UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Pregrado de acceso ABIERTO

2018

ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA FLOTA DE GENERADORES EMPRESA GENERACIÓN Y SISTEMAS S.P.A (GENSYS)

GARAVITO GONZÁLEZ, MARIO SEBASTIÁN

https://hdl.handle.net/11673/45813

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO

ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA FLOTA DE GENERADORES EMPRESA GENERACIÓN Y SISTEMAS S.P.A (GENSYS)

MARIO SEBASTIÁN GARAVITO GONZÁLEZ

Profesor Guía:

ALEX ERIZ SOTO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el Título de Ingeniero de Ejecución en Mantenimiento Industrial.

Santiago – Chile

2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO

ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA FLOTA DE GENERADORES EMPRESA GENERACIÓN Y SISTEMAS S.P.A (GENSYS)

Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional de Ingeniero de Ejecución en Mantenimiento Industrial.

Alumno: Sr. Mario Sebastián Garavito González

Profesor Guía: Sr. Alex Eriz Soto

- 2018 -

© MARIO SEBASTIÁN GARAVITO GONZÁLEZ, 2018

Algunos derechos reservados. Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas Chile 3.0. Sus condiciones de uso pueden ser revisadas en: http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/

Resumen

El presente proyecto es una propuesta sobre un plan de mantenimiento preventivo, aplicable a la flota de grupos electrógenos pertenecientes a la empresa Generación Y Sistemas SPA, el cual es planteado como un método estratégico, lo que permitirá optimizar la disponibilidad de estas máquinas.

Teniendo en cuenta que actualmente existen problemáticas implicadas por déficit en el mantenimiento, es necesario mencionar que una de las causas principales es la falta de un plan de mantenimiento preventivo y a través de este proyecto se determinaran las ventajas sujetas a la implementación de este Plan de mantenimiento.

En el programa de mantenimiento preventivo, se deberán tener en cuenta, no sólo los aspectos técnicos, sino también los relacionados a la gestión y organización, considerando factores económicos, de seguridad y medio ambiente. La necesidad del mantenimiento preventivo se basa en que cualquier máquina o equipo sufre una serie de degradaciones a lo largo de su vida útil, que, si no se evitan o minimizan (eliminan), el objetivo para el que se crearon no se alcanza plenamente, el rendimiento disminuye y su vida útil se reduce, lo que a su vez conlleva a que se vean afectados los logros de los objetivos de una organización.

Palabras claves: Plan; Mantenimiento; preventivo; generadores; Stock; critico;

Dedicatoria

Si no puedes volar, corre.

Si no poder correr… camina.

Si no puedes caminar. Gatea.

Hagas lo que hagas, siempre mira hacia adelante.

Porque las únicas limitaciones en la vida, son aquellas que nosotros mismos nos imponemos.

El conocimiento nos hace más libres, críticos y responsables, este trabajo va dedicado para todos aquellos que persisten en la búsqueda de un futuro mejor, a quienes sin importar los obstáculos siguen firme adelante. y que sin tenerlo todo luchan por sus sueños, tienen deseos de triunfar y llegar cada día más lejos.

Agradecimientos

A Dios.

Por brindarme la oportunidad de vivir; por estar a mi lado en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a todas aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante este periodo académico.

A mi amada esposa Rosa

Quien me apoyó desde un principio y alentó para continuar cuando parecía que me iba a rendir. Te agradezco con todo mi amor y cariño, principalmente por creer en mis capacidades y sacrificarse mutuamente por nuestra familia por el bien mayor de salir adelante y avanzar hacia nuestros éxitos.

A mis amados hijos, por ser el motor que mueve mis emociones y la inspiración para superarme día a día y luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mis padres Virginia y Mario.

Por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, los ejemplos de perseverancia y constancia que me ha infundado siempre.

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN **1**

ALCANCE Y OBJETIVOS **5**

ALCANCE: 5
OBJETIVO GENERAL: 5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: 5

1 ASPECTOS PRINCIPALES DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO **7**

1.1 PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO 9
1.2 TIPOS DE PROGRAMACIÓN 9
1.3 GENERALIDADES A TENER EN CUENTA EN UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 9
1.3.1 Actividades de un programa de mantenimiento preventivo *10*
1.4 PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DE SISTEMAS 11
1.4.1 Manejo De La Información en un Programa De Mantenimiento Preventivo. *12*
1.4.2 Requerimientos de un Sistema de Información para Mantenimiento. *12*

2 GRUPO ELECTRÓGENOS, CONCEPTOS Y DEFINICIONES **17**

2.1 ANTECEDENTES. 17
2.2 TIPOS DE GRUPOS ELECTRÓGENOS 17
2.2.1 Respaldo de emergencia (Stand By), ... *17*
2.2.2 Jornada Laboral / Horas Punta (Prime): *18*
2.3 CLASIFICACIÓN GRUPOS ELECTRÓGENOS 18
2.4 DESCRIPCIONES GENERALES 19
2.4.1 Motor diésel *20*
2.4.2 Sistema eléctrico del motor *20*
2.4.3 Sistema de refrigeración *20*
2.4.4 Alternador *20*
2.4.5 Aislamiento de la vibración *21*
2.4.6 Silenciador y sistema de escape *21*
2.4.7 Sistema de control *21*
2.4.8 Interruptor automático de salida *22*
2.4.9 Algunos elementos opcionales del equipo *22*
2.5 TÉRMINOS RELACIONADOS. 23
2.6 PARÁMETROS MEDICIÓN 25
2.6.1 Pruebas de carga de los generadores: *25*
2.6.2 Pasos de carga *25*
2.6.3 Pruebas en paralelo *26*
2.6.4 Comprobación de parada por corriente inversa *26*
2.6.5 Comprobación de Alarmas y Sistemas de Seguridad *26*
2.6.6 Pruebas de aislación *27*
2.6.7 Medición de vibraciones *27*
2.7 PRINCIPALES MANTENCIONES DE UN GRUPO ELECTRÓGENO 27
2.7.1 Del motor primario: *27*
2.7.2 Mantención del alternador *28*
2.7.3 Cojinetes *29*
2.7.4 Batería *30*

