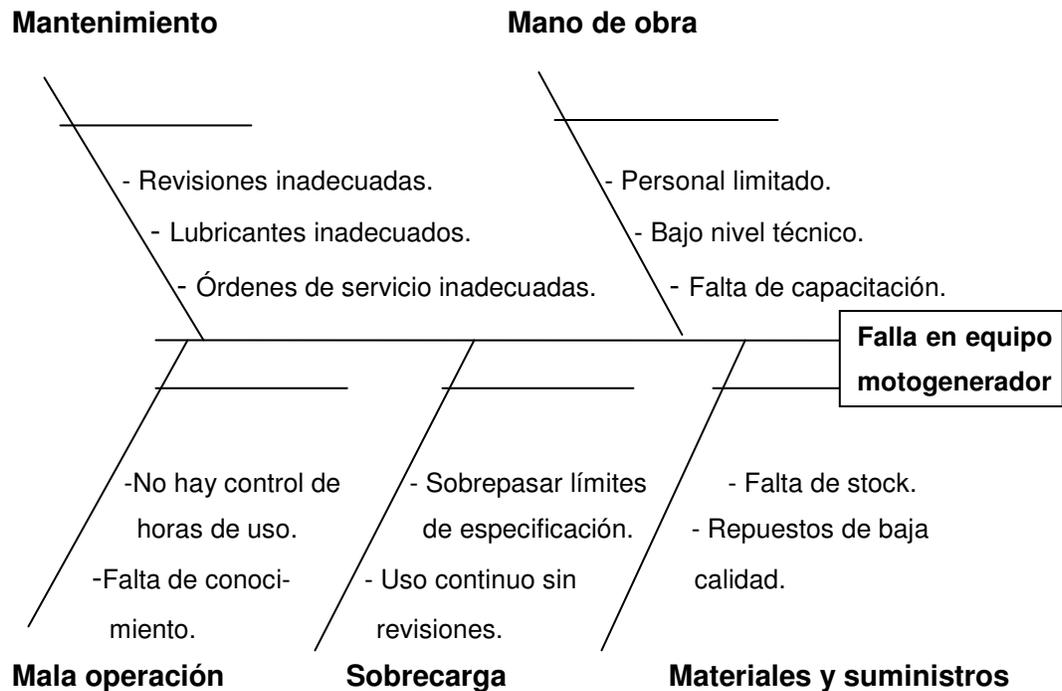
casos se tardan demasiado con un equipo, además las órdenes de servicio no muestran todas las inspecciones necesarias para cada equipo.

La mano de obra debe ser de mucha importancia a menudo se provocan retrasos en los mantenimientos porque hay muchos clientes a los que se debe visitar, y no se cubren en su totalidad ocasionado esto por la cantidad limitada de personal en ese departamento. El personal técnico de este departamento es formado empíricamente y en muy pocas ocasiones han tenido cursos de capacitación acerca del mantenimiento o reparación de los mismos, eso no quiere decir que hagan mal su trabajo, significa que con más capacitación el trabajo lo realizarían de una mejor manera.

La mala operación generalmente es dada por las personas que tienen los equipos a su cargo, no aplicando las especificaciones del mismo, por lo que a veces no avisan cuando ya esta próximo a efectuarle su servicio, o por otra parte sobrecargan el equipo motogenerador, forzándolo y obligando al equipo a que brinde más de los límites para el cual fueron diseñados.

Generalmente no se tiene un stock adecuado y suficiente en bodega, de los materiales y suministros que se necesitan para ejecutar un mantenimiento o servicio, provocando retrasos en la obtención y compra de los mismos.

Figura 5. Diagrama Ishikawa del equipo de motogeneración.



3.1.1 Personal de mantenimiento

El departamento de mecánica es el que se dedica a realizar los mantenimientos a los equipos de motogeneración. Está compuesto por tres personas de las cuáles dos son empíricos, es decir, que su conocimiento lo han obtenido a base de experiencia, tienen control y dominio en el tema, además de trabajar hace varios años en la empresa, la otra persona posee título a nivel medio en esta área. El personal labora de lunes a viernes con horario diurno de ocho de la mañana a seis de la tarde, con una hora de almuerzo y quince minutos de refacción por la mañana, también laboran horas extras en jornada nocturna, fines de semana o días de feriado.

3.2 Mantenimiento a plantas motogeneradoras

En la empresa, en cuanto a mantenimiento preventivo, se utilizan dos tipos de lenguaje interno, el mantenimiento y el servicio, a continuación se mencionan las diferencias entre ambos.

En el mantenimiento se incluyen: chequeos de La frecuencia del generador, (que debe de ser de 60 hertz), nivel de lubricante, nivel de refrigerante, batería, fajas, alternador. Etc., se puede decir que es un chequeo general del motogenerador y realizar ajustes mínimos tanto en niveles de líquidos como en cualquier variación de frecuencia, tornillos, poleas o fajas desajustadas, además de la limpieza general del mismo.

En el servicio se hace lo mismo que en el mantenimiento con la diferencia que aquí se cambian los filtros de que disponga el motogenerador (como lo es el filtro de aceite, de combustible, de aire), se cambia el aceite de motor, refrigerante, si se necesitara.

Cuando se realiza un servicio o mantenimiento, no se tiene un orden específico a seguir en cuanto a la revisión de las partes del motogenerador, siempre se hacen los chequeos de forma desordenada, pueden empezar con la revisión de un filtro o con cualquier otro componente del equipo.

Actualmente en la empresa se tienen mantenimientos mensuales, bimensuales, trimestrales, semestrales etc. Eso dependerá del uso que el cliente le de a su generador. La programación para éstos solamente se tiene generalizada, quiere decir de que solamente se sabe si es mensual, bimensual, etc., no se tiene día específico para realizar dichos servicios de mantenimiento ni se cuenta con un cronograma específico para realizarlos.

El personal técnico sabe en qué mes prestó el servicio a ciertos clientes y de ahí se parte para determinar cuales son los servicios de mantenimiento que hay que realizar en el presente mes. En la tabla I página 37, se muestra la forma en que se tienen registrados los mantenimientos con base a los clientes y capacidades de los equipos.

Tabla I. Tipos de mantenimientos

No.	Cientes Mensuales	Cientes Bimensuales	Cientes Trimestrales
1	Autoservicio C&M (8 Kw)	Autos y servicios (15 Kw)	Centro comercial M.P. (75 Kw)
2	Cobian S.A. (50 Kw)	Central de textiles (12 Kw)	Taller Ambrosio (8KW)
3	Textil S.A. (27 Kw)	Salvavidas (10 Kw)	Sucursal de telas (12 Kw)
4	Mensajera general (15 Kw)	Cajas y empaques (27 Kw)	Manualidades S.A. (15 Kw)
5	Ferro agro del sur (12 Kw)	Plasticentro (12 Kw)	R. A. Nicol (24 Kw)

Es necesario determinar que tiempo es el que se tarda el personal técnico en efectuar un servicio de mantenimiento así como también los diferentes pasos que realizan. Para la obtención de los tiempos se procedió a clasificar los equipos por capacidad, por los cuales se puedan diferenciar. Se tomará ese rango de capacidades ya que los equipos de cada grupo son muy similares en cuanto a repuestos y accesorios. En la tabla II página 38, se detallan la clasificación y los tiempos.

Tabla II. Tiempos promedio para ejecución de servicios de mantenimiento en base a capacidad del equipo

Capacidad (kw)	Tiempo promedio				
5 a 10 Kw	50 minutos	40 minutos	1 hora	30 minutos	45 minutos
15 a 20 Kw	50 minutos	1 hora	1hr.15 min.	1hr.10 min.	45 minutos
20 a 75 Kw	4 horas	1 hora	1hr.30 min.	3hr. 15min.	1 hora

Para realizar el reporte del trabajo que se efectúa se cuenta con una orden de servicio, la cual se muestra en la figura 6, páginas 39 y 40, esta cuenta con datos del equipo en el que se realizó el servicio de mantenimiento, que se ha nivelado, que se ha reemplazado, etc. En algunas ocasiones es confusa para recopilar ciertos datos, ya que no especifica si son datos del motor o del generador. Cuando se cambian filtros, aceite u otros repuestos se coloca con una breve descripción del trabajo que se ha realizado y los repuestos que se han reemplazado.

Figura 6. Ficha de orden de servicio actual

<p style="text-align: center;">EQUISEGUA, S.A. Equipos y Servicios Eletromecánicos de Guatemala Calzada Aguilar Batres 38-48 Z. 11, Guatemala, C.A. Tels: 2423-3700; Tels. De emergencia 5403-1970 www.equisequa.com</p>									
No. Orden 00015					Fecha				
Datos					r.p.m.			Cliente	
Marca					Horas:			Contacto	
Modelo					Kva			Dirección	
Serie					Conexión			Teléfono	
								Motivo	
								Técnico	
No.	Identificación	I	A		No.	Identificación	I	A	
1	Nivel de aceite				13	Silenciador			
2	Presión de aceite				14	Turbo compresor			
3	Indicador de temperatura				15	Presión de escape			
4	Mangueras				16	Terminales de batería			
5	Radiador				17	Cargador de batería(s)			
6	Refrigerante (Nivel)				18	Batería(s)			
7	Tapón de radiador				19	Alternador			
8	Tanque de combustible				20	Bomba de inyección			
9	Trampas de agua				21	Carburador			
10	Manifold de admisión				22	Gobernador			
11	Intercooler (Turbo)				23	Orómetro			
12	Tubería y mangueras				24	Limpieza general			
Trabajos efectuados:									

Continuación figura 6.

Descripción de repuestos:		
I = INSPECCION	A = AJUSTE	
Hora de llegada	Hora de salida	Total hrs.:
Hrs. De viaje	Hrs. extra	Técnico(s):
Km de salida:	Km de entrada:	Total Kms:
Firma y sello del cliente	Fecha de entrega	Firma de Técnico

El personal técnico generalmente no llena todos los datos de la orden de servicio existente, razón por la cual no se tienen los datos completos de los equipos de los clientes, dificultando la obtención de material y suministros para tenerlos en stock. Los datos que generalmente no son reportados son: marca, modelo, serie, r.p.m., conexión. Otros datos como la hora de llegada y de salida solamente los apuntan cuando el servicio de mantenimiento es supervisado por el cliente o personal de la empresa. El kilometraje generalmente no es reportado en la casilla correspondiente. Existen accesorios y elementos del equipo que son revisados así como ajustados y no aparecen en la orden de servicio, como por ejemplo el termostato, fugas en mangueras, tubería de retorno, arnés, varillas o cables de acelerador, motor de arranque, etc.

3.2.1 Filtros

Se cambian cuando han cumplido sus horas de uso de acuerdo a especificaciones del fabricante, aunque en algunas ocasiones se cambian con algunas horas de más.

En el mantenimiento preventivo los insumos más utilizados, son lubricantes y filtros. No se tiene un registro de cuantos filtros u otros materiales se utilizan, por lo que nada mas se tienen los más frecuentes en stock, aunque no los más indispensables.

3.2.1.1 Filtros de aceite

Existe posibilidad de que ocurran problemas con el motor, debido a la contaminación de aceite. Los motores generalmente utilizan filtros de flujo pleno (circula la cantidad total de aceite), los cuales no remueven el 100% de los contaminantes. Incluso estos filtros tienen desvíos para permitir el flujo de aceite en arranque, o cuando el elemento del filtro de aceite se encuentra obstruido.

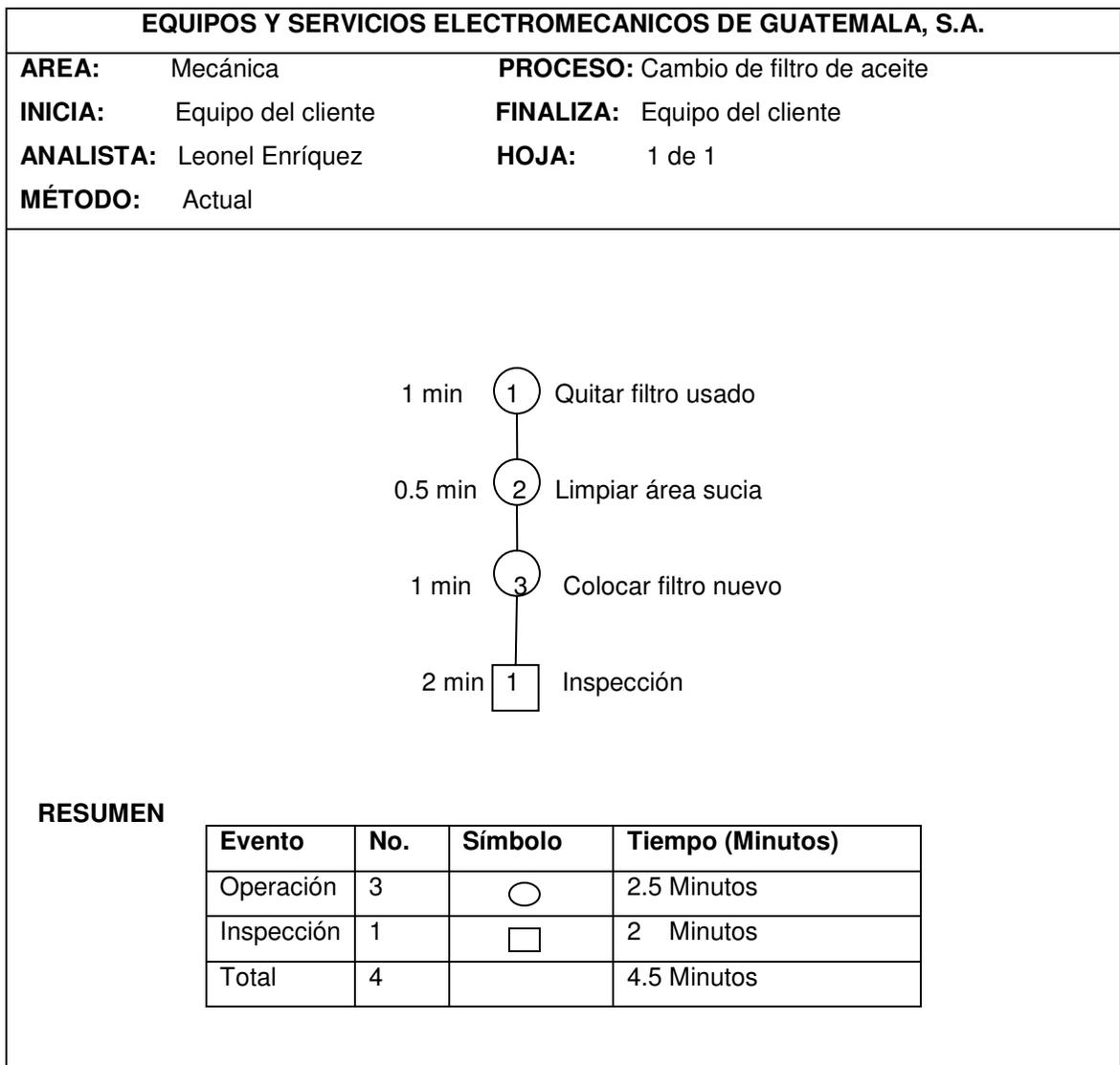
Los filtros de aceite se cambian cada vez que se reemplaza el aceite en el motor, no necesariamente se deben reemplazar así, ya que existen casos en los que cuales los filtros se dañan rápidamente por exceso de contaminantes en el aceite y es necesario cambiarlos en un corto tiempo. El cambio de filtros se debe de realizar con base a especificaciones del fabricante a chequeos o inspecciones de los mismos. Estos filtros deben reemplazarse al ocurrir cualquier contaminación del aceite de motor, con agua, combustible o al ocurrir sobrecalentamiento en el motor.

La forma en que se cambian es aceptable, aunque debe de limpiarse un poco más las áreas en donde se ejecuta el trabajo. En el inciso a, figura 7, página 42 se detalla el diagrama de la manera en que actualmente se realiza el cambio de filtro de aire. Si se obtura (tapa) un filtro de aceite, solamente se pone de manifiesto que dicho filtro está efectuando su trabajo, al transformarse en una herramienta de diagnóstico, que revela problemas en el funcionamiento

del motor. En el inciso b, pagina 43 se mencionan las herramientas y materiales que se utilizan en un cambio de filtro de aceite, y en el inciso c, página 43 se mencionan algunos de los problemas más comunes que se dan para el cambio de este.

a. Diagrama

Figura 7. Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de filtro de aceite



b. Herramientas y materiales que se utilizan para el cambio de filtro de aceite

- Banda saca filtros con raíz de $\frac{1}{2}$.
- Ratch de $\frac{1}{2}$.
- Maneral de $\frac{1}{2}$.
- Filtro de aceite.
- Trapos de limpieza.
- Desengrasante.

c. Problemas comunes para el cambio de filtro de aceite

- Filtros defectuosos.
- Empaques en mal estado.
- Fugas debido a filtros flojos.
- Suciedad en el área trabajada.

3.2.1.2 Filtros de combustible

Generalmente se cambian cuando se reemplaza el aceite, aunque es necesario revisar las instrucciones del fabricante del equipo, ya que en la mayoría de las ocasiones se debe cambiar una vez antes o colocar un prefiltro o trampa de agua el cual brindará una mayor utilización de los filtros.

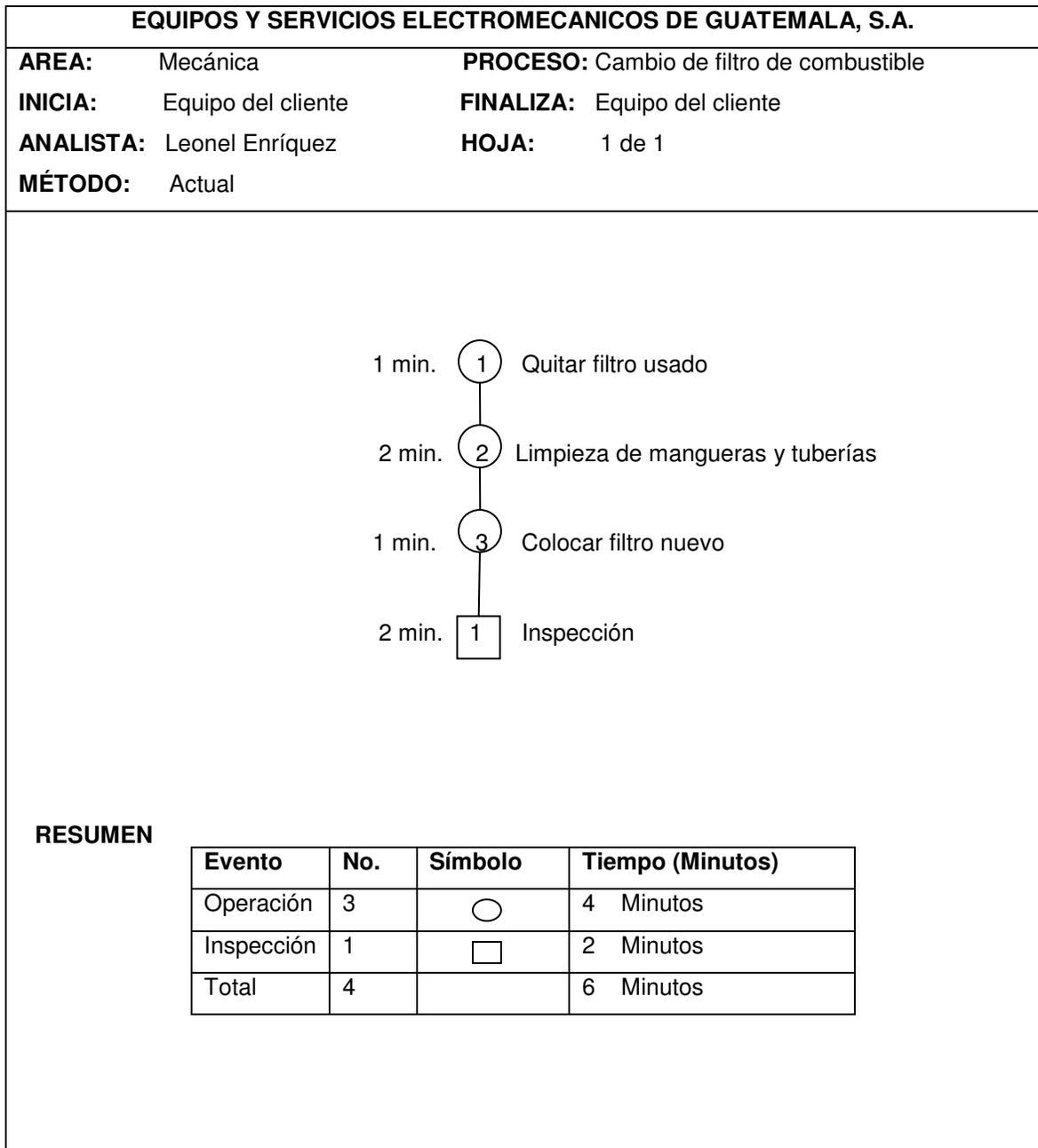
Estos filtros protegen de contaminantes sólidos y agua, el sistema de inyección, estos contaminantes pueden obstruir o dañar prematuramente los componentes del sistema de inyección. Lo que implica la reducción en la potencia de motor y de reparaciones costosas en el sistema.

Los filtros diesel regularmente incluyen un separador de agua. Este separador de agua extrae por medio de una purga el agua contenida en el combustible diesel. En esta purga de agua también se extraen contaminantes sólidos perjudiciales para el sistema de inyección. Los filtros sin separador de agua, solamente retienen contaminantes sólidos del combustible. Dejando circular el agua existente en el mismo, ocasionando fallas prematuras en la bomba de inyección, puntas y copas de inyectores, lo que a su vez aumenta el consumo de combustible.

En stock existen algunos filtros de combustible aunque no se tiene la cantidad y la variedad necesaria para los equipos que más se utilizan. En el inciso a, figura 8, página 45 se muestra el diagrama de operaciones el cuál muestra los pasos que se dan en un cambio de filtro de combustible; en el inciso b, página 46, se muestran las herramientas y materiales que se utilizan, y en el inciso c, página 46, los problemas comunes para el cambio de filtro.

a. Diagrama

Figura 8. Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de filtro de combustible



b. Herramientas y materiales que se utilizan en el cambio de filtro de combustible

- Banda saca filtros.
- Ratch de $\frac{1}{2}$.
- Maneral de $\frac{1}{2}$.
- Juego de llaves milimétricas de cola y corona desde 8mm hasta 30 mm.
- Juego de llaves de copa con raíz de $\frac{1}{2}$.
- Filtro de combustible.
- Trapos de limpieza.

c. Problemas comunes para el cambio de filtro de combustible

- Filtros defectuosos.
- Empaques en mal estado.
- Fugas en uniones o acoples.
- Suciedad en el área trabajada.

3.2.1.3 Filtros de aire

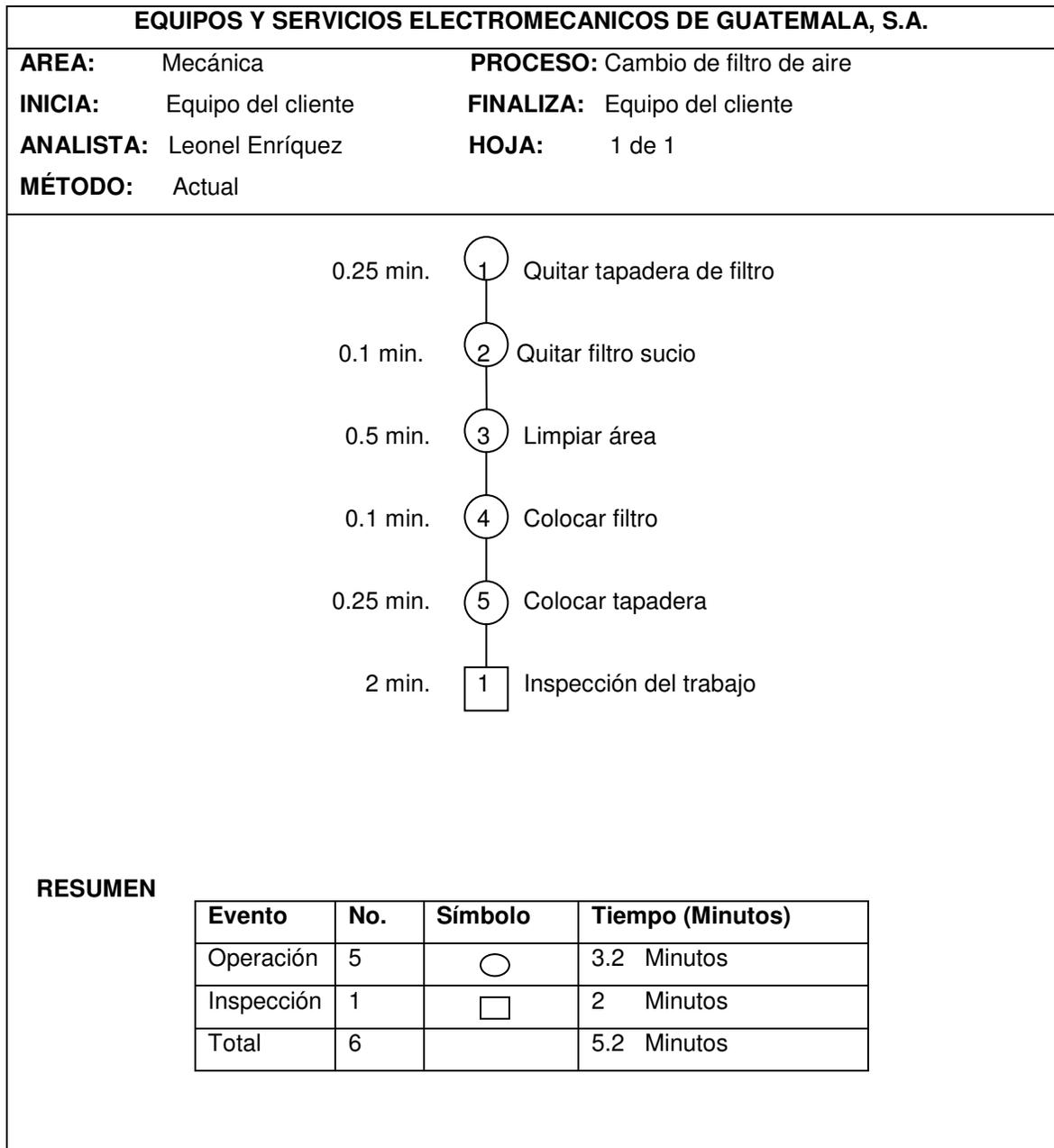
Solamente se cambian cuando se hace un cambio o reemplazo de aceite, no se revisan antes de que esto ocurra. Se debe evaluar el ambiente en el que se utilizan ya que si son ambientes muy sucios en los que opera el motor, deben reemplazarse dos filtros por cada servicio, quiere decir que se reemplazará el filtro de aire cuando llegue el horómetro a la mitad de lo que esta previsto el cambio. En este caso el filtro se sopla con aire a alta presión para limpiarlo un poco y luego se vuelve a utilizar.

Los sistemas de filtración de aire y sus procedimientos de mantenimiento preventivo son importantes, para todos los motores, pero aun más en los que operan en ambientes excesivamente contaminados en cuando al aire como pueden ser: polvo, partículas de tela (como lo es el caso de las fábricas textiles). Los turbo cargadores (para los motores que los tienen) son particularmente susceptibles a daños ocasionados por polvo y otros elementos transportados en el aire. Los filtros sucios ocasionan caídas de presión en el sistema de admisión de aire, con efectos graves en el rendimiento de motores turbocargados. Los problemas resultantes pueden ser de pérdida de potencia, elevadas emisiones de escape, sobrecalentamiento de los motores, fallas de los cojinetes de turbo cargador.

No se cuenta con la cantidad y variedad de filtros de aire necesarios en stock, esto provoca pérdidas de tiempo y costos cuando se necesitan para cubrir emergencias. En el inciso a, figura 9, pagina 48, se muestra el diagrama de proceso el cual detalla los pasos en el cambio del filtro; en el inciso b, página 49, se detallan las herramientas y materiales utilizados, y en el inciso c, página 49, los problemas comunes para el cambio de estos.

a. Diagrama

Figura 9. Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de filtro de aire



b. Herramientas y materiales que se utilizan en el cambio de filtro de aire

- Ratch de $\frac{1}{2}$.
- Maneral de $\frac{1}{2}$.
- Juego de llaves milimétricas de cola y corona desde 8mm hasta 30 mm.
- Juego de llaves de copa con raíz de $\frac{1}{2}$.
- Filtro de aire.
- Trapos de limpieza.

c. Problemas comunes para el cambio de filtro de aire

- Filtros defectuosos.
- Suciedad en admisión de aire.
- Filtros rotos o defectuosos.
- Mayor desgaste en piezas internas del motor debido a la suciedad.
- Sobrecalentamiento de motor.

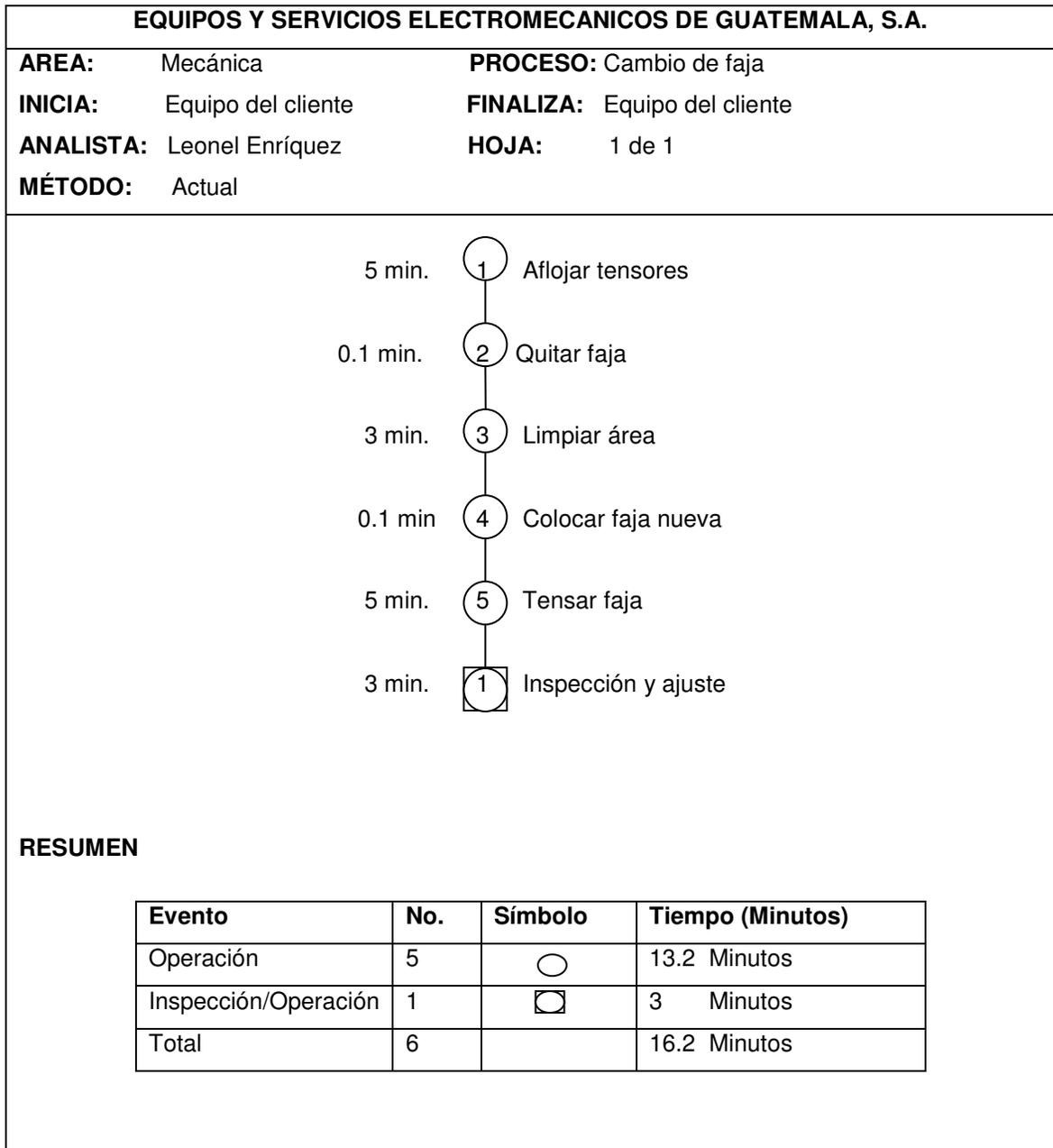
3.2.2 Fajas

Actualmente se cambian solo cuando ya están muy deterioradas. La función principal de la fajas es al igual que los engranes, transmitir potencia de un mecanismo en movimiento a otro. Algunos motogeneradores usan fajas y otros, de capacidades mas pequeñas, no, generalmente transmiten la potencia del eje del cigüeñal hacia el alternador, y hacia el ventilador del radiador.

No se tiene un stock adecuado de fajas para los equipos de moto generación, puesto que su cambio es poco frecuente, se compran cada vez que se deteriora la que será reemplazada. El stock que se tiene es una mezcla de fajas nuevas y usadas, las cuáles en su mayoría no se usan. En el inciso a, figura 10, página 51 se muestran los pasos que se utilizan en el cambio de fajas; en el inciso b, página 52, las herramientas y materiales; en el inciso c, página 52 los problemas que comúnmente se dan para el cambio de fajas.

a. Diagrama

Figura 10. Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de fajas



b. Herramientas y materiales que se utilizan en el cambio de faja(s)

- Ratch de $\frac{1}{2}$.
- Maneral de $\frac{1}{2}$.
- Juego de llaves milimétricas de cola y corona desde 8mm hasta 30 mm.
- Juego de llaves de copa con raíz de $\frac{1}{2}$.
- Dos extensiones para maneral o match, una corta y una larga.
- Faja(s).
- Trapos de limpieza.

c. Problemas comunes para el cambio de faja(s)

- Faja(s) defectuosas.
- Batería sin carga.
- Rompimiento de faja por sobre tensión.
- Transmisión nula de potencia hacia al alternador por falta de ajuste.

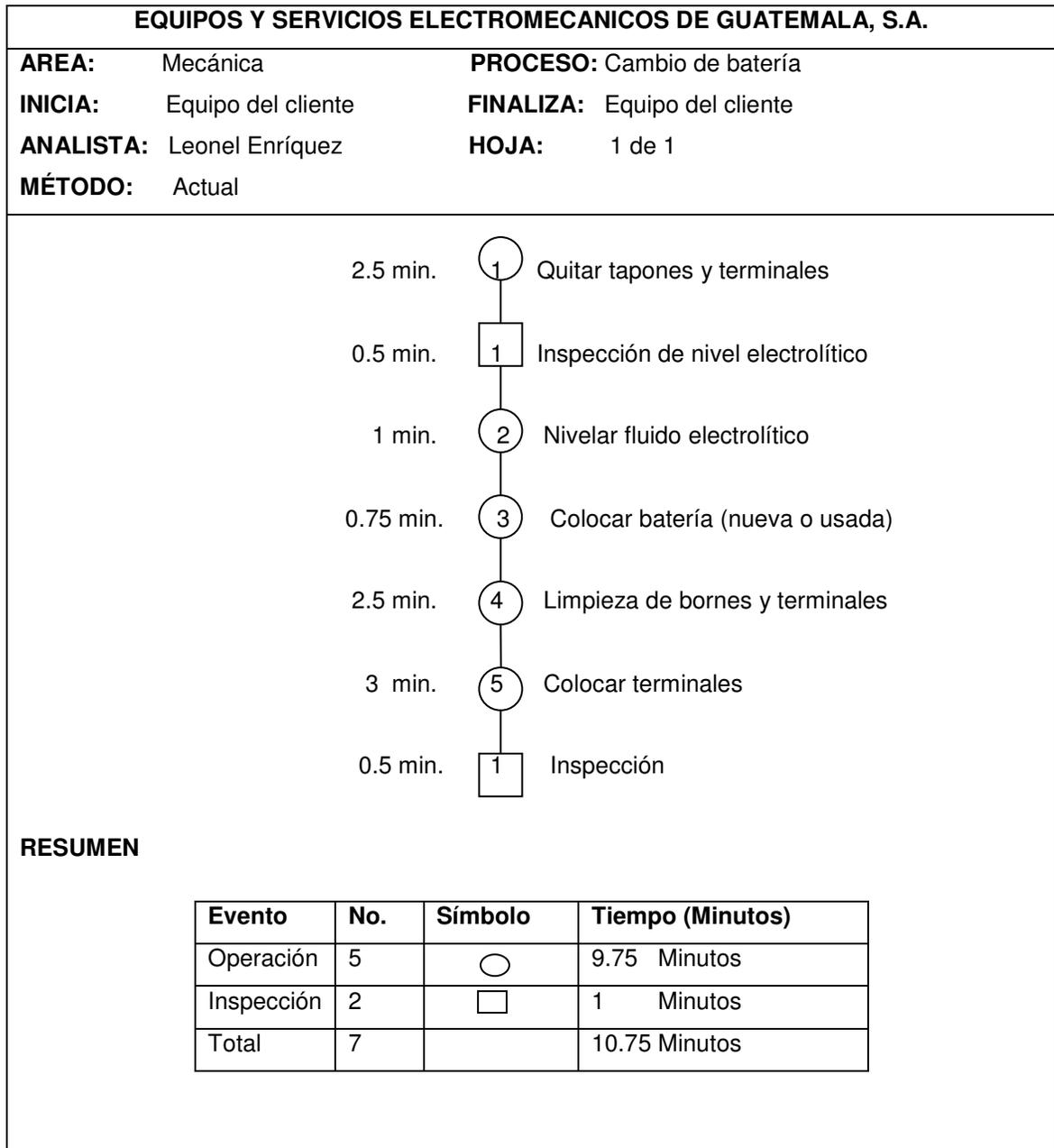
3.2.3 Batería

Se revisa el nivel electrolítico y se nivela si lo necesita, las terminales, los cables, se limpia el sarro. Se cuenta con un stock aceptable de las mismas, esto quiere decir que en muy pocas ocasiones se pierde tiempo para obtenerlas, lo que no se tiene son los accesorios, como cables y terminales los, y son necesarios para que el personal técnico cargue en sus herramientas para realizar los mantenimientos.

En el inciso a, figura 11, página 54, se muestra el diagrama de operaciones del proceso para el cambio de baterías; en el inciso b, de la página 55 se detallan las herramientas y materiales que se utilizan, y en el inciso c, los problemas comunes para el cambio de baterías.

a. Diagrama

Figura 11. Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de batería



b. Herramientas y materiales que se utilizan en el cambio de batería

- Ratch de $\frac{1}{2}$.
- Juego de llaves milimétricas de cola y corona desde 8mm hasta 30 mm.
- Juego de llaves de copa con raíz de $\frac{1}{2}$.
- Cepillo de alambre.
- Terminales.
- Batería (solamente si es necesario reemplazarla).
- Trapos de limpieza.

c. Problemas comunes en el cambio de batería(s)

- Sobrecarga de batería.
- No enciende el motor.

3.2.4 Aceite

El cambio de aceite de motor se realiza de acuerdo a especificaciones del fabricante y con base a horas de uso del motogenerador. Si por otra parte no se usa en un periodo prolongado, o, se utiliza por debajo de las horas para realizar un servicio, se le realiza el cambio de aceite cada año, esto se hace por que el aceite pierde sus propiedades cuando no está en uso, por lo que tiende a no cumplir su función cuando está en marcha el motor.

En esta empresa actualmente se usa el SAE 15W40 multigrado, su aplicación es generalizada a todo tipo de motores de combustión interna de cuatro tiempos, tanto para motores diesel como gasolina. Existen casos especiales en los que se debe usar otro tipo de aceite, eso depende del tipo de motor o partes a que se le brinde mantenimiento, como por ejemplo la caja de transmisión de los vehículos de la empresa que utilizan un aceite 80W40, en estos casos solo se compra lo necesario para este trabajo.

El proceso de cómo se efectúa el cambio de aceite es el mismo para todos los motores, solamente varía el tiempo de ejecución ya que las capacidades y tamaños de los motores son diferentes. Es por eso que se muestran tres diagramas de operaciones diferentes, se detallarán estos procesos en el inciso a, figuras 12, 13 y 14, páginas 57, 58 y 59 respectivamente; en el inciso b, se detallan las herramientas y materiales que se utilizan, y en el inciso c, los problemas por los cuales se cambia el aceite.

a. Diagramas

Figura 12. Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de aceite en equipos de 5 a 10 Kw

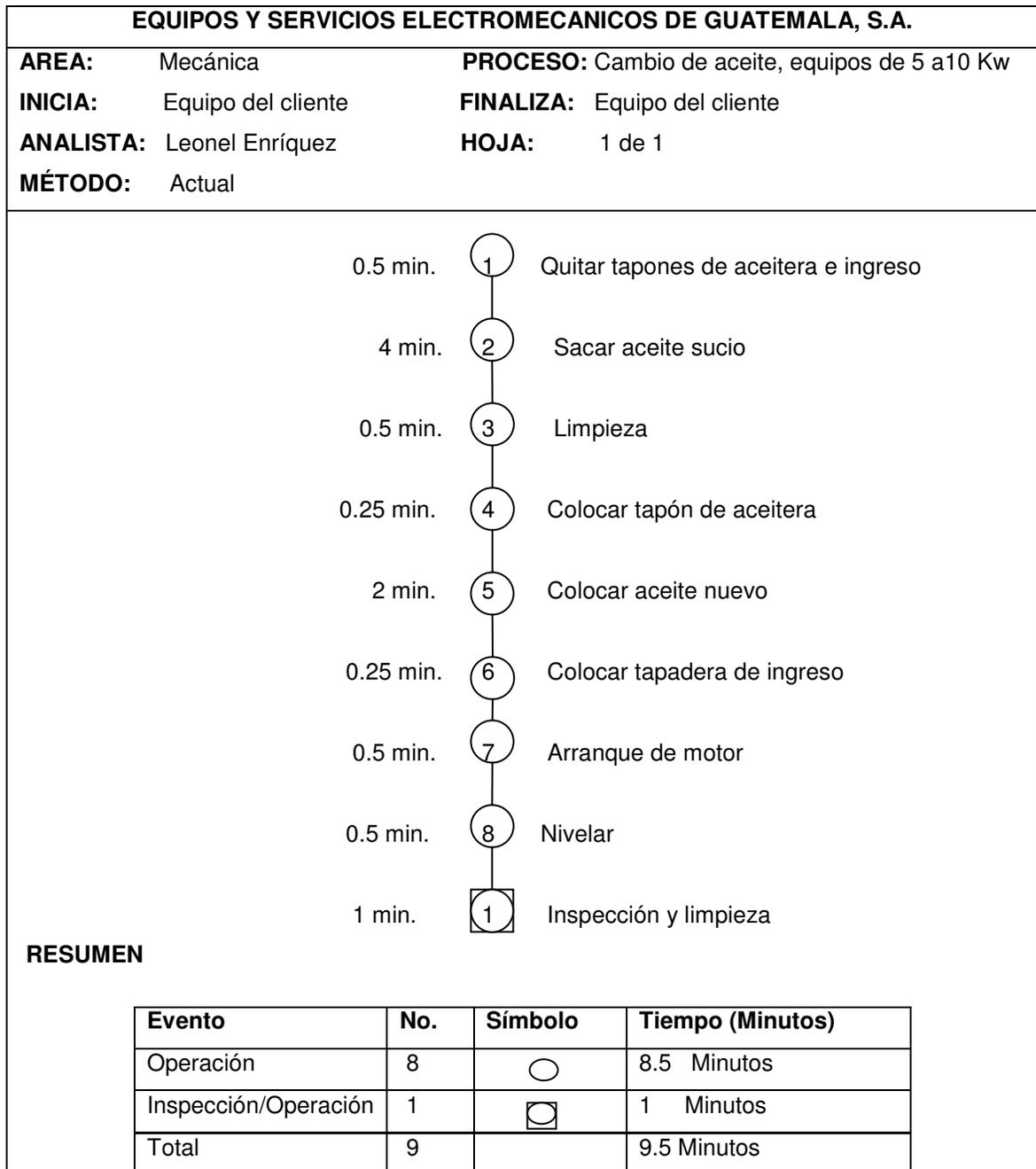


Figura 13. Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de aceite en equipos de 15 a 20 Kw

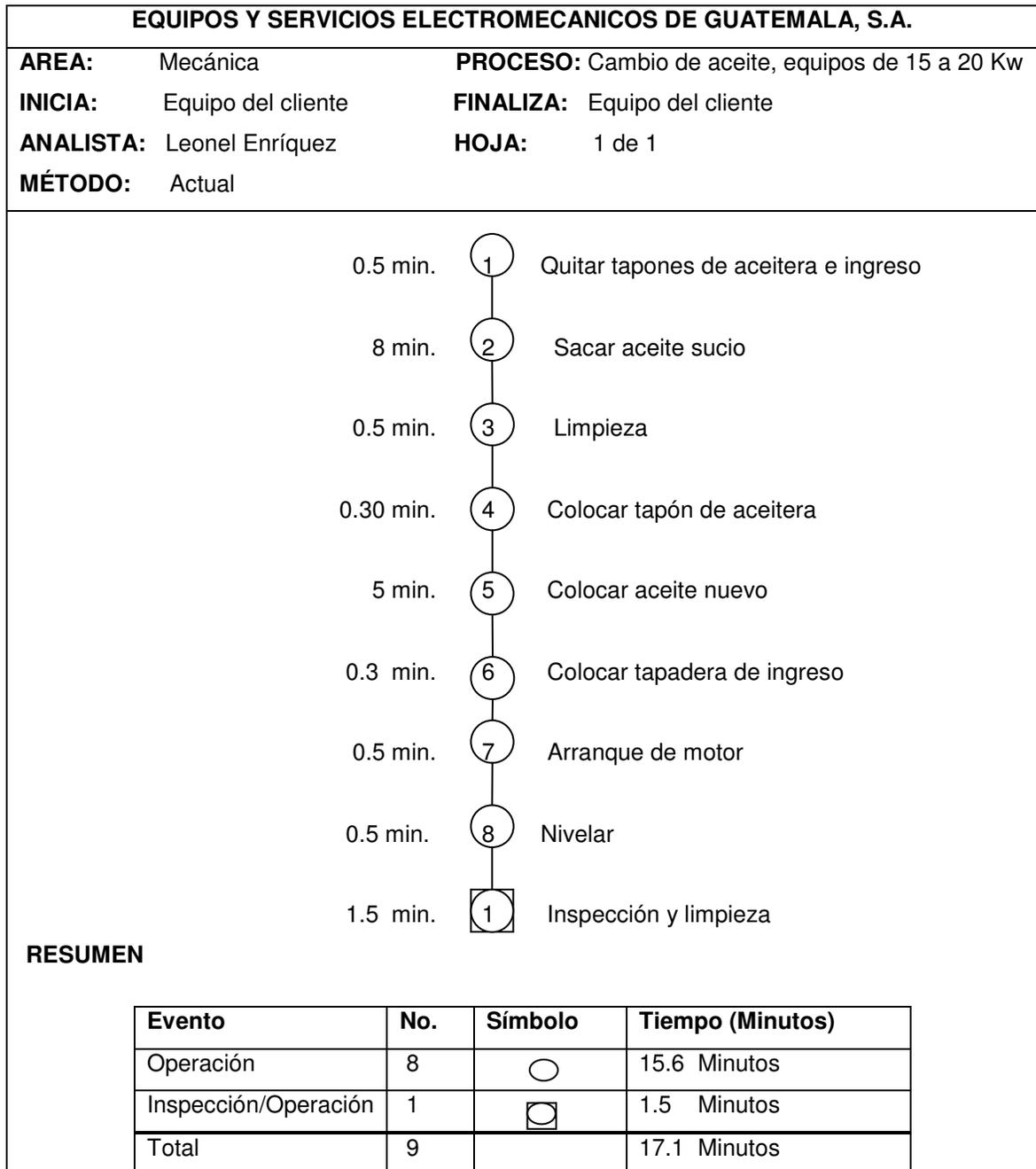
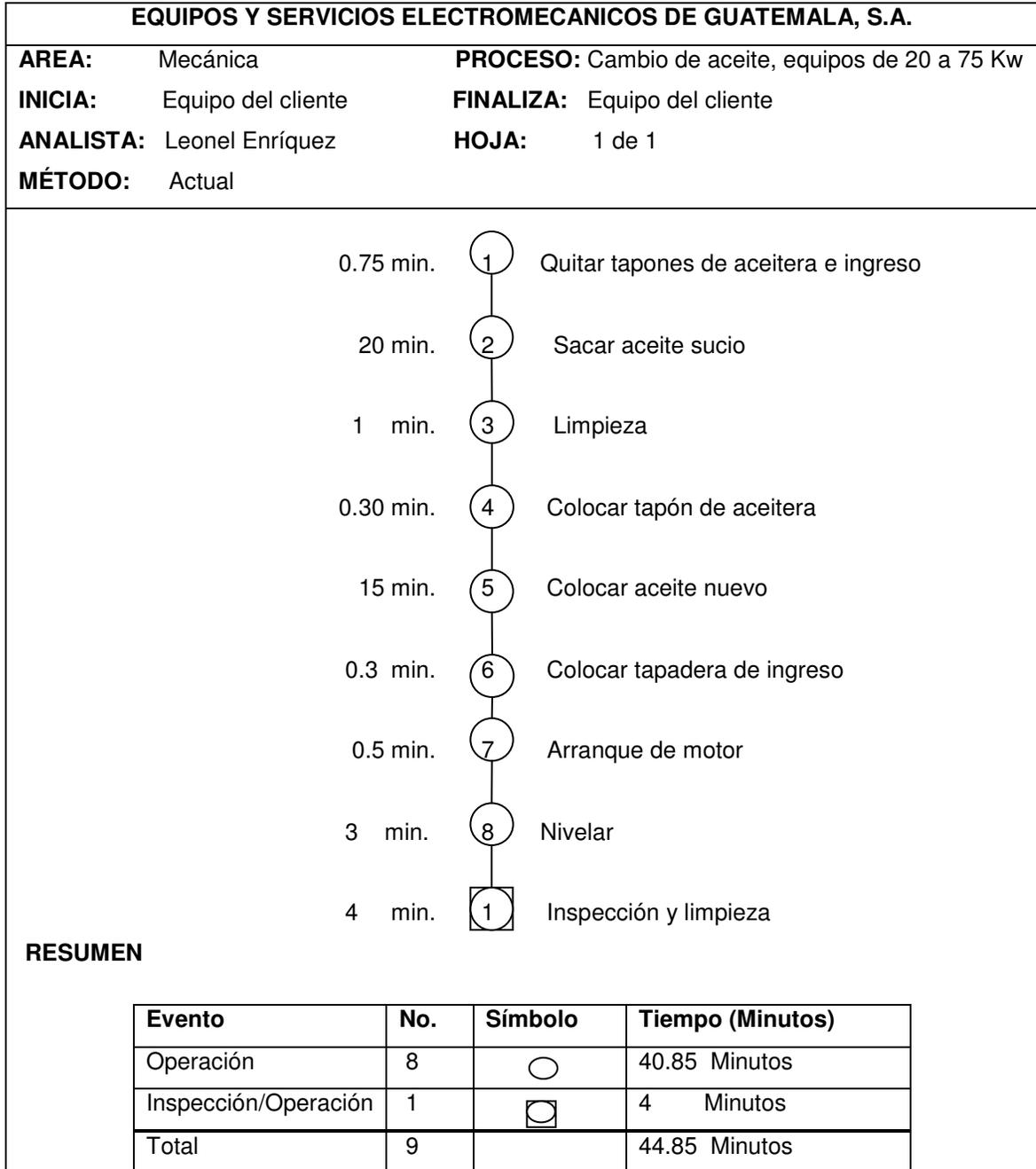


Figura 14. Diagrama de operaciones del proceso para el cambio de aceite en equipos de 20 a 75 Kw



b. Herramientas y materiales que se utilizan en el cambio de aceite

- Maneral de $\frac{1}{2}$.
- Juego de llaves de copa con raíz de $\frac{1}{2}$.
- Lavadora de presión.
- Aceite 15W40.
- Desengrasante.
- Trapos de limpieza.

c. Problemas comunes para el cambio de aceite

- Fugas.
- Calentamiento de motor.
- Desgaste interno de motor.
- Fugas por exceso de aceite.

3.2.4.1 Presión de aceite

En los motores actuales la presión normal de aceite, generalmente es superior a 25 psi (equivalente a libras sobre pulgada al cuadrado). Una regla práctica es que debe existir no menos de 10 psi de presión del motor por cada

1000 r.p.m. del mismo, lo cual se determina por los relojes del panel del control. El incremento del ajuste entre las piezas internas del motor, a consecuencia del desgaste normal de trabajo, producirá una caída en la presión de aceite. La única propiedad del aceite que puede afectar la presión de aceite en el motor es la viscosidad. La siguiente es una lista de de alguna de las posibles causas de una presión de aceite anormal y se revisa lo siguiente:

a. Presión de aceite baja

- Aceite muy diluido con combustible.
- Rodamientos de motor gastados.
- Desgaste en bomba de aceite.
- Válvula reguladora de aceite rota o defectuosa.
- Nivel de aceite insuficiente.
- Entrada de aceite obturada.
- Conductos de aceite rotos o con fisuras.
- Temperatura de aceite excesiva.
- Formación de espuma en el aceite.
- Indicador de presión de aceite defectuoso.

- Filtro de aceite obturado.

b. Presión de aceite alta

- Baja temperatura del aceite.
- Aceite altamente contaminado.
- Válvula reguladora de aceite rota o defectuosa.
- Conductos de aceite obturados.
- Indicador de presión de aceite defectuoso.

c. No existe presión de aceite

- Bomba de aceite o eje de la misma roto.
- Entrada de la bomba de aceite obturada.
- Conductos de aceite rotos.
- Nivel de aceite bajo.
- Indicador de presión de aceite defectuoso.
- Filtro de aceite obturado.

Cuando se tienen anomalías en la presión de aceite el procedimiento de reparación es un poco tardado mientras se determina la causa, aunque son muy pocos casos en los que se dan dichas anomalías.

3.2.4.2 Nivel de aceite

Se revisa siempre que se le da el mantenimiento al motogenerador, aunque es necesario que los encargados o usuarios del mismo lo realicen diariamente lo cual permitirá verificar si existe alguna fuga o anomalía en el sistema. Se mide ya por la varilla de medición de aceite o por medio del tapón del mismo (generadores de 5 a 10 Kw) que generalmente trae su medidor acoplado a este, esto dependerá del tipo de motogenerador. Estos medidores traen un margen entre un máximo y un mínimo del nivel, siempre que no esté en este rango es necesario nivelarlo.

3.2.4.3 Viscosidad del aceite

Indica qué sucede con el motor, afecta la presión en el sistema. La viscosidad se verifica junto con el color del mismo, y así se determina el uso o anomalías que pudiera haber en el motor. Esto se hace de la manera que a continuación se detalla, no importando si el equipo tiene o no orómetro.

- Aceite viscoso y limpio: se muestra así cuando se ha reemplazado el aceite anterior.
- Aceite un poco ralo y poco oscuro: está teniendo un uso y desempeño adecuado el motor.

- Aceite poco viscoso y oscuro: es necesario reemplazarlo para no provocar mayor desgaste del estimado en los elementos de máquina. Si no ha cumplido su tiempo de uso en el equipo, debe verificarse las causas del deterioro y por consiguiente su reparación.

Una baja presión el sistema también puede indicar que el aceite ya está muy contaminado y debe de ser reemplazado.

3.2.5 Tanque y nivel de combustible

Los tanques que actualmente se usan para equipos de 20 Kw en adelante, son suministrados al cliente por EQUISEGUA , son elaborados por la empresa, estos equipos generalmente no traen depósito o tanque de combustible y se le recomienda al cliente que el mínimo que debe tener de combustible sea del 50% de la capacidad (la mitad del tanque). El tanque tiene capacidad máxima para 55 galones y tiene un visor para llevar el mejor control del nivel del mismo. No se limpia muy a menudo, solamente cuando presentan fallas el motor por haberse quedado sin combustible o porque la suciedad a obstruido las tuberías del sistema de inyección. No se reemplazan con frecuencia, se tienen únicamente dos tanques en stock para cubrir cualquier emergencia.

3.2.6 Alternador

Es un generador de electricidad solo que en un voltaje muy bajo. Su función es recargar la batería o acumulador del motogenerador la cual ha sido descargada en el arranque del motor. Para saber si esta en buen estado se verifica el voltaje de salida con un instrumento de medición (multímetro) que mide el voltaje, el cuál debe estar en 12 voltios con un rango de +2 voltios. Otra

prueba adicional que se hace es revisar la batería para saber si el alternador está cumpliendo su función, la batería pueden ser dañada por sobrecarga de parte del alternador. Estos chequeos se llevan a cabo siempre que se visita al cliente par revisar su moto generador. Lo registros se realizan en la ficha de orden de servicio que se muestra en la figura 6, páginas 39 y 40.

3.2.7 Radiador

Pertenece al sistema de enfriamiento del motor, en equipo de 20 Kw. en adelante, éste realiza dos funciones importantes:

- Suministra un tanque de almacenamiento para el líquido refrigerante del motor.
- Suministra una superficie sobre la que puede disiparse el calor del motor, enfriándolo al aire circulante.

El líquido refrigerante se cambia cuando éste se ve sucio, aproximadamente cada cuatro o seis servicios del motor. De acuerdo a especificaciones debe realizarse el cambio de refrigerante cada tres servicios.

3.2.7.1 Nivel de refrigerante

El depósito de radiador debe mantenerse en el nivel indicado, siempre se revisa el depósito así como el radiador mismo por separado, puesto que puede estar bien el nivel del depósito y la manguera que conduce al radiador obstruida, por lo tanto puede que el radiador esté a bajo nivel y en el depósito no se esté indicando, se chequean siempre que se les da servicio. Los registros quedan en la orden de servicio que se muestra en la figura 6, páginas 39 y 40.

3.2.7.2 Fugas

Las fugas en el radiador se dan por algún golpe o corrosión en el radiador, ocasionando el escape del líquido refrigerante; por exceso de presión en el radiador o por la tapa del mismo en mal estado. Siempre que existe alguna fuga se desmonta el radiador y se repara.

3.2.7.3 Tapón de radiador

Se trata de una tapa que mantiene una determinada presión dentro del sistema de enfriamiento. Esta presión permite subir la temperatura del líquido refrigerante sin que llegue a hervir (cada libra de presión aplicada al refrigerante aumenta el punto de ebullición en 3.5 ° F), la presión dentro del radiador puede bajar tanto que la presión del aire exterior llegue a destruir el radiador y se recaliente el motor.

Este tapón no se revisa con frecuencia, ya que por revisar el nivel del refrigerante se quita y se vuelve a colocar sin observar si este está en óptimas condiciones, esto sucede a menudo. No se cuenta con ningún tipo de tapón de radiador en stock.

3.3 Periodicidad del mantenimiento

La periodicidad del mantenimiento se da de las siguientes maneras: mensual, bimensual, trimestral y semestral. A cada motogenerador, de acuerdo con la especificación del fabricante, se debe de dar el mantenimiento por horas de uso, aunque se trabaja de esta manera porque en la mayoría de los casos, el cliente solo utiliza su motogenerador con poca frecuencia, solo cuando no tiene energía de la empresa eléctrica. Existen pocos casos en los que el cliente solamente utiliza el motogenerador como única fuente de energía, en estos casos el cliente avisa con anticipación cuantas horas de uso le quedan para efectuar el servicio y la empresa programa la fecha de visita.

3.4 Control y evaluación del mantenimiento

El control de los mantenimientos los efectúa el gerente de operaciones, su única fuente de información son las fichas de orden de servicio que se muestra en la figura 6, páginas 39 y 40. No se cuenta con un orden en los datos de filtros y capacidades de plantas para cada cliente en un sistema de computo. Estos datos se tienen, pero siempre que se va a realizar un mantenimiento o servicio hay que buscar nuevamente los datos en las órdenes de servicio almacenadas. En cuanto al mantenimiento que se realiza actualmente son detalles, los que quedan por corregir y exigir, entre ellos limpiar adecuadamente el equipo, tener buena presentación ante el cliente, llenar correctamente los datos en la ficha de orden de servicio, que el técnico disponga de más herramienta.

La evaluación la realiza el gerente de operaciones con el gerente de servicios, solo la realizan en base a los reportes, figura 6, páginas 39 y 40. En algunas ocasiones se evalúa en el lugar de trabajo. La evaluación comprende la

revisión del buen funcionamiento del equipo, para entregar al cliente un trabajo exitoso.

3.4.1 Stock de bodega

Se cuenta con stock para efectuar los mantenimientos entre los que se encuentran, filtros de aceite, de combustible, de aire, fajas, baterías, aceite, refrigerante, detergente y desengrasante para efectuar la limpieza, en los filtros es donde se da un poco el problema puesto que no se han cuantificado las cantidades y tipos de filtros que se usan con mayor y menor frecuencia, esto provoca pérdidas de tiempo a la hora de efectuar el mantenimiento ya que hay que realizar la compra de los filtros que hagan falta para la ruta de mantenimiento, teniendo pérdidas en tiempo y costos. En la tabla III, páginas 68 y 70, se muestra el stock de materiales al inicio de trimestre.

Tabla III. Stock de materiales al inicio del trimestre

Filtros de aceite			
No.	Códigos de filtros de aceite	Existencia (unidades)	Consumo trimestral (unidades)
1	970100078	5	23
2	970100058	4	15
3	970100052	5	22
4	970100022	4	19
5	970100057	5	22
6	970100008	4	16
7	970100087	4	19
8	970100056	3	11
9	970100045	1	3
10	970100075	3	12
11	970100081	4	15
12	970100058	4	17

Continuación tabla III.

Filtros de combustible			
No.	Códigos de filtros de combustible	Existencia (unidades)	Consumo trimestral (unidades)
1	980100011	15	30
2	980100015	8	15
3	980100087	7	14
4	980100025	9	18
5	980100056	5	9
6	980100058	6	12
7	980100045	8	15
8	980100078	9	18
9	980100057	10	20
10	980100028	5	10
11	980100038	8	16
12	980100042	7	14

Filtros de aire			
No.	Códigos de filtros de aire	Existencia (unidades)	Consumo trimestral (unidades)
1	990100015	2	18
2	990100056	6	15
3	990100056	4	20
4	990100023	3	17
5	990100014	5	25
6	990100058	3	19
7	990100067	4	16
8	990100028	6	16
9	990100045	1	3

Continuación tabla III.

Fajas			
No.	Códigos de fajas	Existencia (unidades)	Consumo trimestral (unidades)
1	950200011	3	5
2	950200015	2	3
3	950200087	1	2
4	950200025	1	2
5	950200056	1	1

Baterías			
No.	Códigos de baterías	Existencia (unidades)	Consumo trimestral (unidades)
1	910100040	3	5
2	910100050	4	8
3	910100070	3	6

Aceite			
No.	Código de aceite 15W40	Existencia (galones)	Consumo mensual (galones)
1	900150040	37	74

3.4.2 Proveedores

Se tienen varias empresas que proveen del material necesario para realizar los mantenimientos, la forma de entrega ya se tiene establecida, con algunas empresas la entrega la incluyen en la compra, y con otras empresas, hay que mandar a recoger los materiales que se compran. Los lapsos de entrega son entre uno y dos días.

3.4.3 Clientes

La empresa cuenta con clientes ubicados en toda la República por lo que existen rutas de mantenimiento por área geográfica, y de esta manera optimizar los recursos, las rutas son para el oriente, occidente, sur, y norte del país. Además de eso si algún cliente usual o nuevo llama por que tiene un problema severo en su motogenerador, también se brinda el servicio de emergencia en cualquier parte del país para solucionarle el problema.

3.4.4 Materiales utilizados

Dentro de los materiales que actualmente se utilizan para efectuar el servicio de mantenimiento se encuentran:

- Filtros de combustible.
- Filtros de aire.
- Filtros de aceite.
- Aceite 15W40.
- Refrigerante.
- Silicones para alta temperatura.
- Detergente.

- Desengrasante.
- Trapos para limpieza.

3.5 Condiciones actuales de seguridad e higiene

En cuanto a condiciones de seguridad se puede decir que el personal a cargo de realizar los mantenimientos, no utiliza ningún equipo de seguridad, son ocasiones especiales en las que lo ocupan.

La higiene industrial se está manejando de forma regular, se habla de ello en el 3.5.5, página 78.

3.5.1. Actos y condiciones inseguras

Los actos que se realicen en algún tipo de trabajo dependerá en gran parte de las condiciones que rodean el mismo, es por eso que se mencionan a continuación.

a) Actos inseguros

El personal técnico ignora qué actos le podrían causar una lesión física. Por experiencia ellos han aprendido a determinar los tipos de actos que son los que les pueden causar daños físicos. Entre ellos están, están:

- Dejar recipientes de combustible dentro del taller.
- Trabajar sin guantes, es necesario no hacerlo en algunas ocasiones.

- No utilizar lentes de seguridad.
- No utilizar casco de seguridad.
- Dejar herramienta, repuestos o combustibles sobre el equipo, cuando se realizan pruebas, o cuando está en operación el equipo, la vibración puede provocar el derrame de los mismos y por consiguiente provocar accidentes.
- Trabajar sin leer señales de advertencia.
- Ignorar señales de advertencia.

b) Condiciones inseguras

La empresa en cuanto a su estructura, es muy sólida, se puede afirmar que dentro de la clasificación de edificios esta posee un edificio de segunda categoría. En donde si es muy probable que haya condiciones inseguras es en el área de mecánica dentro de la instalación, ya que se trabaja de forma desordenada, y existen ocasiones en las que se deja combustible a intemperie sin que se encuentre en un recipiente debidamente tapado. También se puede ocasionar accidentes en los equipos motogeneradores de los clientes, o sea fuera de la empresa, puesto que no se sabe en donde se trabajará, con excepción de los clientes fijos, que ya los técnicos de la empresa saben las condiciones a las que se esta expuesto, ellos no se preocupan por las condiciones que rodean al motogenerador y por consiguiente al técnico que efectúa el mantenimiento.

3.5.2 Señalización

El personal no conoce la mayoría de significados de señalizaciones existentes. Existe señalización dentro de la empresa muy pobre, por lo que es necesario que el personal aprenda otro tipo de señalizaciones, ya que los clientes de la empresa, tienen las mismas, y aún más tipos de señalizaciones, lo cuál el personal técnico debe aprender para evitar situaciones de riesgo en las que su vida este en peligro. Las señalizaciones que se tienen en la empresa son:

Figura 15. Punto de reunión

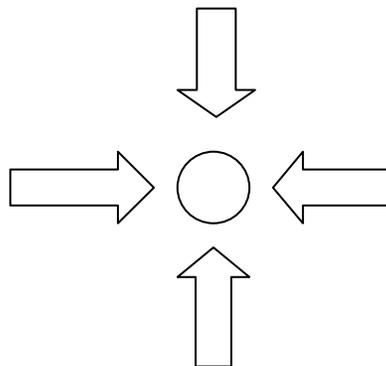


Figura 16. Ruta de evacuación

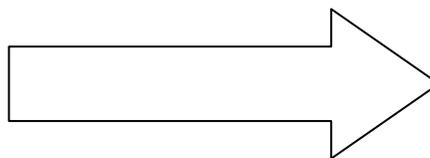


Figura 17. Extintor

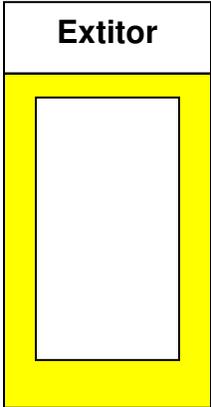
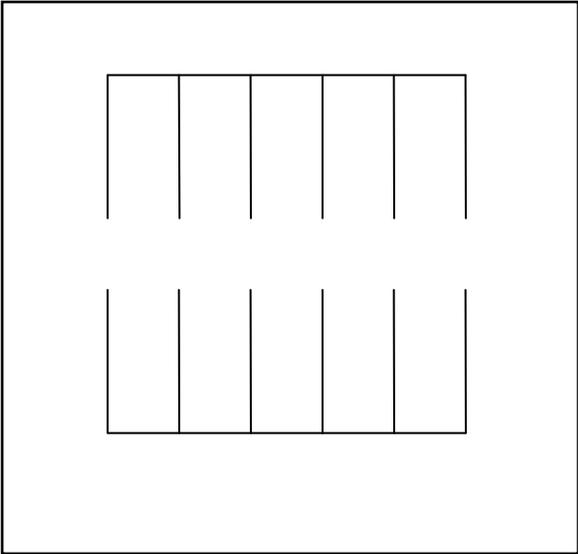


Figura 18. Área de parqueo



3.5.3 Prevención y control de riesgos

Al personal técnico, pocas veces se le indican las condiciones en las que efectuará el trabajo, únicamente se hace cuando lo exige el cliente o por preguntas que la empresa hace, para estar preparado con equipo adicional de seguridad, y para que el personal técnico tenga ingreso a las instalaciones a efectuar cualquier tipo de trabajo, deben cumplir con las normas establecidas de cada empresa.

La empresa en pocas ocasiones capacita al personal acerca de lo que significan los riesgos y accidentes en el trabajo.

3.5.3.1 Accidentes

No se lleva un control de los accidentes que han ocurrido en el trabajo, el mismo se debe a que se han tenido pocos dentro de la empresa como fuera de ella y han sido ocasionados por actos inseguros.

Los incidentes (casi accidentes) son frecuentes, debido al tipo de lugar en donde se realiza el mantenimiento y la poca preparación del personal para seguir procedimientos.

3.5.3.2 Incendios

No se ha tenido alguno, aunque siempre es necesario estar prevenido o saber que hacer en caso de que ocurriera alguno dentro o fuera de la empresa. La empresa cuenta con la cantidad de diez extintores, distribuidos de la siguiente manera, cinco unidades con capacidad de diez libras distribuidos en área de talleres, tres en área de oficinas, con capacidad de siete libras, y dos en

el área de almacén con capacidad de veinte libras. Aunque no todos están en buen estado puesto que tienen dos años de que no se recargan. No se tienen extintores para realizar trabajo de campo, cuando se utiliza alguno se quita del lugar actual en el que están. El tipo de extintores que se tienen son clasificación A, B, y C, los cuales sirven para cualquier tipo de incendios.

3.5.4 Equipo de protección personal

La empresa no se ha preocupado lo suficiente por tener el equipo de protección personal, lamentablemente el personal que menos lo utiliza es el del departamento de mecánica. Dentro del equipo de protección personal con el que se cuenta está:

- Casco: se tiene una cantidad de veinte y cinco unidades, los cuales se encuentran en mal estado.
- Lentes: solamente se cuenta con cinco pares transparentes para cualquier labor, en mal estado, dos pares de lentes oscuros para soldadura oxiacetilénica, en buen estado; y dos caretas para soldadura eléctrica, en buen estado.
- Guantes: se tienen únicamente tres pares de guantes cortos, en mal estado, y un par de guantes largos en mal estado.
- Zapatos de cuero con punta de acero: todo el personal posee este tipo de zapatos, la empresa los brinda bajo ciertas condiciones de pago.
- Pantalón de lona: todo el personal utiliza pantalón de lona, siendo la empresa quien los distribuye bajo ciertas condiciones de pago.

3.5.5 Higiene industrial

En este caso tiene que ver con el orden, limpieza, disciplina y organización, con la que se trabaja en los equipos, acompañado de la presentación personal de cada técnico que ejecuta el trabajo. Esto solamente se ve en algunas ocasiones y con poco personal técnico ya que no a todos les preocupa, y debería de ser una de las reglas a las que se deben regir. La limpieza en el trabajo no es supervisada con frecuencia.

3.5.5.1 Orden

Cuando se efectúa el trabajo de servicio de mantenimiento no se tiene un orden para efectos de ubicar los suministros nuevos que están por cambiarse, así como los que se desecharan, como lo son los filtros (de aire, de aceite y de combustible), y el aceite entre otros. No se tiene un orden establecido para desmontar las piezas por cambiar. Por ejemplo cuando se reemplaza un filtro se deja en cualquier lugar el filtro quitado mientras se cambian los nuevos, y termina de realizar el trabajo, esto crea desorden en lo que se está haciendo.

3.5.5.2 Limpieza

Además de dejar limpio el motogenerador al momento de realizarle el servicio de mantenimiento, el personal debe de dejar limpia el área donde trabajó así como lo que rodea a la misma, esto se hace para evitar cualquier tipo de incidente o accidente. Generalmente se realiza limpieza, aunque no siempre se efectúa de la mejor manera, de igual manera la limpieza en los mantenimientos fuera de la empresa no es supervisada.

3.5.5.3 Disciplina

Son algunas personas las que por su propia voluntad cargan el equipo de protección personal, se cuestionó a las personas que no usan este equipo y su respuestas se resumen en la figura 19, página 79. No existen bases para que exista una disciplina en el higiene del trabajo, se debe de crear conciencia en las personas y mostrar la consecuencias que se puede tener.

Figura 19. Cuestionario acerca de higiene en el trabajo

No.	PREGUNTAS ACERCA DE LA HIGIENE EN EL TRABAJO
1	Por qué no usa el equipo de protección personal como casco, lentes, tapones para oídos, guantes. <u>TODO EL EQUIPO ES INCOMODO ANDARLO LLEVANDO A TODOS LADOS, Y SE PIERDE MUCHO TIEMPO EN SACARLO EN VALE DE ALMACÉN, ADEMÁS NO SE CUENTA CON TODO EL EQUIPO.</u>
2	En ocasiones no se realiza limpieza a los equipos a los cuales brindan el mantenimiento, puede decirnos ¿por qué? <u>SE DEBE DE CUMPLIR CON TODOS LOS MANTENIMIENTOS QUE SE LLEVAN EN RUTA Y NO DA TIEMPO REALIZAR LIMPIEZA EN ALGUNAS OCASIONES.</u>
3	¿Estaría dispuesto a usar todo el equipo si se le brindara? <u>SI</u>
4	¿Estaría dispuesto a pagar el equipo de protección que pierda o halla dado un uso inadecuado, como por ejemplo que en circunstancias de descuido, lo extravíe o dañe? <u>NO</u>
5	¿Participaría en charlas y cursos, en los se les diga la forma de trabajar de forma segura, ordenada y limpia, y de esta manera aplicar los conocimientos aprendidos en el desempeño de sus labores dentro y fuera de la empresa? <u>SI</u>

3.5.5.4 Organización

La empresa tiene la filosofía de satisfacer las necesidades que tienen los clientes, en un tiempo que sea lo más rápido posible, brindando un trabajo efectivo, y que el cliente quede satisfecho. En cuanto al cuidado del personal para que usen equipo de protección personal no hay un seguimiento establecido, ya que las capacitaciones o simulacros de seguridad e higiene industrial no se tienen.

En conclusión, la empresa está orientada para cubrir y solucionarle el problema al cliente, pero no lo está en cuanto a llevar los registros, historiales, evaluaciones y controles en la prevención de accidentes como de equipo o actividades con la seguridad e higiene industrial.

4. PROPUESTA DE MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La propuesta del manual de mantenimiento se realiza para mejorar el trabajo que actualmente se realiza en la empresa, ayudará a que se estandaricen los mismos basándose en un documento establecido por la empresa.

Puesto que la empresa tiene diversos tipos de clientes los cuales cuentan con diferentes tipos de motogeneradores, se determinó y estableció una división o un rango en el cual deben de realizarse diferentes tipos de chequeos para cada grupo determinado de generadores.

En este capítulo se clasifican los mantenimientos basándose en las capacidades de los equipos. Además se presenta una guía de cómo seleccionar o reclutar personal. Se proponen nuevas órdenes de trabajo o de servicio así como sus fichas de reporte las cuales brindarán ayuda para tener un mejor historial. Se menciona qué tipo de insumos son los que se utilizan así como el cálculo del stock mínimo que debe mantenerse en almacén. No se puede proponer un programa sin que no exista un método de control establecido es por esto que se realiza una propuesta de como controlar los mantenimientos y recopilar datos de los mismos.

4.1 Descripción del manual de mantenimiento

Para realizar una descripción detallada de los pasos necesarios a seguir en el mantenimiento se harán grupos en base a las capacidades de motogeneradores los cuales ayudarán a establecer parámetros importantes

para los mantenimientos preventivos. En la tabla IV, página 82 se presenta la agrupación correspondiente.

Tabla IV. Tipo de mantenimiento en base a capacidad de motogeneradores

Tipo	Rango de capacidad de Generador
A	5 a 10 Kw
B	15 a 20 Kw
C	20 a 75 Kw

a) Mantenimiento tipo A

Este tipo de mantenimiento preventivo es de los que se realiza mas rápido de lo esperado, ya que son motogeneradores que no cuentan con ómetro ni filtro de aceite. Se utilizará la orden de trabajo de servicio propuesta en la figura 29 página 119. Estos motogeneradores son muy pequeños por lo que es necesario realizar los servicios de mantenimiento preventivo siguiendo los siguientes pasos:

a.1 Revisión de motor

- Debe de revisarse la densidad del aceite para verificar la cantidad de uso que ha brindado el motogenerador. Con regularidad el uso es muy poco, solo lo utilizan cuando se va la energía eléctrica, por lo tanto se usan por cortos periodos de tiempo. Se recomienda hacer el cambio de aceite cada tres meses, si su uso es muy riguroso, de lo contrario cada año si su uso es poco frecuente ya que algunos de estos tipos de moto generadores no cuenta con filtro de aceite ni orómetro.

- Nivelar el aceite si se encuentra por debajo de los límites de nivel, el instrumento para medir el nivel lo tiene adjunto al tapón.

a.2 Sistema de enfriamiento

- Únicamente debe verificarse que no tenga ningún tipo de basura u otros elementos que obstaculicen el flujo de aire. El sistema de refrigeración es a base de aire, producido por la rotación del generador el cual está provisto de un ventilador interno que envía el aire directo al motor.

a.3 Sistema de combustible

- Verificar que el tapón del tanque, a la vez que este bien colocado y ajustado, se recomienda limpiarlo.
- Verificar de que el tanque de combustible no tenga ningún tipo de grietas por donde puedan haber posibles fugas de combustible. Se recomienda limpiarlos una vez por año. Debe mantenerse con combustible a un mínimo del cincuenta por ciento de la capacidad del mismo, generalmente son plásticos.
- El filtro de combustible debe cambiarse cuando se cambia el aceite de motor. Es transparente, por lo que se puede verificar con exactitud si esta limpio o sucio, o si necesita cambiarse antes del tiempo.
- Revisar que en las mangueras no existan fugas en los acoples de las mismas, si están muy deterioradas es necesario reemplazarlas. También hay que verificar que no estén tapadas.

- No tienen indicador de combustible, para determinar si tiene o no combustible se quita el tapón del tanque y se inspecciona por el agujero que este tiene la cantidad de combustible en el tanque.
- Combustible: estos motores vienen diseñados para utilizar combustible con bajo nivel de octanaje por lo que solamente deben de funcionar con combustible “regular” si se usa otro tipo de combustible el moto generador no funcionará.

a.4 Sistema de admisión

- Cambiar el filtro de aire cada vez que se cambia el aceite y el filtro de combustible, siempre que se revise es necesario soplearlo con aire a alta presión este para que tenga mayor durabilidad.

a.5 Sistema de escape

- Revisar que en el múltiple de escape estén ajustados los tornillos que la sostienen a la base del motor, si no lo están puede provocar exceso de ruido acompañado de vibraciones. Revisar, y si es necesario, cambiar el empaque que evita fugas entre la salida del motor y el múltiple de escape.

a.6 Sistema eléctrico

- No usan batería para arranque, el encendido es manual, se realiza con una correa que impulsa el movimiento.

- Desmontar bujía y revisar que no tenga carbón en la punta, si lo tiene hay que limpiarla o reemplazarla.

a.7 Sistema de inyección

- Inspeccionar que no tenga fugas en el carburador, si las tiene hay que hacerle limpieza, cambiando agujas y empaques, o cambiar todo el carburador en caso de que esté dañado y no cumpla con su función. Existen carburadores que son sellados y libres de mantenimiento, cuando se dañan es necesario que se reemplacen.

a.8 Generador

- Limpiar arnés y verificar que estén bien aislados los cables que lo forman.
- Inspeccionar y ajustar si es necesario la frecuencia a 60 Hertz.
- Se debe de verificar que solamente esta consumiendo como máximo el amperaje que tiene como especificación ya que si consume más de lo especificado provoca que el motor trabaje a una capacidad más alta para la que fue diseñado.

a.9 Otros

- Revisar que el gobernador controle la velocidad apropiada del motor en función de la carga o el consumo eléctrico.

- Debe de hacerse limpieza al motogenerador con desengrasante o un material no abrasivo, no importando la cantidad de trabajos pendientes por hacer.

b) Mantenimiento tipo B

A diferencia de los motogeneradores de 5 a 10 Kw, estos tienen otros factores por los cuales es necesario incluirle más chequeos que los anteriores. Los motogeneradores de 10 a 20 Kw, ya cuentan con las dos opciones de encendido, manual y con automático por medio de interruptor y estárter, además dependiendo de la marca, algunos ya cuentan con radiador para su enfriamiento, los pasos para este tipo son los que a continuación se detallan. Se utilizará la orden de trabajo o de servicio propuesta en la figura 29, página 119.

b.1 Revisión de motor

1. Es necesario revisar la densidad del aceite, para ver si está viscoso o no, si está muy negro y sin viscosidad, es necesario cambiarlo. De acuerdo al uso que le brindan los motogeneradores a los clientes actuales de la empresa, se ha determinado que se realicen cada seis meses.
2. Revisar y nivelar el aceite, estos tipos de motogeneradores ya cuentan con varilla de nivel de aceite la cual indica el rango en el que debe estar, debe de revisarse de que este en este rango y nivelarlo si es necesario. En la figura 22 página 96 se muestra la forma de la varilla.
3. Reemplazar el filtro de aceite cada vez que se realiza el cambio de aceite. Es necesario revisar y corregir fugas luego de cambiarlo.

b.2 Sistema de enfriamiento

- La aguja o indicador de temperatura tiene que estar a la mitad del indicador. Son muy pocas las plantas de esta capacidad que lo tienen por lo que es necesario la inspección del mismo. La mayoría de motogeneradores de esta capacidad son enfriados por aire.
- Verificar que en las mangueras no hayan fugas, si las hay corregirlas.
- Realizar limpieza a radiador, en caso de que este muy sucio así como verificar y corregir fugas en el mismo si las tuviera.
- Verificar de que no existan fugas de agua o refrigerante.
- Realizar limpieza al termostato si el sistema presenta sobre calentamiento y reemplazarlo si se comprueba que ya terminó su vida útil.
- Limpiar aspas de ventilador, verificar que esté bien ajustado.
- Verificar que no existan fugas o calentamiento provocado por el tapón de radiador, si las hay es necesario reemplazarlo.

b.3 Sistema de combustible

- Verificar que el equipo tenga el tapón de combustible, a la vez que esté bien colocado y ajustado, se recomienda limpiarlo.

- Generalmente los tanques de combustible son plásticos, hay que verificar de que no tengan ningún tipo de grietas por donde puedan haber posibles fugas de combustible. Se recomienda limpiarlos una vez por año. El nivel de combustible debe mantenerse a un mínimo del cincuenta por ciento de la capacidad del tanque.
- Reemplazar el filtro de combustible cuando se cambia el aceite de motor. Es transparente, por lo que se puede verificar con exactitud si está limpio o sucio, o si necesita cambiarse antes del tiempo.
- Revisar que en las mangueras no existan fugas en los acoples de las mismas, si están muy deterioradas es necesario reemplazarlas. También hay que verificar que no estén tapadas.
- No tienen indicador de combustible, para determinar si tiene o no combustible se quita el tapón del tanque y a simple vista se inspecciona el nivel.
- Estos motores vienen diseñados para utilizar combustible con bajo nivel de octanaje por lo que solamente deben de funcionar con combustible “regular” si se usa otro tipo de combustible el motogenerador no funcionará correctamente empezando a dar fallas de carburación.
- Lubricar y limpiar las varillas o cables de acelerador.

b.4 Sistema de admisión

- Cambiar filtro de aire cada vez que se cambia el aceite y el filtro de combustible, siempre que se revise es necesario sopletear con aire a alta presión para que tenga mayor durabilidad.
- Limpiar múltiple de admisión, este está por debajo del filtro de aire, debe verificarse que no existan gotas de aceite en el mismo, de ser así cambiar de inmediato el aceite así como el filtro.

b.5 Sistema de escape

- Revisar que estén bien apretados los tornillos que sostienen el múltiple de escape a la base del motor, si no lo están puede provocar exceso de ruido acompañado de vibraciones. Revisar y determinar si es necesario cambiar el empaque que evita fugas entre la salida de gases del motor y el múltiple de escape.
- El silenciador debe estar libre de residuos de carbón las partes por donde sale el humo de escape, así como libre de corrosión el cuerpo del mismo.

b.6 Sistema eléctrico

- Limpiar el sarro y suciedad de las terminales de batería, así como ajustar bien los cables a las mismas.

- Revisar que esté funcionando el cargador de baterías, ya que es el que mantiene la batería con carga, cuando el motor y alternador no están funcionando.
- Revisión y ajuste de nivel electrolítico en la batería, limpieza de sarro, comprobar de que este en buen estado, si no le esta, verificar que causo el problema, corregirlo, y cambiar la batería.
- Chequear con el multímetro que la carga del alternador sea de doce voltios de salida con un diferencia de mas dos, quiere decir que el rango tiene que estar de doce a catorce voltios.
- Realizar limpieza al alternador, si presenta una sobre carga o baja carga, es necesario reparar el mismo ya que puede dañar la batería.
- Cuando se le de servicio de mantenimiento a los motogeneradores debe de arrancarse por las dos formas que hay, manual (con la correa) y eléctrico (con el interruptor), y estar seguro que no presente ningún problema. Si existiere alguna anomalía se deben revisar las bobinas del mismo, y determinar si es necesaria cambiarlas.

b.7 Sistema de inyección

- Revisar que el carburador no tenga fugas, si las tiene hay que hacerle limpieza, cambiar agujas y empaques del mismo, o cambiar el carburador en caso de que este dañado. Existen carburadores que son sellados y libres de mantenimiento cuando se dañan es necesario que se reemplacen.

b.8 Generador

- Limpiar arnés y verificar que estén bien aislados los cables que forman a este.
- Revisar y ajustar la frecuencia a 60 Hertz si fuera necesario.
- Verificar que el voltaje esté en sus límites, tienen capacidad para 110 y 220 voltios respectivamente.
- Se debe de verificar que solamente esta consumiendo como máximo el amperaje que tiene como especificación ya que si consume más de lo especificado provoca que el motor trabaje a una capacidad más alta para la que fue diseñado.

b.9 Otros

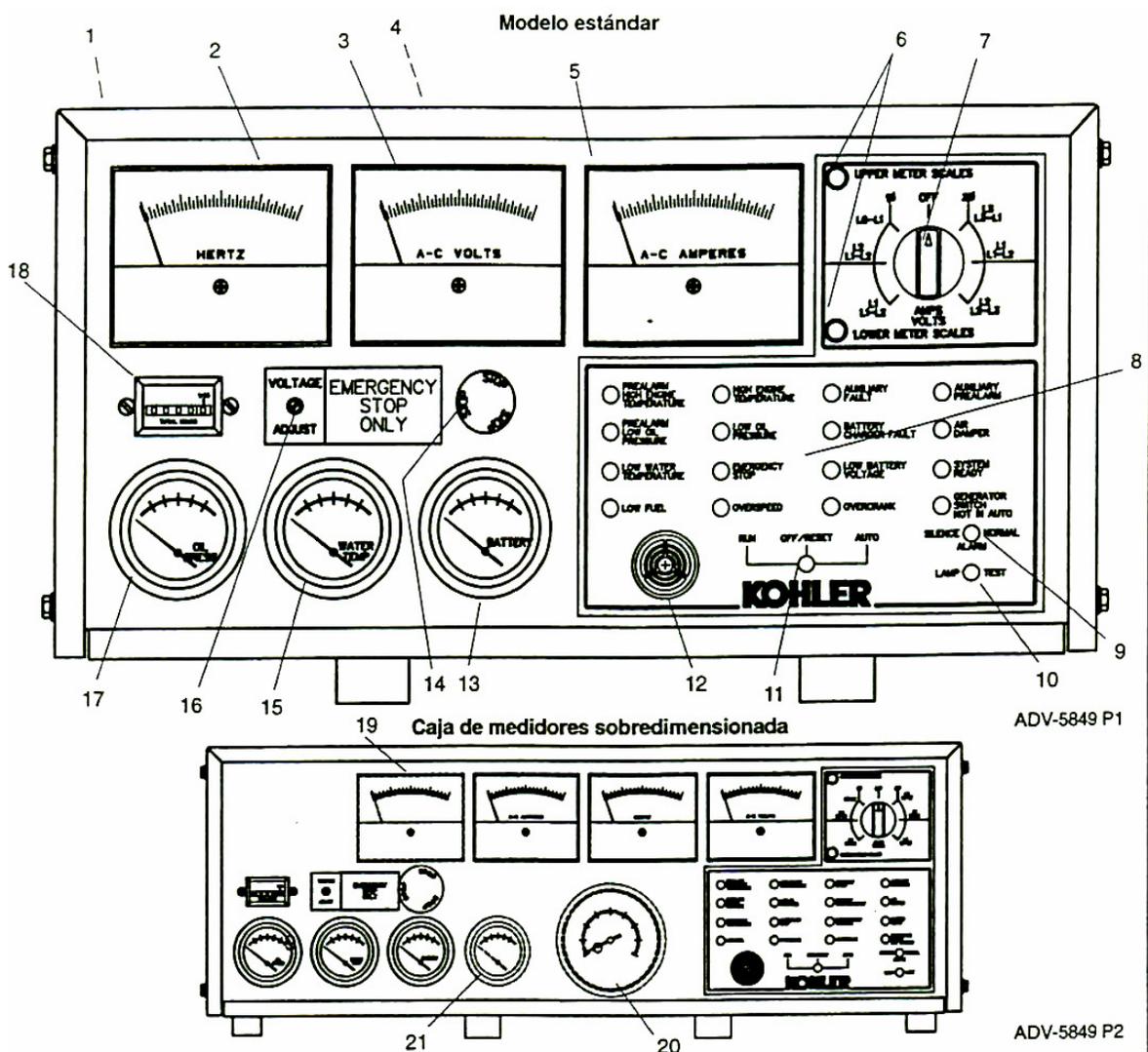
- Revisar que el gobernador controle la velocidad apropiada del motor en función de la carga o el consumo eléctrico.
- Debe de hacerse limpieza general al motogenerador con desengrasante o un material no abrasivo no importando si hay que cumplir con más órdenes de trabajo.

c) Mantenimiento tipo C

Este mantenimiento pertenece a los moto generadores de 20 a 75 Kw. Este tipo de motogeneradores requiere de un servicio de mantenimiento más minucioso, ya que son equipos más completos, y es necesario tenerlos mas

controlados, puesto que se usan en empresas grandes, en las cuales su única fuente de energía son los motogeneradores. Lo primero que debe hacerse es chequear el panel de control, figura 20 y 21, página 92 y 94, el cual ayudará a corroborar que se debe de revisar con urgencia. Se utilizará la orden de trabajo propuesta en la figura 29, página 119.

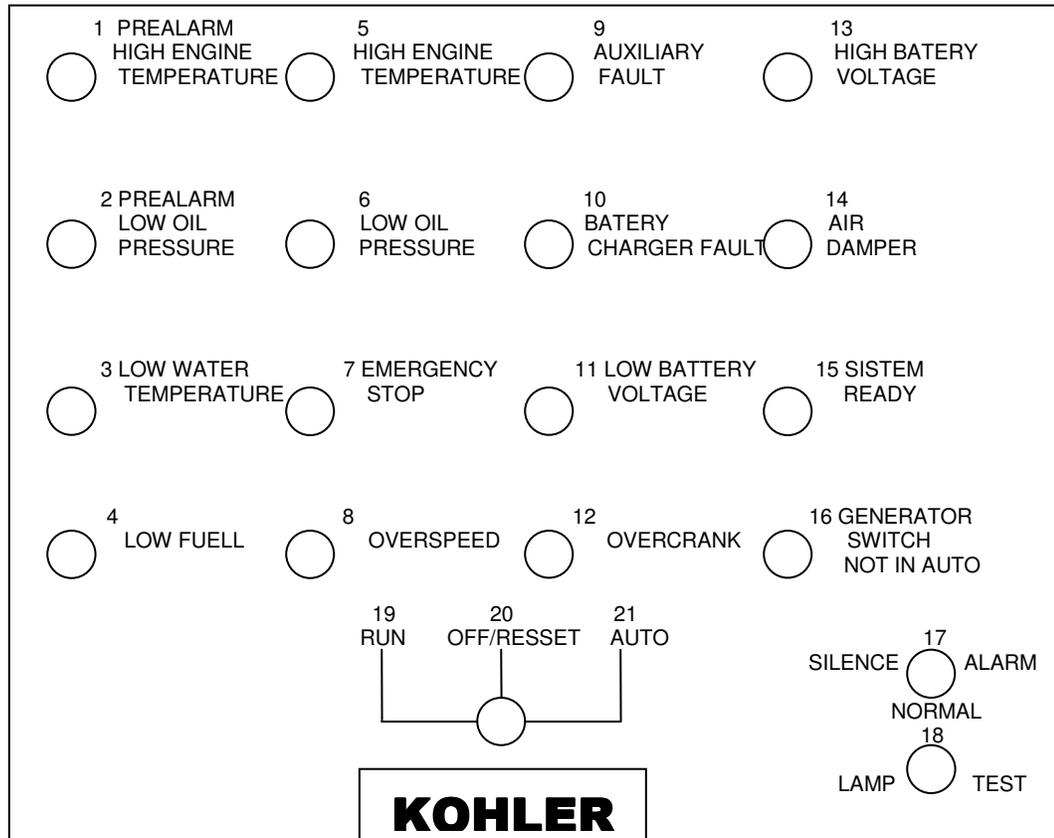
Figura 20. Panel de control para equipos de 20 a 75 kw



Fuente: Manual de operación de generadores kohler

1. Fusibles (dentro del controlador)
2. Frecuencímetro
3. Voltímetro CA
4. Regleta de terminales TB1 del controlador (en la tarjeta de circuitos)
5. Amperímetro CA
6. Lámparas de escala (superior/inferior)
7. Conmutador selector
8. Lámparas del panel indicador
9. Interruptor para silenciar la alarma
10. Prueba de lámpara
11. Interruptor principal del generador
12. Bocina de alarma
13. Voltímetro CC
14. Interruptor de parada de emergencia (si tiene)
15. Medidor de temperatura del agua
16. Ajuste de voltaje (si tiene)
17. Medidor de la presión de aceite
18. Horómetro
19. Vatiómetro (si tiene)
20. Tacómetro (si tiene)
21. Medidor de temperatura del aceite del motor (si tiene)

Figura 21. Indicadores en el panel de control



Fuente: Manual de operación de generadores kolher

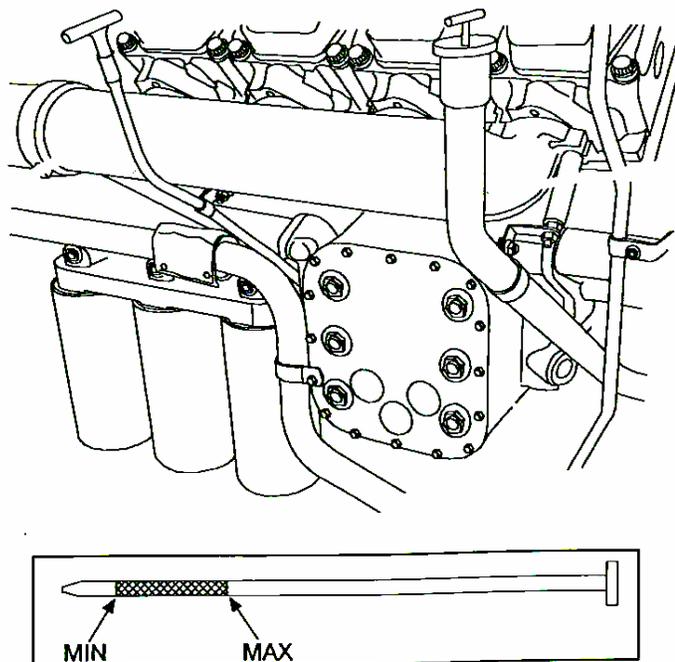
1. PREALARM HIGH ENGINE TEMPERATURE
Pre-alarma de alta temperatura del motor
2. PREALARM LOW OIL PRESSURE
Pre-alarma de baja presión de aceite
3. LOW WATER TEMPERATURE
Baja temperatura de agua
4. LOW FUELL
Bajo nivel de combustible
5. HIGH ENGINE TEMPERATURE
Temperatura alta del motor
6. LOW OIL PRESSURE
Baja presión de aceite

7. EMERGENCY STOP
Parada de emergencia
8. OVERSPEED
Sobre-velocidad
9. AUXILARY FAULT
Falla auxiliar
10. BATTERY CHARGER FAULT
Falla de cargador de batería
11. LOW BATTERY VOLTAGE
Voltaje bajo de batería
12. OVERCRANK
Sobre-arranque
13. HIGH BATTERY VOLTAGE
Voltaje alto de batería
14. AIR DAMPER
Falla de ventilador
15. SISTEM READY
Sistema listo
16. GENERATOR SWITCH NOT IN AUTO
Interruptor del generador no en automático
17. SILENCE / NORMAL (ALARM)
Opciones de alarma: Silenciosa o normal
18. LAMP TEST
Prueba de lámparas
19. RUN
Arranque manual
20. OFF / RESSET
Apagar / Resetear
21. AUTO
Automático

c.1 Chequeo de Motor

- Se debe reemplazar el aceite cada vez que se cumplan sus horas de servicio según especificaciones del fabricante, algunos se les hace el servicio cada 100, 150, 200, o 500 horas respectivamente dependiendo del tipo de capacidad en Kw que muestre cada equipo. Se usara el aceite 15W40, el mismo que se ha estado empleando.
- Si el uso del motogenerador es continuo, revisar diariamente el nivel de aceite, el límite del nivel se muestra en la figura 22 página 96, de lo contrario hay que revisarlo semanalmente, si no tiene el nivel adecuado, nivelarlo al rango que debe mostrar el medidor del mismo.

Figura 22. Nivel de aceite



Fuente Fuente: Manual de operación de generadores kolher

- La presión de aceite la indica el medidor del panel de control, es necesaria inspeccionarla cada vez que se realiza el servicio de mantenimiento.
- Reemplazar los filtros de aceite cada vez que se realizará el servicio de mantenimiento, algunos motogeneradores usan solamente uno, pero existen otros que usan dos (un primario y un secundario).

c.2 Sistema de enfriamiento

- Indicador de temperatura: el reloj de indicador de la misma debe estar a la mitad de la capacidad del mismo o a tres cuartos como máximo, o de -40°C a 70°C (-40°F a 158°F) que son las temperaturas de operación.
- Verificar que no hayan fugas en las mangueras, si las hay corregir las mismas.
- Verificar que no hayan fugas en el radiador, si las hay corregir las mismas.
- Reemplazar el líquido refrigerante cada tres servicios, ya que este quita el sarro que se puede formar en las paredes del radiador.
- Verificar de que no existan fugas de agua.
- Realizar limpieza al termostato si presenta sobre calentamiento o reemplazarlo si se comprueba que ya ha cumplido con su vida útil.

- Inspeccionar el respiradero de la bomba de agua, para ver si tiene fuga de agua, si tiene la fuga por este agujero, indica que hay que repararla o reemplazarla.
- Realizar limpieza en las aspas del ventilador e inspeccionar que no tengan grietas o estén lastimadas, esto puede provocar que no este enviando buena circulación de aire hacia el radiador y por consiguiente provocar calentamiento.
- Verificar que no existan fugas o calentamiento por medio del tapón de radiador, si las hay, es necesario reemplazarlo.
- La faja de ventilador tiene que estar ajustada, no tiene que estar floja, además hay que quitarla para ver si existen grietas en la parte interna de los dientes, de ahí se puede determinar si es necesario reemplazarla.

c.3 Sistema de combustible

- Verificar que el equipo tenga el tapón del tanque de combustible, a la vez que este bien colocado y ajustado, se recomienda limpiarlo.
- Los tanques de combustible generalmente son metálicos, hay que verificar de que no tengan ningún tipo de grietas por donde puedan haber posibles fugas de combustible. Se recomienda limpiarlos una vez por año. El nivel de combustible debe mantenerse a un mínimo del cincuenta por ciento de la capacidad del mismo.
- Reemplazar los filtros de combustible cada 100, 150, 200 o 500 horas, según especificaciones de cada motogenerador.

- Reemplazar cada vez que se cambie el aceite del motor las trampas de agua, también llamadas pre filtros, estos ayudan a quitar el agua que pueda llevar el combustible.
- Revisar que no existan fugas en los acoples de las tuberías y mangueras, si están muy deterioradas es necesario reemplazarlas. También hay que verificar que no estén tapadas.
- Revisar el nivel de combustible por medio de su indicador para saber a que nivel de combustible se encuentra el tanque, se recomienda tener como mínimo el cincuenta por ciento de la capacidad del mismo.
- Inspeccionar que el tanque de combustible sea abastecido solamente de diesel. Los motogeneradores de estas capacidades, solamente utilizan combustible “diesel” ya que necesitan producir alta productividad de energía eléctrica, por lo que se necesita mayor potencia en los motores, aspecto que solo brindan los motores diesel.

c.4 Sistema de admisión

- Cambiar filtro de aire cada vez que se cambia el aceite y el filtro de combustible, siempre que se revise es necesario sopletear con aire a alta presión este para que tenga mayor durabilidad.
- Reemplazar cada vez que se le cambia el aceite al motor los pre limpiadores, también llamados filtros primarios de aire, se utilizan para que la admisión de aire entre más puro al sistema, y evitar dañar el turbo del mismo.

- Inspeccionar que los conductos de aire no tengan grietas por donde pueda entrar aire contaminado, si hubiera alguna grieta deberá de reemplazar el ducto, o por el contrario sellarlo con algún material especial.
- Las uniones de conducto deben de estar bien apretadas entre los portadores de los filtros y los ductos que unen a estos con el sistema.
- Limpiar múltiple de admisión y apretar los tornillos que unen a este con el motor.
- Es necesario revisar que estén bien ajustadas las piezas que sostienen al turbo y a la vez realizarle limpieza por medio de alta presión de aire (sopletear). Este es de mucha importancia ya que, la suciedad puede dañarlo, su función principal es la de optimizar la eficiencia de potencia del motor, ya que comprime mas oxígeno de lo normal en la cámara de combustión.

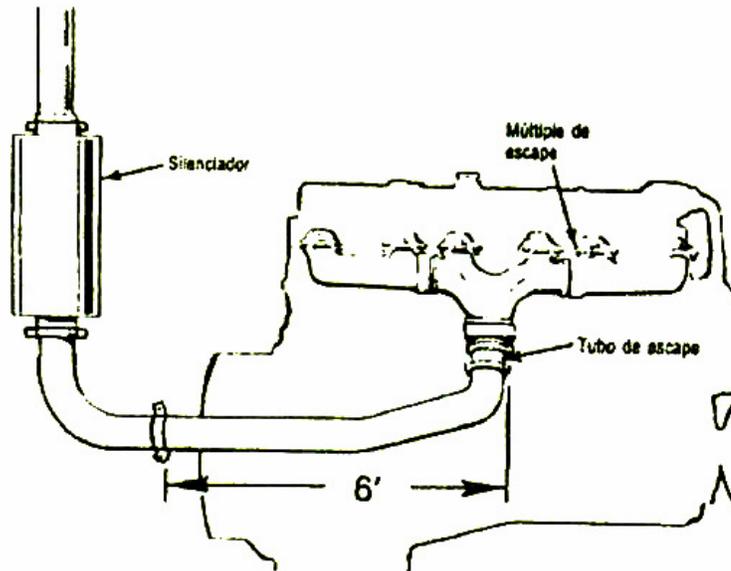
c.5 Sistema de escape

- Revisar que estén bien apretados los tornillos que sostienen el múltiple de escape a la base del motor, si no lo están puede provocar exceso de ruido acompañado de vibraciones. Revisar si es necesario cambiar el empaque que evita fugas entre la salida del motor y el múltiple, en la figura 23, página 102, se muestra el sistema de escape, el cual detalla las partes.
- Limpiar los alrededores de la tubería de escape ya que por la alta temperatura a la que llega puede provocar algún accidente si existen

materiales inflamables junto a él. Verificar que no tenga corrosión, si la existiera reemplazarla de inmediato.

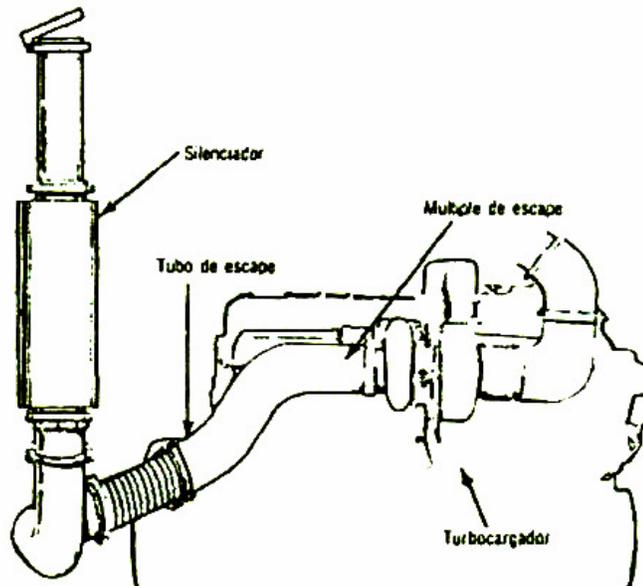
- Verificar que el silenciador esté libre de residuos de carbón, a su vez las partes por donde sale el humo de escape. Si existen grietas causadas por oxidación provocará ruidos fuera de lo normal por lo que es necesario repararlo o reemplazarlo. La figura 23 y 24, página 102, muestra la ubicación del silenciador.
- Es necesario revisar que estén bien ajustadas las piezas que sostienen al turbo compresor y a la vez realizarle limpieza por medio de alta presión de aire (sopletear). El turbo compresor es la parte opuesta al turbo de admisión o turbo cargador, lo único que esta parte cumple con desalojar el monóxido de carbono ocasionado por la combustión y dar fuerza y velocidad al turbo cargador.
- Verificar el flujo constante de salida del humo, de esta manera se tendrá una inspección adecuada de la presión de escape.

Figura 23. Sistema de escape con aspiración natural



Fuente: John Wiley & Sons, Inc. Motores Diesel y sistemas de inyección. Tomo II. Página 206

Figura 24. Sistema de escape con sobrealimentación



c.6 Sistema eléctrico

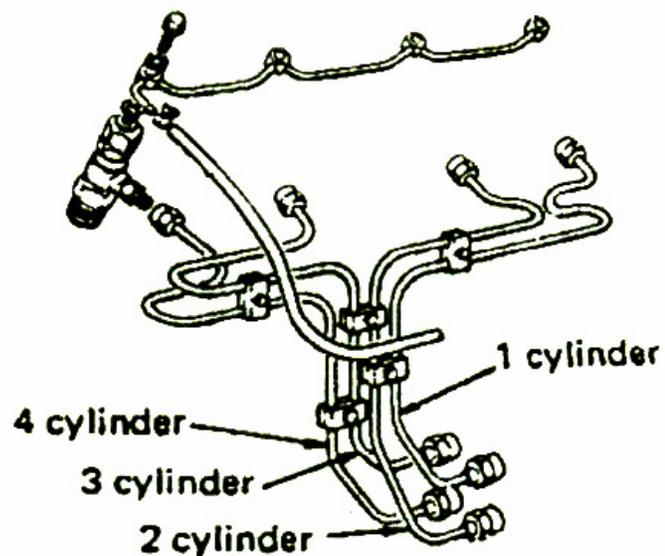
- Limpiar el sarro y suciedad de las terminales de batería, así como ajustar bien los cables a las mismas.
- Revisar y ajustar de nivel electrolítico de la batería o baterías, limpieza de sarro, comprobar de que este en buen estado, si no le esta, verificar que causo el problema, corregirlo, y cambiar la batería.
- Revisar que el cargador de batería esté cumpliendo su función, ya que es el que mantiene la batería con carga, cuando el motor y alternador no están funcionando.
- Chequear con el multímetro que la carga del alternador sea de doce voltios de salida con un diferencia de mas dos, quiere decir que el rango tiene que estar de doce a catorce voltios.
- Realizar limpieza del alternador, si presenta una sobre carga o baja carga, es necesario reparar el mismo ya que puede dañar la batería.
- Cuando se le de servicio de mantenimiento a los motogeneradores deben de arrancarse por las dos formas que hay, manual (con la correa) y eléctrico (con el interruptor), y estar seguro que no presente ningún problema. Si existiere alguna anomalía se deben revisar las bobinas del mismo, y determinar si es necesaria cambiarlas.

c.7 Sistema de inyección

- Verificar que la bomba de inyección está moviendo el combustible hacia los inyectores, esto solo en caso de que no arranque el motor, si no como rutina del mantenimiento. Las bombas de inyección de combustible de alta presión de la variedad en línea, pueden entregar mayores presiones de combustible que las disponibles de un conjunto más pequeño de bomba tipo distribuidor. La alta presión del combustible entregado a la boquilla del cilindro es obligada a pasar por una serie de orificios muy pequeños en la punta de la boquilla, que provoca un aumento de la presión de combustible inyectado.
- Sincronizar bomba de inyección solo cuando se halla desmontado la misma, ya sea por reemplazo, limpieza o cualquier otro factor. La sincronización se realiza viendo especificaciones del fabricante.
- Las tuberías de alta presión no deben ser alteradas o dañadas cuando se realicen trabajos de mantenimiento. Las tuberías de impulsión unen la bomba de inyección a los porta inyectores y van instalados sin formar ningún tipo de codos pronunciados. Su radio de curvatura no deberá ser en ningún caso inferior a 5.0 mm. En los motores de motogeneradores, las tuberías de impulsión van fijadas mediante piezas de apriete dispuestas a intervalos. Las tuberías son de tubo de acero sin soldaduras. Los tubos de presión deben ser de buena procedencia, sin costuras, exentos de farpas, lisos perfectamente y de acuerdo con la indicación del fabricante. Si los tubos no corresponden a los especificado habrá fatalmente formación de lascas que conducidas por el Diesel, llegan a los porta inyectores y toberas, dañando el asiento de la aguja,

muchas veces esas lascas son responsables por la obstrucción de la tobera o el rompimiento de la aguja, casi acanalado en frío para obtener las medidas necesarias para su utilización en diversos tipo de motores. Examinando un tubo de presión en corte se ve que su interior es liso o sea que su circularidad interna y aspereza están dentro de las especificaciones exigidas para una perfecta circulación del combustible. Para tener una idea del diseño de éstas tuberías en la figura 25, página 105, se muestra la forma que tienen.

Figura 25. Tubería de alta presión



Fuente: Isuzu Motors Company. Manual de servicio. Página 315

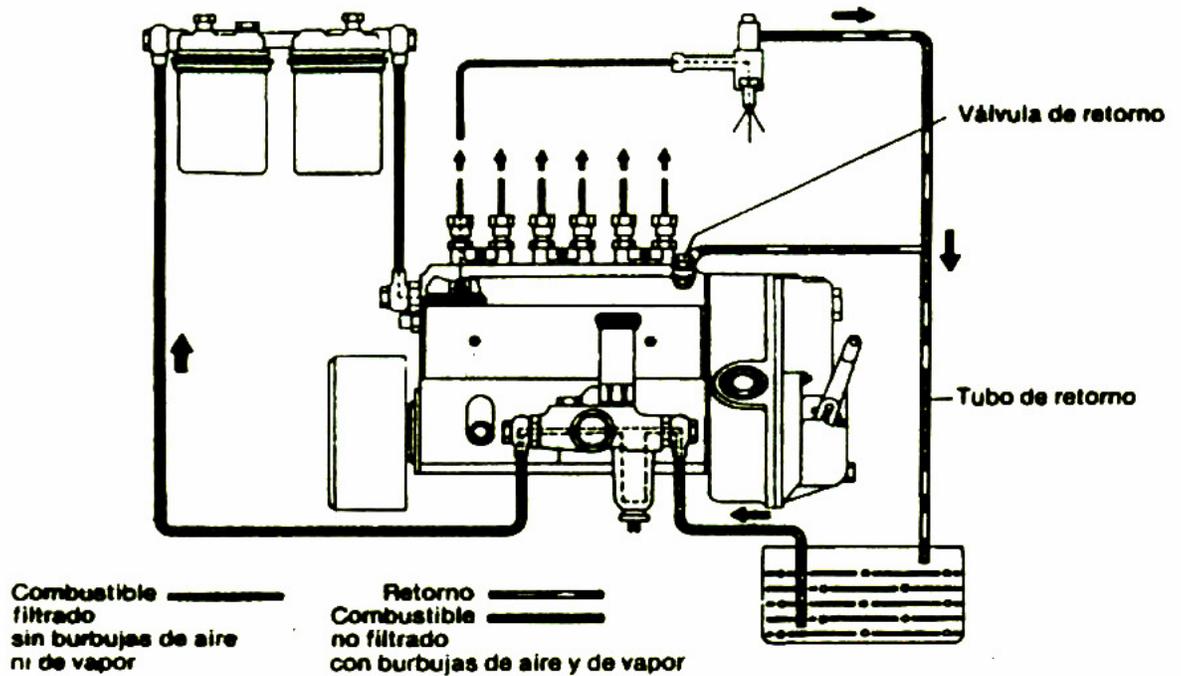
- Revisar los inyectores que por lo general no presentan fallas. Son unidades de precisión que operan durante periodos largos si se les da el mantenimiento adecuado, la parte más importante del inyector es la tobera o boquilla. La tobera dirige la cantidad medida de combustible que recibe de la bomba de inyección, a la cámara de combustión del motor.

El porta tobera también contiene el mecanismo para controlar la presión de apertura de la tobera y el conducto de retorno.

Para obtener máxima potencia y economía, es fundamental que el combustible se consuma completamente sin producir humo excesivo o hidrocarburos, monóxido de carbono u óxidos de nitrógeno. Esto se logra dispersando el combustible en forma de niebla de gotitas infinitesimalmente finas. De ese modo, la superficie de cada gotita se reduce y se obtiene una mejor combustión. La tobera se opera con la presión del combustible, la presión generada por la bomba de inyección actúa sobre el área anular expuesta de la válvula de la tobera y la levanta de su asiento tan pronto como se rebasa la fuerza del resorte del porta tobera, luego se inyecta el combustible a la cámara de combustión a través de los orificios de la tobera. El combustible que se escapa por el vástago de la válvula se regresa al tanque de combustible por la conexión de demasías o de retorno, en el porta tobera y por el conducto de retorno.

- Deben de limpiarse las tuberías de retorno y ajustar sus uniones en caso de que halla algún tipo de fuga. La tubería de retorno sirve en cualquier sistema de inyección para conducir Diesel en exceso, o que no utiliza la bomba de inyección al tanque de combustible, por medio de una válvula reguladora de presión que generalmente es del tipo balín y resorte o de orificio. Esta válvula ofrece resistencia al combustible para que se mantenga la presión en el interior de la bomba de inyección y pueda así mandar diesel a los inyectores en el momento que se requiera. El sistema de retorno se puede apreciar en la figura 26, página 107.

Figura 26. Esquema de un sistema de inyección y retorno lineal



Fuente: John Wiley & Sons, Inc. Motores Diesel y sistemas de inyección. Tomo II. Página 212

c.8 Generador

- Limpiar arnés y verificar que estén bien aislados los cables que forman a este.
- Se debe verificar si tiene conexión 110/220 Voltios o 220/480 Voltios, en conexión delta o estrella. Generalmente esto se hace en la primera instalación del motogenerador y es en base a los requerimientos del los equipos en que se vayan a utilizar

- Revisar y ajustar frecuencia si es necesario a 60 Hertz.
- Inspeccionar que el voltaje esté en 110/220 Voltios o 220/480, ajustarlo si es necesario, ya que puede existir algún altibajo en el voltaje. El motogenerador tiene un tornillo para nivelar el voltaje.
- Se debe de verificar que solamente esta consumiendo como máximo el amperaje que tiene como especificación ya que si consume más de lo especificado provoca que el motor trabaje a una capacidad más alta para el que fue diseñado.

c.9 Otros

- Revisar que el gobernador controle la velocidad apropiada del motor en función de la carga o el consumo eléctrico.
- Tomar lectura del orómetro, ya que indica las horas que lleve da uso el generador y por lo tanto se determinará cuando le toca su servicio de mantenimiento (en base a especificaciones del fabricante), generalmente lo controla el cliente y unas horas antes de su tiempo limite, avisan a la empresa que falta cierta cantidad de horas para hacerle el mantenimiento.
- Realizar limpieza general al equipo motogenerador con desengrasante o un material no abrasivo. De preferencia se recomienda hacerle este lavado a alta presión. Hacerlo siempre que se brinde un mantenimiento.

4.2 Administración del mantenimiento

Por lo general, un plan de mantenimiento se compone de una serie de controles, que deben tenerse sobre los motogeneradores a fin de poder establecer el estado de estos sin desarmar ni incurrir en grandes gastos, haciendo reparaciones innecesarias para que prolonguen al máximo su periodo de funcionamiento óptimo. Los formatos que se utilizarán para la mejor administración de los mismos son los propuestos en las figuras 29, página 119, y figura 30, página 122.

Con los formatos que se muestran se debe exigir al personal técnico que llenen todos los datos, lo cuál servirá para crear una base de datos en un sistema de cómputo, y a la vez agilizar los detalles de cada equipo así como el historial de cada cliente.

Se deberá estar en constante comunicación con almacén para que tener todo lo necesario en stock para realizar un mantenimiento en cualquier momento, es por eso que se implementará un mínimo y un máximo para cada artículo que se necesite, esto se detalla en el 4.2.4, página 123.

A continuación se darán recomendaciones para que se realice un mantenimiento efectivo.

- Es necesario tener siempre a mano el manual de mantenimiento del motor que se va a revisar, generalmente lo tiene el cliente, aunque la empresa cuenta también con ellos.
- Se deben usar las herramientas adecuadas para aflojar o apretar las piezas, con ello se evitará la rotura de las piezas del motor.

Para poder hacer revisiones o mantenimientos a los sistemas de inyección y los demás sistemas que afectan su funcionamiento, se debe tener un mínimo de herramientas básicas. La clasificación de dichas herramientas y del equipo es la siguiente:

- a) Herramientas manuales: dentro de las herramientas manuales comunes se pueden mencionar, llaves de cola y corona, llaves de copa, destornilladores, pinzas, alicates y otro gran número de herramientas clasificadas como manuales y que tienen un costo relativamente bajo. Se recomienda un juego de llaves milimétricas de cola u corona que van desde 8 mm hasta 30 mm. Un juego de llaves de copa o autocle de raíz de $\frac{1}{2}$ y que van desde 8 mm hasta 32 mm y que debe incluir un maneral de $\frac{1}{2}$ y un ratch de $\frac{1}{2}$ con dos extensiones, una corta y una larga. Dos desarmadores philips y dos de castigadera, dos alicates, un cangrejo de 12", un alicate de presión y dos alicates convencionales, dos martillos un pequeño y un grande, una sierra de mano, una lima, 2 cinceles, una llave de tubo mediana, cepillo de alambre, calibrador de válvulas y algunos otros.

- b) Herramientas y aparatos especiales: algunas operaciones de diagnóstico y afinación elementales o sencillas, requieren de ciertas herramientas o aparatos especiales para asegurar un mejor trabajo y para reducir el tiempo de diagnóstico es decir tiempo de mano de obra, entre las herramientas y aparatos especiales se pueden mencionar: el multímetro, test light, estetoscopio de mecánica, compresímetro, detector de fuga de cilindros, prensa de banco, algunos micrómetros y otros.

- Usar recambios originales, no se debe escatimar en ello si no se quiere tener desagradables sorpresas, mucho mas costosas que el ahorro producido. Antes de colocar una pieza no estándar, consultar con nuestro mecánico.
- Mantener el motor en perfecto estado de revista, un motor limpio dice mucho de la empresa que le brinda el servicio y su dueño, y es el mejor método para detectar fugas o cualquier otra avería, las averías de pintura deben de repararse para evitar corrosiones.
- Lavar el motor con un producto desengrasante no abrasivo, con cuidado de no mojar las partes eléctricas.
- Revisar los fuelles de goma, en caso de rotura cambiar inmediatamente, pueden producir averías graves si el agua entra en sitios no recomendables.

4.2.1 Personal encargado de la ejecución de tareas de mantenimiento

En la empresa se necesitará de mano de obra. En el taller o en el departamento de electromecánica, el personal encargado de la mano de obra es clasificado como: personal de mano de obra directa y de mano de obra indirecta. Para recordar estas definiciones, se mencionan en los incisos a y b, respectivamente.

a. Mano de obra directa: es considerada como todo colaborador, cuya función sea la de trabajar directamente en el mantenimiento, por ejemplo: jefes de mantenimiento, jefes de taller, mecánicos, pilotos, personal administrativo etc.

b. Mano de obra indirecta: es considerada toda aquella persona que, debido a la naturaleza de su trabajo no actúe directamente en el mantenimiento de los motogeneradores, pero contribuye a su realización. La cantidad necesaria de mano de obra indirecta dependerá de la estructura de mantenimiento y obra indirecta, los trabajos subcontratados como: Reparación de estárter, Reparaciones de sistemas de inyección son trabajos delicados que es necesario enviarlos a talleres especializados.

Para garantizar la adecuada calidad del funcionamiento, y de la calidad de mantenimiento, el departamento o taller deberá disponer de personal con los conocimientos y habilidades necesaria para la correcta y rápida ejecución de todas las tareas, en otras palabras el personal debe ser especializado, pero también deberá recibir capacitación periódica.

- **Selección de mecánicos y/o electromecánicos**

Es de suma importancia la selección de los mecánicos y/o electromecánicos, debido a que en gran medida la utilidad rendida por una empresa depende de la calidad y entrenamiento de dicho personal. Se recomienda contratar un mecánico.

Esta persona deberá tener un amplio conocimiento y destreza en mecánica y diagnóstico automotriz diesel y gasolina así como electromecánica, debido a que de él depende en mucho la rapidez con que una empresa o cliente se quede improductiva por la electricidad que le produce el motogenerador. Para seleccionar a la persona adecuada, deberán pasar por un proceso de contratación que se definirá de la página 114 a la página 118, y el cual consta de cuatro fases.

Los pasos par la contratación de personal son los que se detallan a continuación en la figura 27, página 113.

Figura 27. Ficha de requisitos para la contratación de personal

CONTRATACIÓN DE PERSONAL
<p>Todo el personal que se contrate para laborar en el departamento de mecánica debe cumplir con los requisitos establecidos a continuación:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Llenar solicitud de empleo2. Presentar papelería necesaria para solicitar plaza:<ul style="list-style-type: none">• Antecedentes penales y policíacos• Fotocopia de cédula de vecindad• Dos fotografías recientes• Curriculum Vitae• Referencias laborales de empleos anteriores3. Entrevista con Gerente de Operaciones, en la cual se explicarán las condiciones de la contratación4. Firma de contrato de trabajo y presenta 2 fotografías tamaño cédula recientes <p>Importante. La empresa no podrá contratar:</p> <ul style="list-style-type: none">◦ Persona con algún parentesco con trabajadores de la empresa.◦ Personas extranjeras, si su situación no es legal dentro del país.◦ Menores de edad, sin permiso de Ministerio de Trabajo.◦ Personas que hayan sido despedidas anteriormente.

- **El mecánico y/o electromecánico representa a la empresa y a la empresa una vez que sale de ésta.**

El mecánico y/o electromecánico debe mantenerse alerta para que su trabajo se caracterice por un adecuado nivel de eficiencia. Para esto el mecánico y/o electromecánico debe ser capaz de detectar irregularidades mecánicas para evitar futuros gastos innecesarios en reparaciones ya que en su estado inicial normalmente las fallas son fáciles de reparar y de un menor costo. Esto implica economía para la empresa eventualmente mejores ingresos para el técnico.

La selección del técnico reviste de mucha importancia para las empresas ya que sus funciones serán la de mecánico, electromecánico, piloto, electricista. Deberá requerirse al técnico los conocimientos de su trabajo e instruirle sobre los cuidados que deberá tener en cuanto a la operación y mantenimiento de los motogeneradores dentro de los límites de su capacidad.

Existen diversas formas y técnicas de selección del personal en general que pueden ser empleadas en la selección de los mecánicos y/o electromecánicos para asegurar una mejor elección. Esto dependerá en gran manera del grado de claridad con que se defina lo que se pretende encontrar, por tanto se deberá iniciar con una lista de las características de la persona que llenará el puesto, que es lo que se esperará de él, y que es lo que el puesto demandará de él.

El proceso de contratación puede distinguirse en cuatro fases:

a) Análisis de la solicitud de empleo

Un análisis de las respuestas contenidas puede proporcionar las bases sobre las cuales se tomará en última instancia la decisión. El análisis debe realizarse antes de entrevistar al candidato, y si se hace bien dará como resultado una de dos conclusiones: si el candidato no está capacitado para el puesto la entrevista siguiente será breve y terminante. Por el contrario el candidato califica la solicitud será una guía para obtener información durante la entrevista.

Figura 28. Ficha de solicitud de empleo

FICHA DE SOLICITUD DE EMPLEO				
1. DATOS PERSONALES				
NOMBRES			SEXO	
APELLIDOS			LUGAR DE NACIMIENTO	
FECHA DE NACIMIENTO			TELEFONO(S)	
NACIONALIDAD			EXTENDIDA	
No. DE REGISTRO Y CEDULA			DIRECCION	
2. FORMACIÓN				
ESTUDIOS REALIZADOS	DE(AÑO)	A (AÑO)	CENTRO EDUCATIVO	
Primaria:				
Secundaria:				
Diversificado:				
Universitarios:				
3. CAPACITACIÓN				
Indique tres eventos de capacitación en los que haya participado y que estén relacionados, al puesto que postula				
Tipo de evento	Nombre del evento	Fecha inicio	Fecha Fin	Duración
(curso, taller, seminario)				

Continuación figura 28.

4. CONOCIMIENTOS DE IDIOMAS		
¿Habla otro idioma?	¿Cuál?	Nivel de 1 a 10
5. CONOCIMIENTOS DE COMPUTACIÓN		
Conocimientos de computación		
Access		Word
Power point		Internet
Excel		
Otros conocimientos de cómputo		
6. EXPERIENCIA LABORAL		
Indicar las dos ultimas y/o instituciones donde laboró empezando por la más reciente		
Empresa		Área
Cargo		Ingreso Menssual Q.
Fecha de inicio		Motivo de
Fecha de fin		Cese
Nombre Jefe Inmediato		
Cargo de jefe inmediato		Teléfono
Empresa		Área
Cargo		Ingreso Menssual Q.
Fecha de inicio		Motivo de
Fecha de fin		Cese
Nombre Jefe Inmediato		
Cargo de jefe inmediato		Teléfono
Pretensión Salarial Q.		
<p>Declaro bajo juramento que la información que he brindado, la he formulado en honor a la verdad. Asimismo autorizo a esta EQUISEGUA, S.A. a verificar los datos y/o a solicitar referencias laborales.</p>		
<p>_____</p> <p>Lugar y fecha</p>		<p>_____</p> <p>Firma</p>

b) La entrevista

Es sin duda la parte más importante del proceso de selección, es el punto de contacto en que se toma la mayoría de las decisiones en cuanto a contratar o no. El entrevistador no solo debe conocer bien el trabajo sino estar en condiciones de comunicar esto al solicitante. Una breve descripción de las funciones, responsabilidades, rendición de cuentas, etc. Relacionadas al empleo, alentarán al candidato y en forma contraria desalentarán al que no califica.

Para el caso de mecánicos y/o electromecánicos es buena práctica complementar la entrevista con una prueba sobre la marcha con un motogenerador, y evaluar de esta manera sus conocimientos del trabajo y su responsabilidad en el trato servicio del mantenimiento. Podrá observarse la manera en que realiza un servicio de mantenimiento, la limpieza con la que trabaja, forma de utilizar el multímetro, la forma de leer el panel de control si lo hubiese, la forma de manejar ya que se le asignará un vehículo, y no se pretende el daño prematuro de este.

c) Verificación de referencias

Se hará únicamente con los candidatos que demuestren en una entrevista a fondo que están calificados. Como mínimo se deberá tratar de verificar la información trascendente y de ser posible obtener información adicional con respecto a, asistencia, puntualidad, cantidad y calidad de trabajo, actividades con respecto al empleo, a los superiores, a los compañeros y a los subordinados si los hubiera, teniendo cuidado de determinar la validez de la fuente de información.

d) La decisión final

Por último se escoge al mejor de los candidatos y termina la selección, es importante hacer notar que la inversión de tiempo y esfuerzo en la selección, se recuperará con creces al reducir todos los posibles riesgos que conlleva un error en este aspecto. La decisión final la debe tomar el gerente de operaciones.

4.2.2 Órdenes de trabajo o de servicio

Se tomaron de base las actuales, realizando algunas mejoras que se muestran en la figura 29, página 119. Este formato está estandarizado para brindar servicio de mantenimiento a cualquier tipo y capacidad de motogenerador. En este nuevo formato se distingue cuales son los datos y especificaciones del motor como del generador, además de establecer la rutina o pasos que se deben de tomar en cuenta para realizar un servicio de mantenimiento. En la figura 29, página 119, se detalla la ficha de orden de servicio propuesta la cual es más completa en cuanto a recopilación de datos así como para efectuar un mejor servicio de mantenimiento.

Figura 29. Ficha de orden de servicio propuesta

<p style="text-align: center;">EQUISEGUA, S.A. Equipos y Servicios Eletromecánicos de Guatemala Calzada Aguilar Batres 38-48 Z. 11, Guatemala, C.A. Tels: 2423-3700; Tels. De emergencia 5403-1970 www.equisegua.com</p>												
No. Orden 00015				Fecha								
<u>Datos de Motor</u>				<u>Datos de generador</u>				<u>Cliente</u>				
Marca				Marca				Contacto				
Modelo				Modelo				Dirección				
Serie				Serie				Tel.				
r.p.m.				Kva				Motivo				
Horas:				Conexion				Técnico				
No.	Identificación	I	A	R	No.	Identificación	I	A	R			
A	Motor				E	Sistema de Escape						
1	Aceite				1	Múltiple de escape						
2	Nivel de aceite				2	Tubería de escape						
3	Presión de aceite				3	Silenciador						
4	Filtros de aceite				4	Turbo compresor						
B	Sistema de enfriamiento				5	Presión de escape						
1	Indicador de temperatura				F	Sistema eléctrico						
2	Mangueras				1	Terminales de batería						
3	Radiador				2	Cargador de batería(s)						
4	Refrigerante (Nivel)				3	Batería(s)						
5	Fugas de Refrigerante				4	Carga de alternador						
6	Termostato				5	Alternador						
7	Bomba de Agua				6	Motor de arranque						
8	Ventilador				G	Sistema de inyección						
9	Tapón de radiador				1	Bomba de inyección						
10	Faja de ventilador				2	Sincronización de bomba						
C	Sistema de combustible				3	Tubería alta presión						
1	Tapón de tanque				4	Inyectores						
2	Tanque				5	Tubería de retorno						

Continuación figura 29.

3	Filtro(s) de combustible					6	Carburador			
4	Trampas de agua					H	Generador			
5	Tubería y mangueras					1	Arnés			
6	Indicador de combustible					2	Conexión			
7	Varillas o cables de acel.					3	Frecuencia (hertz)			
8	Combustible					4	Voltaje (voltios)			
D	Sistema de admisión					5	Amperios			
1	Filtro de aire					6	Ajuste de Frecuencia			
2	Pre limpiadores					I	Otros			
3	Conductos de aire					1	Gobernador			
4	Uniones de conducto					2	Nivel de contaminación			
5	Múltiple de admisión					3	Rendimiento de comb.			
6	Intercooler (Turbo)					4	Urómetro			
						5	Limpieza general			
I = INSPECCION		A = AJUSTE				R = REEMPLAZO				
Hora de llegada		Hora de salida				Total hrs.:				
Hrs. De viaje		Hrs. extra				Cant. Técnico(s):				
Km de salida:		Km de entrada:				Total Kms:				
Firma y sello del cliente		Fecha de entrega				Firma de Técnico				

4.2.3 Reportes de ejecución de trabajos de mantenimiento

Este reporte servirá para ir creando un registro de los datos de clientes, ahorrará tiempo, puesto que se tendrán los datos que necesitan para realizar un servicio de mantenimiento. Este solo servirá para llevar un control interno de registro de datos.

La figura 30, página 122, muestra el formato propuesto para crear una base de datos así como el historial de cada equipo por cliente.

Figura 30. Ficha de reporte de ejecución de trabajos

REPORTE DE EJECUCION				
CLIENTE:				
UBICACIÓN:				
MANTENIMIENTO: Mensual, bimensual, otro.				
<u>DATOS DE MOTOR</u>			<u>DATOS DE GENRADOR</u>	
Marca			Marca	
Modelo			Modelo	
Serie			Serie	
R.p.m.			Kw / Kva	
No. Filtro de aire		No. Filtro(s) combustible		No. Filtro(s) aceite
_____		_____		_____
_____		_____		Cant. De aceite: _____ gl.
HISTORIAL DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO				
No.	Fecha	Trabajo	No. O.D.S	No. Req.
1	22-ene-2005	Servicio	00015	584
2	22-feb-2005	Mantenimiento	00115	896
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
Firma de técnico		Firma de supervisor		Firma y sello del cliente

4.2.4 Stock de bodega

Para no tener problemas de atraso, en cuanto a ejecución del servicio de mantenimiento, se debe de tener un stock mínimo, la función de éste es, evitar la escasez filtros, aceite, insumos, etc., en función de que exista un atraso del proveedor en cubrir un pedido. Es necesario llevar en bodega un control de lo que se consume para poder así determinar que cantidad de material pedir.

A continuación se presentarán los parámetros y fórmulas a utilizar en una adecuada política de inventarios:

- **Existencia inicial:** es la cantidad mínima de materiales, insumos, etc. que se considera indispensable para que los trabajos se realicen sin contratiempos.
- **Consumo proyectado:** son los pronósticos de consumos de materiales, en este caso se utilizarán los que se han consumido en cierto período de tiempo.
- **Política de reorden:** se le llama así al tiempo promedio de duración de los pedidos efectuados anteriormente, este tiempo se considera desde la elaboración de la requisición, hasta la llegada de los materiales.

$$P_R = \frac{\sum \text{de Tiempos de duración de pedido}}{\text{No. de pedidos}}$$

- **Política de stock mínimo:** se llama así a la diferencia que pueda existir, entre la duración más grande en la entrega de un pedido y la política de reorden.

$$P_{SM} = \text{Tiempo máximo} - P_R$$

- **Stock mínimo:** es la cantidad mínima de existencia de un artículo, con el objeto que garantice una existencia mínima.

$$S_{Min} = \frac{\text{Consumo proyectado} * \text{Política de stock mínimo}}{\text{No. de meses de utilización}}$$

- **Stock máximo:** la función del stock mínimo, es evitar la escasez de materiales, en función de que exista un atraso del proveedor en cubrir un pedido, el stock máximo lo determina tanto la existencia inicial al empezar cada trabajo, como la cantidad en existencia al momento de efectuar un pedido.
- **Cobertura:** conocida también como línea teórica de consumo, se encarga de definir el consumo que se tiene programado. Muestra el tiempo en que se consumirá la cantidad óptima de pedido.

$$LTC = \frac{\text{Existencia inicial} * \text{No. De meses de consumo}}{\text{Consumo proyectado}}$$

- **Nivel de reorden:** con base a la cantidad existente de lubricantes, define el nivel exacto de lubricantes para efectuar un pedido de los mismos. Nivel de Reorden Real (NRR).

$$NR = \frac{\text{Consumo proyectado} * \text{Política de reorden}}{\text{No. de meses de utilización}}$$

- **Cantidad óptima de pedido:** es la cantidad exacta a solicitar en un pedido, para garantizar el funcionamiento eficiente del taller de servicios, sin contratiempos debidos a escasez de materiales.

$$Q_{op} = NRR + 2.5 S_{min}$$

$$Q_{op \text{ pedido}} = Q_{op} - S_{min}$$

4.2.4.1 Filtros

Para realizar el cálculo de que cantidad será óptima para mantener en stock, se utilizarán los datos de la tabla III, página 68 a 70, del capítulo 3. Esta siguiente tabla indica el consumo de cada filtro, del total consumido. Se toma como base el trimestre ya que es el tiempo de consumo promedio de los filtros con la cantidad que aparece. En el momento que las unidades lleguen al stock mínimo se deberán pedir las cantidades faltantes. Se procederá a utilizar las fórmulas para el cálculo del stock mínimo. Las tablas V, VI y VII, páginas 127 y 128 muestran los resultados de la cantidad óptima a pedir de cada filtro así como cuando efectuar el o los pedidos.

Historial de entrega del proveedor de filtros

Pedido 1 = 1 días

Pedido 2 = 1.5 días

Pedido 3 = 2 días

Pedido 4 = 1 días

Cálculo de política de reorden

$$P_R = \frac{\sum \text{de Tiempos de duración de pedido}}{\text{No. De pedidos}}$$

$$P_R = \frac{1+1.5+2+1}{4} = 1.375 \text{ días (0.0458 meses)}$$

Cálculo de política de stock mínimo

$$P_{SM} = \text{Tiempo máximo} - P_R$$

$$P_{SM} = 2 - 1.375 = 0.625 \text{ días (0.021 meses)}$$

Cálculo de línea teórica de consumo

$$LTC = \frac{\text{Existencia inicial} * \text{No. De meses de consumo}}{\text{Consumo proyectado}}$$

$$LTC = \frac{2 \text{ unidades} * 3 \text{ meses}}{18 \text{ unidades}} = 0.33 \text{ meses (10 días)}$$

Cálculo de stock mínimo

$$S_{Min} = \frac{\text{Consumo proyectado} * \text{Política de stock mínimo}}{\text{No. de meses de utilización}}$$

$$S_{Min} = \frac{18 \text{ unidades} * 0.0208 \text{ meses}}{3 \text{ meses}} = 0.12 \text{ unidades} = 1 \text{ unidad}$$

Cálculo nivel de reorden

$$NR = \frac{\text{Consumo proyectado} * \text{Política de reorden}}{\text{No. de meses de utilización}}$$

$$NR = \frac{18 \text{ unidades} * 0.0458 \text{ meses}}{3 \text{ meses}} = 0.275 \text{ unidades} = 1 \text{ unidad}$$

Cálculo nivel de reorden real

$$NRR = NR + S_{\min}$$

$$NRR = 1 \text{ unidad} + 1 \text{ unidad} = 2 \text{ unidades}$$

Cálculo de cantidad óptima de pedido

$$Q_{op.} = NRR + 2.5 (S_{\min})$$

$$Q_{op.} = 2 \text{ unidades} + 2.5 (1 \text{ unidad}) = 4.5 \text{ unidades} = 5 \text{ unidades}$$

Cálculo de cantidad óptima real de pedido

$$Q \text{ op. Pedido} = Q_{op} - S_{\min}$$

$$Q \text{ op. Pedido} = 5 - 1 = 4 \text{ unidades}$$

Tabla V. Stock mínimo de filtros de aire

No.	LTC	S _{min}	NR	NRR	Q _{op}	Q _{op pedido}
1	0.33 meses (10 días)	1	1	2	5	4
2	1.2 meses (36 días)	1	1	2	5	4
3	0.6 meses (18 días)	1	1	2	5	4
4	0.53 meses (15 días)	1	1	2	5	4
5	0.6 meses (18 días)	1	1	2	5	4
6	0.47 meses (14 días)	1	1	2	5	4
7	0.75 meses (22 días)	1	1	2	5	4
8	1.12 meses (33 días)	1	1	2	5	4
9	1 mes (30 días)	1	1	2	5	4

Tabla VI. Stock mínimo de filtros de aceite

No.	LTC	S _{min}	NR	NRR	Q _{op}	Q _{op pedido}
1	0.65 meses (19 días)	1	1	2	5	4
2	0.8 meses (24 días)	1	1	2	5	4
3	0.68 meses (20 días)	1	1	2	5	4
4	0.63 meses (18 días)	1	1	2	5	4
5	0.68 meses (20 días)	1	1	2	5	4
6	0.75 meses (22 días)	1	1	2	5	4
7	0.63 meses (18 días)	1	1	2	5	4
8	0.82 meses (24 días)	1	1	2	5	4
9	1 mes (30 días)	1	1	2	5	4
10	0.75 meses (22 días)	1	1	2	5	4
11	0.8 meses (24 días)	1	1	2	5	4
12	0.7 meses (21 días)	1	1	2	5	4

Tabla VII. Stock mínimo de filtros de combustible

No.	LTC	S _{min}	NR	NRR	Q _{op}	Q _{op pedido}
1	0.7 meses (21 días)	1	1	2	5	4
2	0.8 meses (24 días)	1	1	2	5	4
3	0.64 meses (19 días)	1	1	2	5	4
4	0.67 meses (20 días)	1	1	2	5	4
5	0.67 meses (20 días)	1	1	2	5	4
6	0.75 meses (22 días)	1	1	2	5	4
7	0.8 meses (24 días)	1	1	2	5	4
8	0.67 meses (20 días)	1	1	2	5	4
9	0.75 mes (22 días)	1	1	2	5	4
10	0.9 meses (27 días)	1	1	2	5	4
11	0.75 meses (22 días)	1	1	2	5	4
12	0.64 meses (19 días)	1	1	2	5	4

4.2.4.2 Fajas

Se utilizará el mismo factor de los filtros para el stock de fajas con la diferencia de que el período de tiempo que se tomará será anual ya que su consumo es menor. Los datos que se toman son de la tabla III, páginas 68 a 70, capítulo 3. La tabla VIII, página 129 muestra los datos referentes al sock .

Historial de entrega del proveedor de fajas

Pedido 1 = 1 días

Pedido 2 = 2 días

Pedido 3 = 1.5 días

Tabla VIII. Stock mínimo de fajas

No.	LTC	S _{min}	NR	NRR	Q _{op}	Q _{op pedido}
1	7.2 meses (216 días)	1	1	2	5	4
2	8 meses (240 días)	1	1	2	5	4
3	6 meses (180 días)	1	1	2	5	4
4	6 meses (180 días)	1	1	2	5	4
5	1 mes (30 días)	1	1	2	5	4

4.2.4.3 Aceite

Su consumo es alto por lo que para mantener un stock aceptable se manejará mensualmente. El consumo de aceite es la base para realizar un servicio de mantenimiento. Los datos que se toman son de la tabla III, páginas 68 a 70, capítulo 3. La tabla IX, página 130 muestra todos los datos referentes al stock.

Historial de entrega del proveedor de aceite

Pedido 1 = 1 días

Pedido 2 = 1 días

Pedido 3 = 0.5 días

Pedido 4 = 0.5 días

Tabla IX. Stock mínimo de aceite 15W40

No.	LTC	S _{min}	NR	NRR	Q _{op}	Q _{op pedido}
1	0.26 meses (7.8 días)	1	2	3	6	5

4.2.4.4 Batería

Las baterías o acumuladores son poco frecuentes, pero es necesario siempre llevarlas en rutas de mantenimiento al menos una de cada capacidad (de 40, 50 y 70 amperios respectivamente), el tiempo que se tomará para tener el stock mínimo y máximo será de seis meses, esto se ha determinado en base al uso de las mismas. El tipo de batería que se debe usar es la que pueda dársele mantenimiento. Los datos que se toman son de la tabla III, páginas 68 a 70, capítulo 3. La tabla X página 130, muestra los datos referentes al las políticas de stock.

Historial de entrega del proveedor de baterías

Pedido 1 = 1 días

Pedido 2 = 0.5 días

Pedido 3 = 0.5 días

Pedido 4 = 1 días

Tabla X. Stock mínimo de baterías

No.	LTC	S _{min}	NR	NRR	Q _{op}	Q _{op pedido}
1	3.6 meses (108 días)	1	1	2	5	4
2	3 meses (90 días)	1	1	2	5	4
3	3 meses (90 días)	1	1	2	5	4

4.2.5 Proveedores

El departamento de compras debe tener la mayoría de proveedores que hagan la entrega de material a domicilio, repuesto u otro que se utilice, esto ahorrará costos y tiempo para la empresa. Es necesario que la empresa tenga crédito con la mayoría de proveedores ya que ayudará a manejar de mejor manera el flujo de efectivo, generalmente todos los cobros realizados por la empresa a los clientes son al crédito, y esto hace que el flujo de efectivo dentro de la organización sea poco. Se llevará un control de todos los proveedores, llenando el formato de registro de proveedores que aparece en la figura 31, página 132, esto ayudará a determinar la cantidad de proveedores vigentes con los que se cuenta, y a la vez localizar de manera más rápida y efectiva a cada uno.

Se debe exigir a los encargados de compras realicen revisión de cada material que solicitan, existen algunos materiales que debido a que no se permiten devoluciones por parte del proveedor no son los apropiados y la empresa se tiene que quedar con ellos, ocasionando así un almacenamiento innecesario de un material que no se necesita.

4.2.6 Insumos

Para tener una alta productividad es necesario que los insumos tengan el costo más bajo posible. La productividad es igual a la producción o lo producido total entre los insumos. Quiere decir que la productividad es inversamente proporcional a los insumos.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producido}}{\text{Insumos}}$$

Lo producido es el costo de tiempo y la calidad del trabajo que efectúa el personal en los servicios de mantenimiento con el cliente. Los insumos por otra parte son todos los materiales y herramientas necesarias que permiten realizar el trabajo en el menor tiempo posible, por eso es necesario tener un buen stock de todo el material que se utilizar con regularidad.

La persona encargada de compras debe de conseguir la aprobación del gerente de operaciones para realizar compras en las que abarca la cantidad necesaria para un trimestre como mínimo y no para una o dos semanas como se está manejando actualmente. Posterior a la aprobación y a la compra de materiales, debe seguirse manteniendo el stock en óptimas condiciones.

4.2.7 Clientes

Debe de mantener una comunicación inmediata con el cliente luego de que el técnico lo haya visitado para brindarle el servicio, esto ayudará a que el cliente quede satisfecho, y a la vez se verifique que se hizo un buen trabajo. Deben de tomarse en cuenta todas las quejas y sugerencias de los clientes para mejorarle el servicio brindado en cada visita. Esta función debe quedar a

cargo del jefe de servicios, quien a la vez debe de velar por tener control y registro de los trabajos que se realizan con cada cliente.

4.2.8 Materiales utilizados

Debe de existir una devolución de materiales para cada proyecto o servicio de mantenimiento, esto reducirá los costos, y mejorará la productividad de los servicios de mantenimiento brindados. Deben utilizarse solamente los necesarios, dentro de los cuales se mencionan:

- Filtros de combustible
- Filtros de aire
- Filtros de aceite
- Aceite 15W40
- Refrigerante
- Silicones
- Detergente
- Desengrasantes (para manos y motores)
- Bujías (si es motor gasolina)
- Trapos para limpieza

4.3 Estandarización de las actividades de mantenimiento

Existen dos tipos de práctica para la ejecución de mantenimientos. La primera es hacer el servicio de mantenimiento dentro de la empresa, ya sea por que el equipo motogenerador haya sido trasladado al taller de la empresa, o, que el técnico vaya hacia el equipo del cliente. La figura 32, página 137, muestra el proceso estandarizado propuesto, de los pasos que deben seguirse para realizar un servicio de mantenimiento dentro o fuera de la empresa, se debe tomar en cuenta que el tiempo de servicio es el que varia dependiendo del la capacidad del equipo al que se prestará el servicio. Para efectos del diagrama se toma en cuenta el tiempo máximo para realizar un servicio.

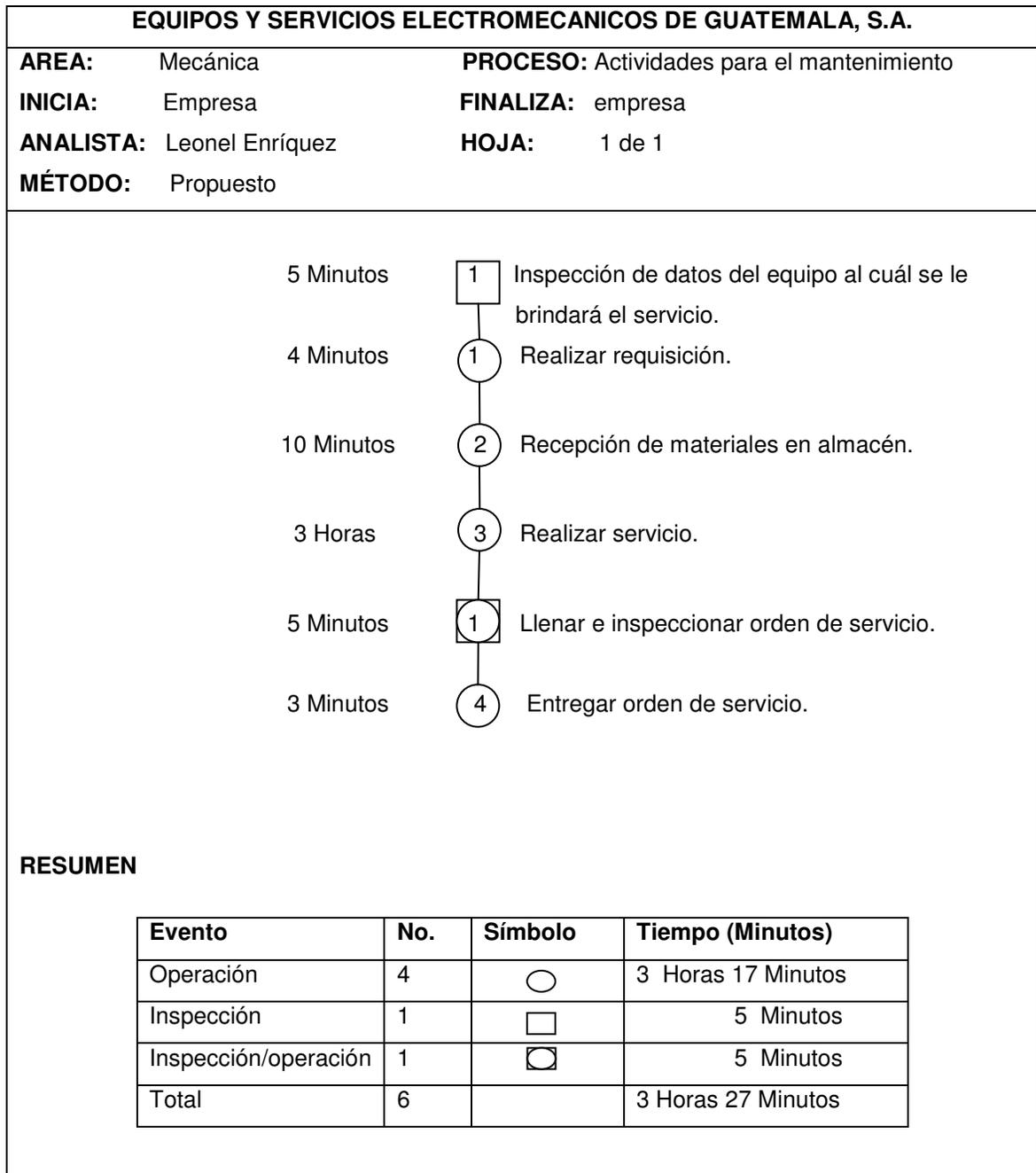
No importa si el servicio de mantenimiento se realice dentro o fuera de la empresa, ya que, en la ficha de orden de servicio propuesta en la figura 29, página 119, se deben de colocar los datos de hora de entrada y hora de salida.

Para realizar dichas actividades de mantenimientos se realizarán los siguientes pasos:

- Verificar datos del motogenerador: número de filtros, cantidad de aceite, refrigerante, etc.
- Realizar requisición: es la solicitud de materiales a utilizar.
- Recepción de materiales de almacén.
- Hacer el servicio: dentro o fuera de la empresa.

- Llenar la orden de servicio: verificar que estén todos los datos de la misma. Se recomienda no dejar ningún espacio en blanco. Si es cliente nuevo llevar datos para crear reporte de ejecución de servicio de mantenimiento.
- Entregar orden de servicio: deberá hacerse al departamento de logística. Este se encargará de hacer el registro necesario, y el seguimiento de las mismas.

Figura 32. Diagrama de operaciones del proceso para la estandarización de actividades de mantenimiento



4.3.1 Cálculo de tiempos para realizar la tarea

Se determinó que para realizar los servicios de mantenimiento se debe cumplir con un límite de tiempo para efectuarlos según la capacidad de cada generador. Estos tiempos han sido promediados para que solamente sea un técnico quien ejecute el trabajo. La tabla XI, pagina 138, muestra los tiempos límites de ejecución de trabajo para cada equipo.

Tabla XI. Tiempo necesario para realizar un servicio de mantenimiento

Rango de capacidad de Generador	Tiempo min.	Tiempo max.
5 a 10 Kw	30 min.	45 min.
15 a 20 Kw	45 min.	1 hora
20 a 75 Kw	1 hora	3 horas

4.3.2 Eliminar revisiones innecesarias

Para optimizar el tiempo, el técnico encargado de efectuar el trabajo, solamente debe realizar lo indicado tanto por su jefe inmediato como los datos de la orden de servicio. Esto economizará tiempo y dinero para la empresa. Se debe de llamar la atención al personal cuando se tarden más del tiempo debido.

4.4 Programa de mantenimiento

Se debe de enviar al cliente las fechas y datos del técnico que lo visitará para realizar el mantenimiento. Las fechas pueden ser establecidas por la empresa y confirmadas por el cliente con base a un cronograma. La programación debe de efectuarse por mes, la figura XVI, pagina 141, muestra el cronograma propuesto para la programación de los mantenimientos.

4.4.1 Clasificación de mantenimientos mensuales, bimensuales, trimestrales

Esta es una manera sencilla de clasificar los mantenimientos, debe usarse el mismo para los mensuales y trimestrales y verificar cuando coinciden unos con otros para programar los servicios de mantenimientos futuros. La tabla XXII brinda una mejor idea de cómo llevar este control. Cuando se tenga un cliente nuevo sólo debe agregarse al formato ya propuesto.

Tabla XII. Listado de mantenimientos bimensuales

No.	Capacidad	Cliente	Ubicación
1	8 Kw	Opciones y mas	12 av. 11-30 Z. 12 (Trébol)
2	8 Kw	Opciones y mas	15 calle 12-40 Z. 10
3	10 Kw	Textiles de Guatemala	Km. 12.5 Carretera al Atlántico
4	10 Kw	Textiles de Guatemala	15 av. 5-40 Z. 1 Villa Nueva
5	12 Kw	Textiles de Guatemala	14 Calle 11-40 Z. 7
6	15 Kw	Sabropan	Calz. Roosevelt 15-20 Z. 7
7	15 Kw	Save the children	Chiquimula 12 Calle 0-45 Z,2
8	15 Kw	Electracasa	Zacapa Frente a municipalidad
9	20 Kw	Restaurante chapín	7 av 11-00 Z. 9
10	23 Kw	Mercan S.A.	Frente a parque de Villanueva Z.1

4.4.2 Clasificación de las frecuencias de ejecución de mantenimientos

Básicamente es un cronograma de actividades. Este tipo de tabla brindará un soporte general para determinar los tipos de mantenimiento que deben de ejecutarse, a la vez cuando existirán meses en que coincidirán dos o tres tipos de mantenimiento.

Si se ve la tabla XIII, página 140, se muestra que en el mes de enero se deben de realizar los mantenimientos mensuales y bimensuales, por lo que es necesario programar en cronograma los días de ese mes en que se ejecutarán los mismos como se muestra en la tabla XIV, página 141. En el mes de febrero se deberán de ejecutar los mantenimientos mensuales y semestrales. En el mes de marzo los mensuales, bimensuales y trimestrales, este es un mes muy cargado en cuanto a trabajo por realizar, por lo que se debe ser cuidadoso para realizar un buen cronograma con efectivas rutas de mantenimiento.

Tabla XIII. Frecuencias de mantenimientos anuales

No. de cliente	Capacidad de equipos	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
23	10 Kw	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	10 Kw	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	15 Kw	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	20 Kw	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	20 Kw	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22	23 Kw	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Clientes Bimensuales													
11	8 Kw	X		X		X		X		X		X	
12	10 Kw	X		X		X		X		X		X	
27	13 Kw	X		X		X		X		X		X	
8	13 Kw	X		X		X		X		X		X	
50	15 Kw	X		X		X		X		X		X	
72	75 Kw	X		X		X		X		X		X	
Clientes Trimestrales													
62	5 Kw			X			X			X			X
5	10 Kw			X			X			X			X
28	12 Kw			X			X			X			X
49	27 Kw			X			X			X			X
91	27 Kw			X			X			X			X
73	50 Kw			X			X			X			X
Clientes Semestrales													
8	50 Kw		X						X				
83	75 Kw		X						X				
86	75 Kw		X						X				

Tabla XIV. Programación mensual de personal técnico en base a mantenimientos

MES DE MARZO		SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4															
No.	Cliente	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
	Mensual																																					
1																																						
2																																						
3																																						
4																																						
5																																						
6																																						
	Bimensual																																					
7																																						
8																																						
9																																						
10																																						
11																																						
12																																						
	Trimestral																																					
13																																						
14																																						
15																																						
16																																						
17																																						
18																																						

4.5 Control de mantenimiento

Es necesario crear sistemas de control los cuales ayuden a minimizar costos y tiempo de materiales y de operación. Los sistemas de control son los que distinguen el éxito o fracaso de las empresas.

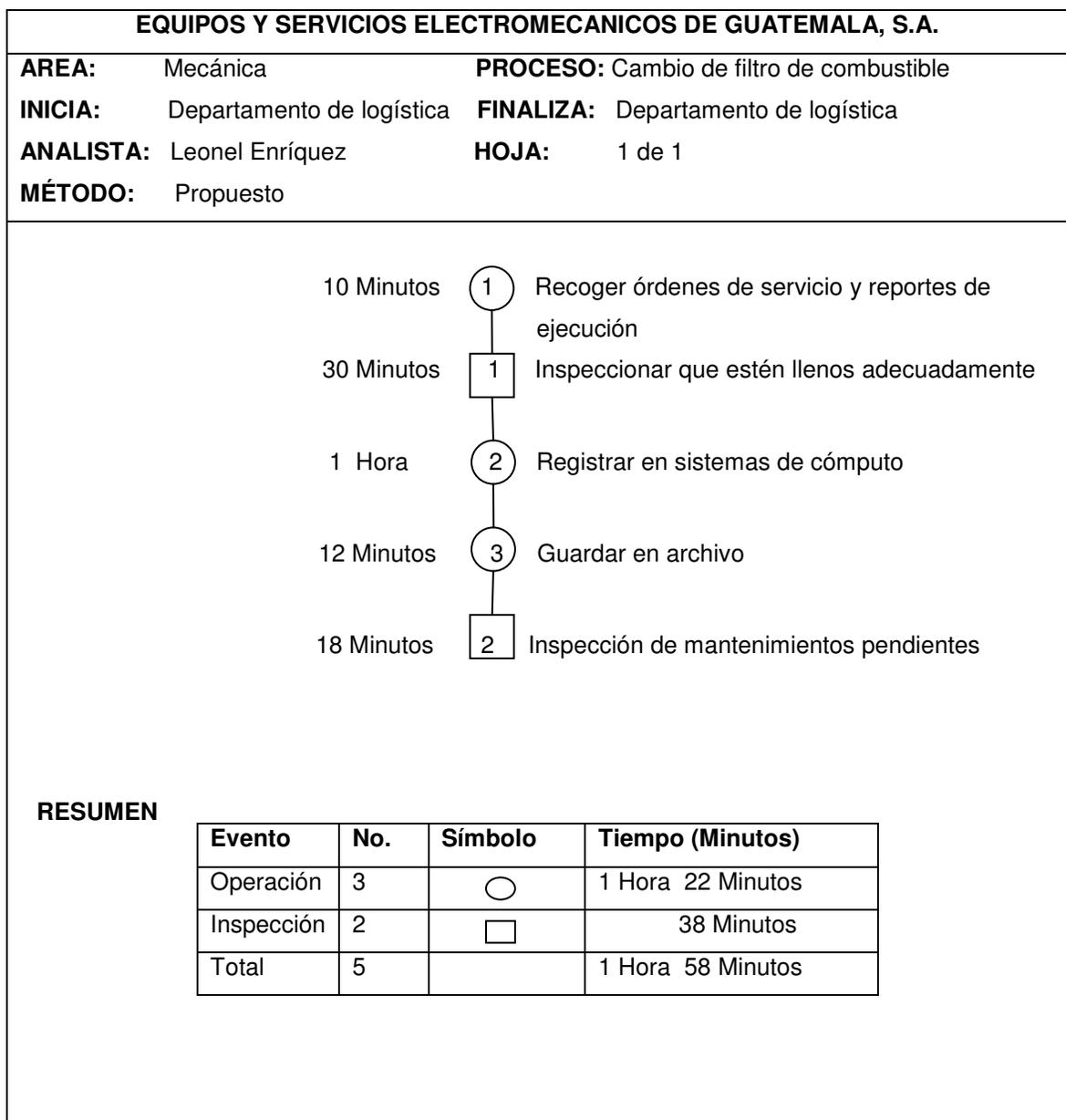
4.5.1 Procedimientos de control

Las normas que se deben implementar para tener un control sobre lo que se está ejecutando y no provocar retraso en la ejecución del servicio de mantenimientos son las que se describen a continuación:

- Revisión de bodega del stock mínimo para realizar mantenimiento.
- Revisar que el material solicitado por el técnico sea el adecuado tanto en cantidad como en capacidad. No dar aceite, filtros etc., más de lo debido.
- Verificar que se lleve el tiempo promedio de ejecución de cada trabajo. Caso contrario hacer llamada de atención.
- El jefe encargado debe salir con el técnico en algunas ocasiones para verificar como está realizando el trabajo.
- Verificar la presentación personal del equipo técnico.

Para tener un control administrativo eficiente se debe seguir el diagrama de operaciones de proceso de la figura 33, página 143 el cuál permite que se registren y controlen los equipos de los clientes.

Figura 33. Diagrama de operaciones del proceso para el control eficiente de ordenes de servicio y reportes de ejecución de trabajos



4.5.2 Formatos de registro de mantenimiento

Los que se utilizarán para el registro de mantenimiento son las órdenes de trabajo o de servicio, las requisiciones o solicitudes de material a almacén, y los reportes de ejecución de trabajos, ver figura 29, página 119 y figura 30 página 122. Además se proponen a continuación otros formatos que ayudarán a tener un mejor control y registro de cada trabajo.

4.5.2.1 Ficha técnica basada en horas de trabajo

Dependerá del tipo y capacidad del motogenerador al que se esté brindando el servicio, ya que el mantenimiento basado en horas de trabajo se ejecutará con base a especificaciones del fabricante. En la siguiente tabla, figura 34 página 145, se muestra la ficha técnica propuesta la cuál deberá ser utilizada en el mantenimiento. Esta ficha la debe de tener cada equipo o cliente para llevar un mejor control.

Figura 34. Ficha técnica basada en horas de trabajo

EN CASO DE EMERGENCIA: Llamar al 54031970, Atención inmediata 24 horas, los 365 días del año

Nota: Los bajos costos de mantenimiento dependerán de los servicio efectuados periódicamente al equipo de motogeneración según las especificaciones del fabricante.

CHEQUEAR CADA	HORAS DE OPERACION													
	100	150	200	500	1000	1500	2000	2500	3500	4000	4500	5000	5500	6000
Revisar	I			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Batería	I			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
Fajas		R		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Aceite		I		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Filtro de aire		R		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Filtro de aceite		R		R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Filtro de combustible			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Nivel de refrigerante			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Compresor de aire			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Sistema de descarga			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Tanque de combustible			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Presión de aceite			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Alternador			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Presion del cigüeñal			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

REVISAR DIARIAMENTE
Aceite
Combustible
Sistema refrigerante
Turbo cargador

4.5.2.2 Control de órdenes de trabajo

El control de las mismas estará a cargo del departamento de logística quienes revisarán y almacenarán las mismas. Este departamento verificará que todos los servicios de mantenimientos programados ya estén hechos y que no quede ninguno por realizar. El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Recibir órdenes de trabajo.
- Verificar que no quede ninguna pendiente por realizar.
- Ingresar trabajos realizados en las fichas propuestas, y en un sistema de cómputo con el formato de la ficha propuesta en la figura 30, página 122.
- Almacenar en orden alfabético en un archivo las órdenes de trabajo.

4.5.2.3 Historial de órdenes de trabajo

En base a los procedimientos de el control de órdenes de trabajo, se llevará el historial en una ficha propuesta para cada cliente, figura 30, página 122, esta se almacenará en un archivo en orden alfabético, así como en un sistema de computo el cual brindará rapidez en el momento que se desee verificar cualquier dato de un trabajo y realizado.

4.5.2.4 Registro de nuevos clientes

Cuando se tenga un cliente nuevo se le debe crear espacio en el archivo existente como en el sistema de cómputo. Además se debe incluir en la programación que se muestra en la tabla XXIII, página 140. a la vez incluirlo en las programaciones establecidas o que estén por realizarse.

4.6 Mantenimiento predictivo

Ya se sabe la definición de este mantenimiento, es necesario tener este tipo de mantenimiento, ya que ayudará a prevenir cualquier paro en el equipo de motogeneración, y más aun, si es de suma importancia para quien lo utilice. El control apropiado de los mantenimientos mantendrá al día los datos y anomalías de cada equipo el cuál servirá a pronosticar las posibles fallas del mismo.

4.6.1 Mantenimiento predictivo de los equipos de motogeneración

En los equipos de motogeneración se deberá utilizar el mantenimiento predictivo para estimar o predecir las piezas o elementos de máquinas que están por deteriorarse o fallar. Todos estos elementos deben ser medidos y revisados de que realmente las piezas o elementos estén por dañarse, realizando varias pruebas en las que se demuestre el futuro de las mismas, se citaran algunos de los casos más comunes:

- a. Piezas mecánicas:** revisar desgaste y funcionamiento, y señalar posibles consecuencias en el equipo.

- Entre algunas de ellas se pueden mencionar, la fuga de agua por la parte del respiradero en la bomba de agua, esto provoca calentamiento excesivo en el motor debido a que está en mal estado y es necesario cambiarla.
- Tornillos barridos provocara vibraciones y desprendimientos de algún elemento del equipo.

b. Piezas o accesorios eléctricos: revisiones de capacidad de transmisión de conductividad y desgaste por ejemplo:

- La sobrecarga del alternador hacia la batería puede provocar el daño definitivo de la batería, por lo tanto no se podrá realizar ningún encendido automático de la planta.
- Una terminal dañada, obstaculizará la conductividad al lugar donde la debe enviar, por lo tanto se podrán obtener mediciones erróneas, apagado del equipo, etc.

Para tener un control sobre este tipo de mantenimiento, el técnico debe de llenar el formato propuesto en la figura 35 página 149, en el cuál se detallarán y registrarán las piezas o elementos que presenten algún cambio en su funcionamiento, o determinar cual de éstas piezas puede provocar una avería en un futuro.

Figura 35. Formato de control de mantenimiento predictivo

CONTROL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO			
Piezas mecánicas			
No.	Pieza	Tipo de falla	Comentarios y Sugerencias
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Piezas y/o accesorios eléctricos			
No.	Pieza	Tipo de falla	Comentarios y Sugerencias
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

4.6.2 Ventajas que brindará el mantenimiento predictivo

- Bajo costo en cuanto a reparaciones futuras.
- Se cambian las piezas o elementos del equipo justo antes de que estos fallen.
- Disminución de paros imprevistos.
- Alta productividad para quien utiliza los equipos de motogeneración como fuente sostenible de su empresa.
- Productividad y prestigio para la empresa que realiza el servicio de mantenimiento.

4.7 Costo de implementación de mantenimiento preventivo

El costo de implementación para este tipo de mantenimiento es relativamente bajo si se compara con el costo que representará comprar los repuestos o materiales para stock. Por ejemplo, si no se cambio una pieza cuando se debía, por economizar, aumentará la probabilidad de falla en el equipo, provocando el paro del mismo y el daño a otras piezas, acompañado del costo de productividad que será mayor.

La empresa debe velar por mantener un amplio stock que permita cubrir cualquier tipo de mantenimiento o reparación, en cualquier momento de emergencia para los clientes, ya que ellos quieren resolver su problema lo más pronto posible puesto que muchas veces su producción depende únicamente por la electricidad que generan sus equipos.

Los bajos costos de operación y mantenimiento dependerán del buen manejo y administración de los mantenimientos.

Un estimado del costo anual de materiales que representará para EQUISEGUA la implementación de la propuesta de mantenimiento, es la que a continuación se detalla en la tabla XV, página 152. Es necesario mencionar que si los materiales se compran por unidades separadas, el costo aumentará considerablemente. El costo incluye los materiales necesarios para el stock, así como los formatos a utilizar par el control y manejo del mantenimiento en general.

Tabla XV. Costo anual de implementación de mantenimiento

No.	Descripción	Costo anual
1	Filtros de aire	Q 81,400.00
2	Filtros de aceite	Q 61,020.00
3	Filtros de combustible	Q 56,560.00
4	Fajas	Q 705.00
5	Aceite 15w40	Q 39,960.00
6	Baterías	Q 14,800.00
7	Refrigerante	Q 4,680.00
8	Silicones	Q 1,150.00
9	Detergente	Q 720.00
10	Desengrasantes	Q 1,600.00
11	Bujías	Q 350.00
12	Limpiadores	Q 1,300.00
13	Ordenes de servicio	Q 2,500.00
14	Reporte de trabajos	Q 1,500.00
	Costo anual total	Q 268,245.00
	Tipo de cambio	\$ 1 = Q. 7.8

5. PROPUESTA DE MANUAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

5.1 Administración y dirección de los recursos de seguridad en el trabajo

El cambio más drástico que habrá que hacerse, para lograr el acercamiento adecuado, será aquél en que se deje de mirar a la prevención de accidentes como un satélite o como una función independiente y transformarla en una función en la cual las fuentes comunes de pérdidas industriales se controlen mejor aplicando los principios aceptados de dirección, planeamiento, organización, y control.

El primer paso que debe de efectuarse es el de estar consciente de la importancia de implementar el manual de seguridad e higiene industrial. Luego comprar todo el equipo y accesorios propuestos necesarios para que lo utilice cada técnico. Así mismo se debe de poner en claro las normas que se implementarán, las cuales se detallan en este capítulo.

Es necesario que la dirección de la empresa vele por que se utilice el equipo y de esta manera crear conductas y hábitos positivos para la empresa

5.1.2 Dar a conocer la imagen que brinda la higiene industrial

Es necesario que la empresa implemente las normas de seguridad e higiene industrial, ya que, ayudará a disminuir riesgos, y a la vez mejorar el rendimiento económico. Una empresa que tiene normas de seguridad e higiene en el trabajo lleva más ventaja comparándola con las que no lo tienen, ya que puede ayudar a la fácil obtención de certificaciones, así como la buena imagen

que da ante cualquier persona o cliente a quien la empresa le brinde o este por brindar el servicio.

5.2 Normas generales de seguridad industrial

El programa que se propone a EQUISEGUA para crear las normas puede ser resumido en la siguiente forma:

- Resguardos de maquinaria
- Orden y limpieza
- Reglas y normas
- Información a través de ayuda visuales
- Comités de seguridad
- Concursos, competencias
- Equipos de protección personal
- Disciplina.

Las normas generales son:

- a) Todo personal técnico debe usar y tener consigo el equipo de protección personal (casco, lentes, guantes de cuero, tapones para oídos, zapatos

de cuero con punta de acero, pantalón de lona, camisa de lona o tela gruesa).

- b) Antes de empezar a realizar un trabajo, deben observarse y eliminarse situaciones de peligro.
- c) Todo trabajo en altura debe ser realizado con arnés y equipo de protección personal.
- d) Todo personal de la empresa debe de tener conocimiento de los tipos de señalización más frecuentes (ver 5.2.5, página 157), así como la clasificación de incendios y extintores para eliminarlos (ver anexo 1, página 182).
- e) Todo personal que cumpla con todas las reglas de seguridad, deberá recibir un incentivo anual, este puede ser herramienta personal, bonificación, u otras propuestas por gerencia).

5.2.1 Cuidado de los equipos

Debe tenerse mucha precaución al momento de estar trabajando con equipos o maquinarias. Los resguardos para el equipo de maquinaria ofrecen peligros, por este motivo el resguardo de la maquinaria y equipos deben ser de los aspectos más importantes de los programas de seguridad. Las tres reglas básicas que deben usarse son:

- a. Si es posible, eliminar el peligro.
- b. Si el peligro no puede ser eliminado, resguardarlo.

- c. Si se puede resguardar o eliminar el peligro, tomar las precauciones necesarias para que el personal reconozca el peligro.

El programa de resguardos y cuidados ha sido muy efectivo y como resultado las lesiones con las máquinas han sido reducidas considerablemente. Si bien el resguardo de la maquinaria y equipo debe permanecer como uno de los aspectos de prevención de lesiones.

5.2.2 Inflamabilidad en tanques de combustible

Todos los depósitos, recipientes o tanques de combustible que sirven para almacenar combustibles deben de mantenerse limpios, sin ninguna fuga, y libres de cualquier otro elemento que pueda provocar un incendio.

Se recomienda instalar un tanque de agua de capacidad suficiente para proveer del líquido en caso de incendio. También se considera necesario el uso de extintores portátiles tipo b que son especialmente para productos derivados del petróleo, con el fin de evitar incendios, con la utilización del extintor apropiado para el tipo de materiales que sirven de combustible al presentarse el mismo.

5.2.3 Almacenamiento de materiales

El almacenamiento de materiales tiene que ver con la higiene industrial. La forma de almacenar materiales en bodegas o almacenes, dice mucho acerca de cada empresa. Se deben almacenar los materiales teniendo los siguientes tipos de seguimientos, los cuales ayuden para mejorar del almacenamiento.

- Codificar cada material.
- Mantener ordenado y limpio tanto la estantería como los pasillos.
- Evitar contacto de materiales que al ponerse en contacto puedan provocar algún incendio (en especial materiales o líquidos inflamables).
- Llevar al día el stock mínimo.
- De preferencia ordenar los materiales por cada área que maneje la empresa.

5.2.4 Equipo de protección personal

El equipo de protección personal con el que se debe de contar para ejecutar los trabajos que realiza la empresa, es el que se menciona a continuación:

- Es necesario reemplazar los cascos existentes por veinticinco unidades nuevas, deben ser plástico,s y graduables.
- Se deben de adquirir veinticinco unidades de lentes transparentes nuevas y brindarle un para a cada trabajador.
- Se deben adquirir veinticinco pares de guantes de cuero cortos de piel de cerdo que son los recomendados para el tipo de trabajo que la empresa ejecuta y brindarle a todo el personal técnico un para cada uno.

- Tapones para oídos, como su vida útil es corta, se deben de comprar cien pares de tapones de silicón. estos son los que tienen más nivel de absorción de ruido que es de dieciocho decibeles.
- Zapatos de cuero con punta de acero se seguirá el mismo procedimiento que ya se tiene, cada técnico los reemplaza cada año por lo que se debe de estar listo con veinticinco pares tanto para el personal técnico como para el administrativo si lo desean.
- En cuanto al pantalón de lona al igual que los zapatos el personal los reemplaza cada año solo que con dos unidades por lo que se deben de adquirir con 50 unidades de estos.
- Camisa de tela gruesa (no playera), el personal que utiliza playera debe de usar camisa gruesa que ya es parte del uniforme actual.
- Solamente se necesita una careta para soldadura pero se recomienda tener en stock tres más, por lo que es necesario adquirir cuatro caretas con protección para cara y cuello.
- Se deben adquirir dos gabachas de cuero para trabajos de soldadura, estas deben de ser de piel de res gruesa.
- Guantes de hule y cuero largos (aislante de la electricidad) solamente debe de brindarse al personal que trabaja en alta tensión por el peligro que representa el trabajo y el costo de los mismos.
- Arnés (para trabajos en altura) son cinco arnés los que se necesitan, de material de fibras de tela, el cual es aislante y resistente.

- Los chalecos fluorescentes por la cantidad de personal que tiene la empresa y los distintos lugares dentro como fuera de la república en el que se desempeñan laboralmente es necesario tener diez chalecos fluorescentes de color rojo, ya que es el color de peligro.

5.2.4.1 Equipo de protección auditiva

Para eliminar o atenuar los efectos provocados por la exposición al ruido, se tienen las siguientes indicaciones:

- Mantenimiento adecuado y permanente de la maquinaria.
- Mantener puertas y ventanas abiertas durante el funcionamiento de la maquinaria.

Si mediante estos procedimientos no es posible atenuar lo suficiente el ruido, se hace necesario proveer al trabajador de protectores auditivos apropiados con son las orejeras y tapones. Los tapones se fabrican de diferentes materiales y los hay de: algodón, esponja, hule, caucho y silicón.

Es necesario que se tengan tapones de esponja o de silicón, tienen un precio promedio y absorben el ruido de manera considerable. El nivel de absorción de ruido de los tapones para oídos según el material del cuál se elaboren se muestra continuación en la tabla XVI, página 160.

Tabla XVI. Nivel de absorción de ruido en dB por los diferentes tipos de protectores para el oído

TIPO	DECIBELES (dB)
Tapones de algodón	4
Tapones de hule	8
Tapones de esponja	10
Tapones de silicón	18
Orejeras	30

5.2.4.2 Equipo de protección para cortaduras

- mantener nueve pares de guantes de cuero (largos y cortos) en stock y dieciséis en uso. Se deben colocar en un área limpia y despejada de humedad.
- Las gabachas de cuero deben de mantenerse en stock junto con los guantes ya que generalmente solo se utilizan para trabajos de soldadura dentro del taller de la empresa.
- Casco: que cada persona se haga cargo de su propio casco y el resto deben mantenerse en stock.
- Los protectores de piernas (de cuero), solamente se deben adquirir dos unidades las cuales deben estar en stock junto a las gabachas de cuero. Estos protectores de piernas son especiales para trabajos de soldadura o de alta tensión.

5.2.4.3 Equipo de protección visual

- Lentes transparentes: se deben tener nueve pares en stock y los dieciséis restantes brindárselos al personal técnico.
- Mascarillas o caretas para soldadura: se mantendrán en el área de soldadura del taller.

5.2.4.4 Normas de uso de equipo de protección personal

La empresa debe de proveer el equipo básico y renovarlo cuando sea necesario. Para que cada empleado utilice este equipo deben de implantarse normas acerca de usarlo, se mencionan las que pueden ser útiles para la empresa.

- Es obligación que todo el personal técnico de tener y utilizar e equipo de protección personal.
- Debe revisarse seguido de que cada persona tenga el equipo anterior, esto conforme el tiempo creará disciplina para usarlo y trasladarlo con ellos a cualquier parte.
- Para trabajos especiales como soldadura o trabajos en alta tensión, etc. deberán usarse el equipo adecuado. (arnés, equipo de protección personal).
- Para toda persona que no cumpla con la utilización del equipo de protección deberá hacerse una llamada de atención, si lo vuelve a hacer se deberá hacer una segunda llamada de atención y hablar con él para hacer conciencia de que usar este equipo puede salvar su vida.

Una tercer llamada de atención se hacer por medio escrito el cuál indique que si vuelve a hacer la misma falta, la siguiente puede ser causa para su despido.

5.2.5 Señalización

Es necesario que el personal cuente con técnico tenga conocimiento de las siguientes formas de señalización. La señalización industrial está regulada por un código de colores que indica el color y los símbolos a utilizar en los diferentes ambientes de una empresa, el cual tiene que ser distinguido y conocido por todo el personal, para identificar el tipo de advertencia que se le está informando a través de ellos. La tabla XVII que se muestra a continuación detalla la combinación de colores. Además de eso las figuras 36,37,38,39 y 40, páginas 163 a 166, muestran los diferentes tipos de señales más comunes que se deben de enseñar a los trabajadores.

Tabla XVII. Combinación de colores

Símbolo	Fondo	Indica	Característica
Rojo	Blanco	Peligro	Cuadrado
Blanco	Verde	Seguridad	Cuadrado
Blanco	Azul	Obligación	Cuadrado
Negro	Amarillo	Preventivas	Triangulo
Negro	Blanco	Preventivas	Redondo

Figura 36. Señales de advertencia

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal), bordes negros.



Fuente: Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Figura 37. Señales de prohibición

Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal).



Prohibido fumar



Prohibido fumar y encender fuego



Prohibido pasar a los peatones



Prohibido apagar con agua



Entrada prohibida a personas no autorizadas



Agua no potable



Prohibido a los vehículos de manutención



No tocar

Fuente: Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Figura 38. Señales de obligación

Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).



Fuente: Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Página 5

Figura 39. Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios

Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir el 50% de la superficie de la señal).



Fuente: Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Página 5

Figura 40. Señales de salvamento o socorro

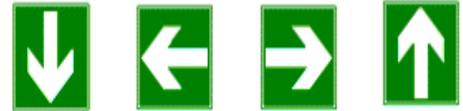
Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).



salidas de socorro
(situar sobre la salida)



teléfono de
salvamento



direccionamiento de las siguientes:



primeros auxilios camilla ducha de seguridad lavado de ojos

Fuente: Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

5.3 Normas generales de higiene industrial

Estas normas básicamente tratan de mantener un orden y limpieza, tanto en el lugar donde se ejecuta el trabajo, como en el ambiente mismo de la empresa. Deberá administrarse de la mejor manera posible haciendo llamados de atención tanto para la empresa a la que se realiza el servicio para que mantengan limpia y ordenada el área en donde se encuentra el equipo, así como para el personal que realiza el trabajo, ya que en sus obligaciones están la de trabajar y dejar limpio y ordenado el equipo en el que trabajan como el ambiente circundante del mismo. Las normas a seguir son las siguientes:

- a) Limpiar el área de trabajo así como los equipos mismos antes de empezar a trabajar en ellos.
- b) Todo personal que tenga contacto directo con clientes debe de tener excelente presentación personal.
- c) Laborar debidamente uniformado.

5.3.1 Orden

Prevenir el desorden, es la responsabilidad de la gerencia. Un nuevo concepto de orden y limpieza que debería ser una guía en el futuro es:

Un lugar está en orden cuando no hay cosas innecesarias alrededor y cuando no todas las cosas necesarias están en su lugar. No, en esta frase significa ninguno. No significa alguno. No significa posiblemente uno. Para mantener un orden dentro como fuera de la empresa para los trabajos que se ejecutan se deben de implementar las siguientes normas:

- Deshacerse de materiales o piezas innecesarias para el trabajo que está por ejecutarse.
- Al desarmar cualquier equipo, las piezas deben ser colocadas juntas y cerca del equipo mismo.
- No dejar piezas o materiales, a mas de 1.5 metros del equipo al que corresponden.
- Al momento de terminar una reparación o servicio de mantenimiento, colocar el equipo mismo así como su entorno libre de cualquier posible accidente.

5.3.2 Limpieza

Luego de haberse introducido el resguardo deberán seguir los programas de orden y limpieza. El refrán una planta limpia es una planta segura, ha parecido en letreros y letreros, repetidamente. Este refrán sería más efectivo y más correcto, si dijera lo siguiente: una planta segura es una planta limpia. El hacer limpieza es básicamente el trabajo de los trabajadores aunque es necesario que exista una persona encargada de hacer la limpieza en el taller o instalaciones de la empresa de forma diaria y continua. Las normas a seguir son las siguientes:

- Limpiar el equipo y lugar antes de ejecutar cualquier trabajo.
- Luego de terminar cada trabajo limpiar el equipo.

- Si en el lugar donde se encuentra el equipo no existen recipientes para basura, entonces deben de llevarse esta hacia el taller para tirarla, entre esta basura puede haber, filtros sucios, aceite, trapos de limpieza, etc.
- Limpiar el entorno del equipo en un entorno de 1 metro, dejar bien limpia el área en el cual se ha trabajado.

5.3.3 Enfermedades

Pueden ser los resultados de los accidentes, los cuales provocan ciertos daños a la salud. El personal de la empresa labora en todo tipo de ambientes, dependiendo del trabajo o cliente al que se le está brindando un trabajo o servicio. Los daños se pueden dar de la siguiente forma:

Daño fisiológico: (Lesión o enfermedad):

- Leve.
- Serio.
- In formable.
- Compensable.
- Incapacitante, tiempo perdido o sena muerte.
- Catastrófico (muertes múltiples).

Daño a la propiedad:

- Menor.
- Serio.
- Mayor.
- Catastrófico.

La clasificación de los daños varía con los valores establecidos localmente. No existen estándares.

Aspectos humanos:

- Dolor e incomodidad física.
- Pena y angustia asociada con la pérdida de padres, hijos, seres queridos y amigos.
- Problemas mentales, físicos y sociales que acompañan las desfiguraciones o incapacidades permanentes.
- Dificultades inesperadas y no deseadas e inconvenientes para todos.

Se mencionan algunos efectos que la mala higiene industrial puede afectar al ser humano.

a.- Por emanaciones de humos u olores tóxicos y la presencia de polvos entre los efectos más comunes tenemos:

- Dolor de cabeza.
- Dificultad de respiración.
- Alteración nerviosa.
- Malestar por el olor al respirar.
- Saturnismo.
- Intoxicación.
- Infección pulmonar (Neumoconiosis) enfermedad irreversible; en el peor de los casos.

b.- Por el ruido: los efectos más comunes que se presentan están los siguientes:

- Sordera profesional.
- Alteración nerviosa.
- Descontrol en el equilibrio del cuerpo.
- Dolor de cabeza.
- Insomnio.
- Neurosis.

c.- Por la energía eléctrica:

- 1 ma (miliampere).....No puede sentirse.
- 1 a 8 ma.....El choque no es fuerte, se puede soportar.
El control muscular sigue.
- 8 a 15 ma.....El choque es doloroso pero soportable. No se
pierde el control muscular.
- 15 a 20 ma.....El choque es doloroso, y se pierde el control
de los músculos; es difícil soltarse.
- 20 a 50 ma.....Muy doloroso, contracciones musculares
severas, respiración difícil.
- 50 a 100 ma (posible).....Fibrilación ventricular (estado del corazón que
- 100 a 200 ma (cierto) produce la muerte instantánea, sin remedio
conocido).
- 200 ó más ma.....Quemaduras severas, contracciones
musculares muy fuertes. Los músculos del
pecho oprimen al corazón y lo detienen
durante el choque (esto evita la fibrilación
ventricular).
- Hemorragias por congestión de las vísceras torácico-abdominales.
- Pérdida del conocimiento por inhibición de los centros cerebrales

- Muerte.

La empresa debe contar con un botiquín de primeros auxilios el cual debe contener:

- Gasas estériles.
- Algodón.
- Vendas de diferentes tamaños, que siempre estén limpias.
- Tijeras limpias y no oxidadas.
- Tela adhesiva (micropore).
- Termómetro.
- Alcohol.
- Agua oxigenada.
- Vaselina blanca.
- Jabón quirúrgico para limpieza de heridas.
- Jeringas.
- Anti-inflamatorio tópico.

- Pomada para quemaduras.
- Analgésico.
- Anti-ácidos.
- Anti-histamínicos.
- Anti-espasmódicos.
- Medicina para la indigestión.
- Suero oral.

Las medicinas deben estar bien marcadas. Pegue en el envase de cada medicina una etiqueta que diga para que sirve y la dosis. El botiquín debe estar en un lugar fresco, seco y de fácil acceso. Siempre hay que reponer de inmediato lo que se acabe. Guarde el botiquín fuera del alcance de los niños. Se recomienda mantener un botiquín en la empresa y otro que sea portátil para llevarlo a cualquier proyecto.

5.5 Costo de implementación

Los costos de implementación de seguridad e higiene industrial son relativamente bajos en comparación con los que se dan cuando ocurre algún accidente, para realizar los costos se han estimado un tiempo de duración de un año. En la tabla XVIII página 175 se muestran los la descripción de los costos, en base a la propuesta del manual de seguridad e higiene en el trabajo.

Tabla XVIII. Costos de implementación del equipo de seguridad Industrial

Descripción	Cantidad	Costo
Casco	25 unidad	Q 750.00
Lentes	25 pares	Q 375.00
Guantes de cuero cortos	25 pares	Q 1000.00
Tapones para oídos	100 pares	Q 350.00
Zapatos punta de acero	25 pares	Q 5,400.00
Pantalón de lona	50 unidad	Q 7,000.00
Camisa	50 unidad	Q 5,000.00
Caretas para soldar	4 unidad	Q 300.00
Gabachas de cuero	2 unidad	Q 500.00
Guantes aislantes de electricidad	4 pares	Q 1,000.00
Arnés	5 unidades	Q 1,250.00
Chalecos	10unidades	Q 400.00
Costo total anual		Q 23,325.00
Tipo de cambio		\$ 1 = Q. 7.8

5.6 Capacitación al personal técnico

Para fundamentar en la empresa acerca de la importancia de la seguridad e higiene industrial es necesario tener cierto tipo de capacitaciones, dentro de estas se pueden mencionar, el uso y manejo de extintores, que hacer en caso de incendios, uso de herramienta adecuada, etc., todos los temas deben ser relacionados a la seguridad e higiene industrial, y deben de buscarse los cursos o temas que brinden algunos de los proveedores de la empresa esto, en cierta forma disminuirá los costos.

5.6.1 Personal

El manejo del personal es muy difícil en cualquier área, es por esto que hay que estar insistiendo con ellos acerca del tema, un casco por ejemplo lo deberían de usar en todo momento, y es por malas costumbres de los mismos que solamente algunos los usan. Para evitar algún tipo de riesgo o accidente es necesario crear un hábito con todo el personal técnico, este hábito debe incluir el uso adecuado de equipo de protección personal, el uso adecuado de herramientas y que hacer en caso de emergencias. Los temas propuestos de capacitación se muestran en el cronograma de capacitación (5.6.2).

5.6.2 Cronograma de capacitación

Estos son los cursos, charlas o temas que se deben de tomar en consideración para realizarlos, ya que, hay un sin fin de temas que se pueden tratar, pero son los siguientes los mas indispensables y los que se adecuan a la realidad de la empresa. Algunos temas pueden ser tratados por bomberos. La figura XIX página 177, muestra el cronograma de cursos de actividades propuesto.

Tabla XIX. Cronograma de capacitaciones

Mes	Curso de capacitación
Enero	Uso de equipo de protección personal
Febrero	
Marzo	Uso y manejo de la herramienta adecuada
Abril	
Mayo	Uso y manejo de extintores
Junio	
Julio	Incendios: Charla y simulacros
Agosto	
Septiembre	Pasos a seguir en caso de accidentes
Octubre	
Noviembre	Señalización industrial
Diciembre	

5.6.3 Evaluación

La evaluación únicamente servirá para determinar si el programa de seguridad e higiene industrial a implementar esta dando los resultados deseados, si lo es así, se sabrá como continuar, por el contrario si no da los resultados deseados, la evaluación ayudará para buscar mejoría en ciertas áreas del mismo programa. La figura 42, página 180 muestra un formato el cual servirá para evaluar la propuesta de seguridad e higiene en el trabajo.

Para realizar una evaluación efectiva se debe de tener presente lo siguiente:

- Estudiar los registros de accidentes, anteriores y presentes. En la figura 41, página 179, se muestra un formato para recopilar datos.

- Preguntar a los miembros que opinan del programa y tener varios puntos de vista es importante, se pueden sacar mejor conclusiones y mejoras.
- Consultar informaciones escritas y todo acerca del tema que se desee evaluar.
- Inspeccionar el lugar de trabajo, la forma en que se trabaja luego de implementar el programa.
- Escuchar quejas y no dejarse llevar a tomar acciones por alguna de ellas, debe de inspeccionarse a fondo la queja que tome relevancia en el programa.

Figura 41. Registro anual de lesiones y enfermedades

RESUMEN ANUAL DE LESIONES Y ENFERMEDADES

EMPRESA:		PLANTA:				ELABORÓ:									
METODO: ANSI 16.1		LESIONES Y ENFERMEDADES INCAPACITANTES.						Indice de Frecuencia (IF)	DIAS CARGADOS ESTANDARIZADOS				Indice de Severidad (IS)	Indice de Gravedad (IG)	Casos de Primeros Auxilios
PERIODO	PROMEDIO DE TRABAJADORES	HORAS HOMBRE TRABAJADAS	MUERTE INCAP. TOTAL PERMANENTE	INCAPACIDAD PARCIAL PERMANENTE	INCAPACIDAD TOTAL TEMPORAL	NUMERO DE CASOS TOTALES	MUERTE INCAP. TOTAL PERMANENTE		INCAPACIDAD PARCIAL PERMANENTE	INCAPACIDAD TOTAL TEMPORAL	DIAS CARGADOS TOTALES				
Enero															
Febrero															
Acumulado															
Marzo															
Acumulado															
Abril															
Acumulado															
Mayo															
Acumulado															
Junio															
Acumulado															
Julio															
Acumulado															
Agosto															
Acumulado															
Septiembre															
Acumulado															
Octubre															
Acumulado															
Noviembre															
Acumulado															
Diciembre															
Acumulado															
Total Anual:															

Figura 42. Evaluación y revisión de eficiencia de la seguridad e higiene en el trabajo.

Se debe de llenar el formato contestando todas las interrogantes que se encuentran:
I. Dividir el trabajo en pasos consecutivos
II. Determinar el potencial de los accidentes <ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué es necesario? • ¿Cuál es el fin? • ¿Dónde debe ser hecho? • ¿Cuándo debe ser hecho? • ¿Quién es la persona más calificada para hacerlo? • ¿Cuál es la mejor forma de hacerlo?
III. Hacer una verificación de eficiencia de cada paso del trabajo, usar esta guía Gente: <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son los contactos que pueden dar por resultado una lesión o enfermedad? • ¿Hay algún contacto que pueda ocasionar incendio o explosión? • ¿El trabajador entiende y observa todas las reglas, regulaciones y precauciones? • ¿Se ha proporcionado el equipo de protección personal adecuado? ¿Se usa correctamente? • ¿El trabajo es hecho por el número aprobado de personas? • ¿Las personas que hacen el trabajo son juzgadas al máximo? • ¿Hay algún tiempo de los trabajadores que podría usarse mejor? Equipo: <ul style="list-style-type: none"> • ¿Las herramientas y equipos para hacer este trabajo son utilizados en la mejor forma posible (seguridad, calidad, producción)? • ¿Se pueden facilitar herramientas que podrían mejorar la eficiencia? • ¿Las herramientas mecánicas podrían resultar más económicas que las manuales? • ¿Se usa la maquinaria y el equipo con el máximo de seguridad? • ¿La condición de operación del equipo es segura? • ¿Hay un equipo más económico, que puede hacer el trabajo de la misma forma? • ¿Todas las herramientas se encuentran disponibles y colocadas correctamente para hacer un trabajo más efectivo? Material: <ul style="list-style-type: none"> • ¿Puede el material ser sustituido por otro mejor, más seguro, más económico, y más fácil de conseguir? • ¿Se pueden reducir los desperdicios en alguna forma? • ¿Se pueden utilizar los recortes y materiales de desecho, para hacer otro producto? • ¿El material es transportado y manejado de la manera más eficiente? • ¿El material es colocado para lograr un máximo de eficiencia? • ¿Hay suficiente material en el lugar de trabajo? • ¿Existe otro producto con el que se pudiera hacer el mismo trabajo a un costo más bajo?

Continuación figura 42.

Ambiente:

- ¿Los lugares de trabajo están limpios y ordenados?
- ¿Los desperdicios están ocupando espacio que podría ser usado más ventajosamente por la gente, equipo o material?
- ¿Hay alguna cosa en el ambiente que podría considerarse innecesaria para el trabajo que se está haciendo?
- ¿Qué puede cambiarse o alterarse en el medio a fin de mejorar las condiciones, la atmósfera general de trabajo, la gente, equipo, material?

IV. Desarrollar los controles recomendados

- Eliminar los detalles innecesarios.
- Combinar los detalles donde sea práctico.
- Arreglar de nuevo para lograr mejores secuencias.
- Simplificar los detalles necesarios.

V. Escribir el procedimiento de trabajo

CONCLUSIONES

1. Prestar Servicio de Mantenimiento Preventivo a diversidad de equipos de motogeneración es una razón fundamental para crear un sistema el cual ayude a optimizar el tiempo y las tareas, según las capacidades de cada equipo.
2. Los resultados de la implementación del Manual de Mantenimiento Preventivo son la rapidez con que se atiende a cada cliente, de manera efectiva y con un tiempo considerable para prestar el servicio a partir de que lo solicite el cliente.
3. La cultura del mantenimiento preventivo y predictivo se está logrando mediante un proceso de sensibilización y capacitación continua, enfocada al personal encargado de la reparación del equipo.
4. Los índices de productividad para el cliente serán mejores siempre y cuando su equipo de motogeneración este en optimas condiciones.
5. Los controles representan adelantos modernos y efectivos de la calidad de funcionamiento de los equipo de motogeneración. Este manual permitió determinar las variables más relevantes en el sistema de funcionamiento de cada equipo, a través de su monitoreo permitiendo controlar el estado de funcionamiento durante la utilización de los mismos.
6. El mayor beneficio del manual de mantenimiento, estriba en que quedó mejorada la metodología de revisión y servicio de mantenimiento

preventivo a los equipos, para determinar así el estado de los mismos en el momento que se requiera.

7. Se determinó que el personal a cargo del mantenimiento tiene mucho conocimiento en esta área, aunque mejorarán al capacitarlos, ya que han sido formado empíricamente y es necesario que comprendan el porqué de algunas situaciones que se dan en algunos casos.
8. Es necesario que la empresa brinde el equipo de protección personal y que todos lo utilicen en la ejecución de tareas o trabajos destinados.
9. No existen programas de capacitación acerca de la seguridad e higiene industrial, por lo que es necesario implementarlo, para reducir o eliminar algún daño lamentable a la integridad física de los trabajadores.

RECOMENDACIONES

1. Al gerente general, implementar el manual de mantenimiento preventivo descrito en este trabajo de graduación.
2. Que el área a cargo del jefe de servicios planifique los programas de mantenimiento que se tienen para cada mes, incluyendo la fecha y día exacto que se realizará el mismo.
3. Que el gerente de servicios realice evaluaciones, con información que el cliente brinde a la empresa, y determinar si está satisfecho con el servicio.
4. Al gerente de servicios y su departamento deben tener el control de los mantenimientos mensuales, bimensuales, etc.
5. La persona encargada de bodega debe mantener el stock apropiado, ya que no se cuenta con el suficiente.
6. Que la persona encargada de realizar los registros, estudios y evaluaciones no esté en contacto directo con las que realizan el trabajo, sino que esté en contacto con el jefe inmediato de estos.
7. El gerente de operaciones debe revisar que todo el personal mantenga su equipo de protección personal en óptimas condiciones, así como su aspecto personal.

REFERENCIAS

1. Folleto técnico informativo de EQUISEGUA, pág. 3.
2. Folleto técnico informativo de EQUISEGUA. Pág. 4.
3. Robert C. Rosales, **Manual de mantenimiento industrial**. México. CECSA, 1,986. pág. 4-9.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chilton. **Manual Diesel de reparación y mantenimiento.** Tomo III. España. Editorial Océano. 1,987.
2. Dagel John. **Motores Diesel y sistemas de inyección.** Tomos I, II y IV. México. Primera traducción de la edición original, Limusa. 1,995.
3. Duffua Raouf Dixon. **Sistema de mantenimiento, planeación y control.** Mexico. Primera reimpresión, Limusa. 2002
4. ESSO. Manual informativo de lubricantes. 12^a. Edición. **Servicios técnicos de mercadeo de la división para investigación de productos derivados del petróleo. EXXON.**
5. Generadores eléctricos (WWW.ISA.COM)
6. L.C. Morrow, **Enciclopedia de mantenimiento industrial.** México. CECSA. 1,986.
7. May Ed. **Mecanica para motores Diesel.** Tomos I y II. México. Traducción de la primera edición, M^cGraw Hill Interamericana. 1,988.
8. Norbert A. Nann. LUBRICACION, **El manual diesel de alta velocidad en vehículos comerciales.** USA. Texaco Inc. Vol. 78 – Número 1. 1,992.
9. Robert C. Rosales, **Manual de mantenimiento industrial.** México. CECSA,1,986.
10. SHELL, **Manual técnico de lubricantes y especialidades.** Guatemala, Shell de Guatemala S.A. 1,997.
11. Simon & Schuster. **Manual moderno de tecnología Diesel.** Tomos I y II. México. Traducción de la primera edición, Editorial Hispanoamericana S.A. 1,997.
12. Thiessen Frank And Dales Davis. **Manual de mecánica Diesel.** Tomos II y III. México. Primera traducción de la edición original, Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. 1,990.

ANEXO 1

INCENDIOS

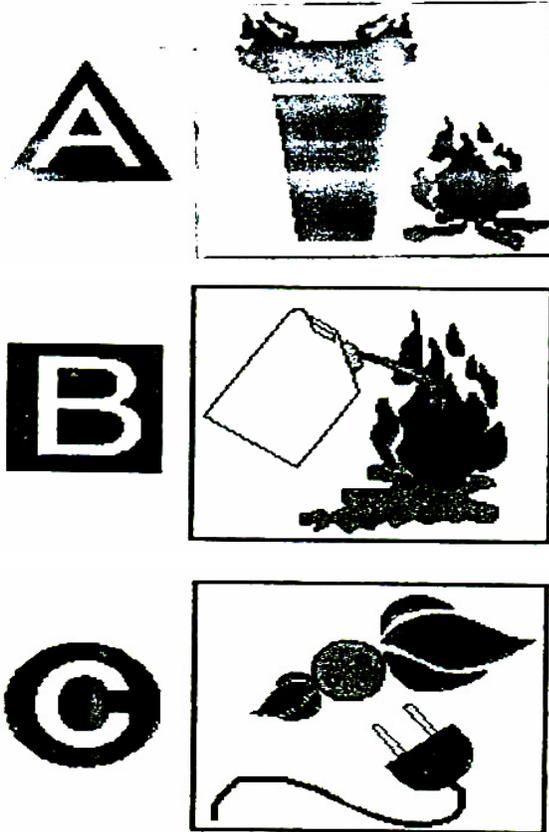
- 1. CLASIFICACIÓN DE INCENDIOS**
- 2. AGENTES EXTINTORES**

Clasificación de incendio y tipos de extintores: el siguiente cuadro muestra la clasificación de los incendios y los tipos de extintores en general, los cuales deben instalarse en un número suficiente en cada área de trabajo a una altura de 1.25 metros del nivel del piso.

Tabla XX. Clasificación de incendios y tipos de extintores

TIPO DE INCENDIO	MATERIALES EN QUE SE PRESENTA EL FUEGO	EXTINTOR QUE SE RECOMIENDA
"A"	En materiales sólidos como: madera, trapo, papel, basura, cuero, etc. que produce brasas.	De ácido de soda, agua de presión cápsula de gas carbónico, y el de espuma.
"B"	En productos derivados del petróleo; como: aceites, gasolina, pinturas, grasas, etc.	De dióxido de carbono, polvo químico, y espuma.
"C"	En equipo eléctrico, motores, interruptores, instalaciones eléctricas, etc.	Dióxido de carbono, polvo químico, y líquido vaporizante.

Figura 43. Clases de incendio



Fuente: Folleto de curso seguridad e higiene industrial. Página 29

Figura 44. Agentes extintores



Fuente: Folleto de curso seguridad e higiene industrial. Página 31

ANEXO 2

CLASIFICACIÓN DEL RUIDO

El ruido y forma para combatirlo

El proviene del funcionamiento de los diversos equipos y máquinas en el desarrollo de las actividades diarias. Cuando el ruido rebasa el nivel permisible de 80 decibles, se hace necesario evitar o reducir sus efectos en el trabajador. Como parámetro de control de ruido, se presenta la tabla de valores de niveles permisibles de exposición al ruido.

Tabla XXI. Valores de exposición al ruido en dB en relación con el tiempo

Duración No. de horas por día	Nivel de sonido respuesta lenta dB A(*)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1.0	105
0.5	110
0.25 ó menos	115

(*) Medido en la escala A del medidor estándar de nivel de sonido respuesta lenta.

En general, se pueden clasificar los ruidos según la intensidad y efectos de la manera siguiente

Tabla XXII. Clasificación del ruido

EFEECTO	DECIBELES	ACTIVIDAD
ENSORDECEDOR	120	Umbral de sensación, trueno, artillería.
	110	Remachador cercano, tren elevado.
	100	Fábrica de calderas, ruido callejero intenso.
MUY INTENSO	90	Fábrica ruidosa, camión sin escape.
	80	Sirena de policía, oficina ruidosa.
INTENSO	70	Ruido callejero promedio, radio promedio.
	60	Fabrica promedio, hogar ruidoso.
MODERADO	50	Oficina promedio, conversación promedio.
	40	Radio a bajo volumen, hogar tranquilo u oficina privada.
DEBIL	30	Auditorio promedio, conversación en voz baja.
	20	Susurro de árbol.
MUY DEBIL	10	Cuarto a prueba de ruido, umbral de audibilidad.
	0	-----

ANEXO 3
SEÑALIZACIÓN

Factores que abarca la señalización

Se detalla el significado de los colores y luego en la tabla se describe la combinación de los mismos.

Pintado y acabado

Se considera en general aconsejable que las superficies de la planta estén pintadas con colores claros. Así se consigue mejorar la apariencia general, su luminosidad, y mejorar la utilización de la iluminación artificial. En muchos casos algunas compañías pintan también en colores claros las máquinas y aparatos, para que armonicen con el conjunto de colores de la planta, sin otra excepción que las partes en movimiento, las que son pintadas generalmente en color contrastante (con frecuencia rojo, para indicar riesgos) en comparación con los tonos claros empleados en el resto de la máquina

En general es conveniente que el techo esté pintado con los tonos más claros, para lograr una mayor reflexión de la luz. (En general, cuanto más oscuro el color, mayor será la cantidad de luz que absorba). Las paredes pueden ser de un tono más oscuro que el techo para reducir el mantenimiento, pero deben ser lo más claras posibles y que resulte práctico. Podrá utilizarse un tono más oscuro en la parte inferior, de un tercio o una mitad de la pared, en donde es más fácil que ésta se ensucie. La parte superior del muro debe ser pintado en tono igual de claro del techo, y para evitar contrastes, el resto de la habitación deben ser pintados en tono claro como resulte posible, excepto los lugares donde se necesite un contraste fuerte, como el caso de la identificación de las partes móviles de una máquina, la localización de los extintores, y así sucesivamente. Los valores de reflexión de la luz de las pinturas pueden

conseguirse con los fabricantes de estas, o bien, midiendo las muestras de un medidor de reflexión.

Codificación de colores

A fin de estimular una conciencia constante de la presencia de riesgos (y de establecer procedimientos de prevención de incendios y otros de emergencia), se utilizan códigos de colores para señalar riesgos físicos. El código se indica a continuación:

- Rojo: Peligro, marcan alto, prohibición, o identificación de equipo contra incendios. Se utiliza exclusivamente en relación con equipo de prevención y combate incendios.
- Naranja: Indica puntos peligrosos de maquinaria que pueden cortar, apretar, causar choque o en su defecto causar lesión.
- Amarillo: Señal universal de precaución, riesgo moderado, se tulipa con mayor frecuencia para marcar áreas cuando existen riesgos de tropezar, caer, golpearse contra algo o quedar atrapado entre objetos.
- Verde: Color de seguridad básico, Debe usarse para indicar la ubicación de equipos de primeros auxilios, mascarar contra gases, rociadores de seguridad, y pizarrones con boletines de seguridad.
- Azul: Color preventivo. Obligación, seguridad, protección. Es una advertencia específica en contra de utilizar equipos que estén en reparación. Se puede emplear como auxiliar preventivo general en equipo como elevadores, calderas, andamiaje, escaleras, etc.

- Morado: Indica la presencia de riesgos de radiación. Rótulos, etiquetas, señales y marcas de piso se elaboran con una combinación de colores morado y amarillo.

Negro y blanco o combinación de negro y blanco: Indican sitios de tránsito y donde se realizan labores de aseo como escaleras, pasillos cerrados y la ubicación de botes de basura.

Identificación de sistemas de tuberías

El diseño y operación de las plantas industriales necesita con frecuencia el empleo de sistemas de tuberías, encontrándose los más complejos de éstos en las industria químicas y similares, en las que, como sucede en las aplicaciones industriales en general, se usan los sistemas de tubos para distribución de materias primas, productos complejos en proceso, y productos acabados. Los riesgos correspondientes varían según los sistemas de distribución usados en las tuberías, se trate de una industria u otra. Incluso suponiendo que el sistema de tuberías instalado satisfaga las necesidades de la seguridad, siempre existe un riesgo, debido a la semejanza de las tuberías, con independencia de que es lo que transita por ellas, a menos que dichas tuberías no sean identificadas de una manera fácilmente distinguible. Un sistema lógico de identificación consiste en la utilización de marcadores y colores distintivos, según un código que ayude a identificar las distintas tuberías de la fábrica. Pese a esto, la solución del problema no resulta siempre fácil. En muchas operaciones industriales hay más necesidad de colores que los disponibles en las tablas habitualmente utilizadas.

En la mayoría de los casos resulta también conveniente identificar de manera específica el contenido de cada tubo. El método preferido consiste en

hace una inscripción sobre el color correspondiente, usando abreviaturas cuando sea aconsejable. Pueden también utilizarse marcas identificadas disponibles en el mercado.