3 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA **33**

3.1 INSTALACIONES EMPRESA 33
3.2 STAFF MANTENIMIENTO 33
3.3 VEHÍCULOS ASISTENCIA 34

3.4 EQUIPOS VENDIDOS 34
3.5 MANTENCIÓN EQUIPOS EXTERNOS 34
3.6 CANTIDAD TOTAL DE EQUIPOS BAJO CONTRATO 37
3.7 REQUERIMIENTO MANO OBRA V/S H/H DISPONIBLES 37
3.8 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL 38
3.9 ANÁLISIS FODA 39

4 DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 41

4.1 PAUTA INSPECCIONES PERIÓDICAS (PPM0) 44
4.2 PAUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PPM1 44
4.3 PAUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PPM2 45
4.4 PAUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PPM3 45
4.5 TOP OVERHAUL 46
4.6 OVERHAUL 46
4.7 APLICACIÓN PAUTAS MANTENIMIENTO PREVENTIVO 48
4.7.1 Grupos Electrógenos Stand By / Emergencia 48
4.7.2 Grupos Electrógenos Prime 49
4.7.3 Grupos Electrógenos Full Prime / Potencia Continua 49
4.8 STOCK DE REPUESTOS 50
4.8.1 Tipos de repuesto 50
4.8.2 Responsabilidad dentro del equipo 50
4.8.3 Necesidad de stock en planta 52
4.8.4 Aspectos a tener en cuenta en la selección del repuesto 52
4.8.5 Proceso a seguir para confeccionar la lista de repuesto 53
4.8.6 Bodega de repuesto habituales GenSys 53
4.8.7 Costo final stock crítico GenSys 56

5 IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO. PROPUESTAS DE MEJORA 61

5.1 IMPLEMENTACIÓN 63
5.2 REGISTRO DE ACTIVIDADES 64
5.3 CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES 64
5.4 ORDEN DE TRABAJO (OT) 65
5.5 ASIGNACIÓN PRIORIDADES EN LA EJECUCIÓN TRABAJOS 65
5.6 FORMATOS 66
5.7 FLUJOGRAMA DE PROCESOS 73
5.8 ANÁLISIS DE COSTO FINAL 73
5.8.1 Calculo costo mano obra 73
5.8.2 Costo programa mantenimiento 75
5.8.3 Costos finales GenSys 78

CONCLUSIÓN 83

RECOMENDACIONES 85

BIBLIOGRAFÍA 87

ANEXOS ..... B

PRESENTACIÓN FORMAL DE LA EMPRESA ..... B
ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL ..... D
MISIÓN ..... E
VISIÓN ..... E
POLÍTICA DE CALIDAD ..... E
EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL MANTENIMIENTO ..... F
DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO ..... G
IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO ..... G
FINALIDAD DEL MANTENIMIENTO ..... H

OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO..... H
FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO..... I
TIPOS DE MANTENIMIENTO I
Mantenimiento correctivo..... I
Mantenimiento preventivo..... I
Mantenimiento predictivo..... J
Mantenimiento productivo total (TPM). ..... J
El TPM se explica por: .....K

Índice de Figuras

Figura 2-1 Grupo Generador 19
Figura 2-2 Panel de control ComAp Intelligence. 21
Figura 2-3 Banco de carga prueba generadores 25
Figura 2-4 Medición holgura Estatores alternador Grupo electrógeno 30
Figura 3-1 Análisis FODA empresa Generación y Sistemas SPA 39
Figura 5-1 Flujograma procesos 73
Figura 5-2 Costos generales 79
Figura 0-1 Organigrama empresa Generación y Sistemas SPA ..... D

Índice de Tablas

Tabla 2-1 Carga del generador 25
Tabla 2-2 Prueba parada corriente inversa. 26
Tabla 3-1 Detalle equipos vendidos por generación y Sistemas SPA 34
Tabla 3-2 Equipos externos atendidos bajo formato contrato mantención anual 36
Tabla 3-3 Resumen total equipos atendidos bajo contrato mantención anual 37
Tabla 3-4 Evaluación mano obra requerida v/s Disponibilidad H/H 37
Tabla 4-1 Aplicación Pauta mantenimiento preventivo equipos Stand By 48
Tabla 4-2 Aplicación Pauta mantenimiento preventivo equipos Potencia Prime 49
Tabla 4-3 Aplicación Pauta mantenimiento preventivo equipos Potencia Full Prime 49
Tabla 4-4 Stock repuestos uso general equipos electrógenos 54
Tabla 4-5 Stock crítico Elementos de Protección personal (EEPP). 55
Tabla 4-6 Stock crítico materiales e insumos. 56
Tabla 4-7 Costo total Stock definido para generación y Sistemas SPA. 57
Tabla 4-8 Detalle elementos filtrantes definidos como stock critico por equipo. 58
Tabla 5-1 Formato recepción equipos 67
Tabla 5-2 Formato entrega equipos 68
Tabla 5-3 Formato pautas de inspección visual Figura 69
Tabla 5-4 Formato Orden de Trabajo (OT) 70
Tabla 5-5 Formato pautas de mantenimiento 71
Tabla 5-6 Formato pautas de inspección visual Figura 72
Tabla 5-7 Calculo costo mano obra 74
Tabla 5-8 Detalle ingreso anual por concepto mano obra. 75
Tabla 5-9 Detalle balance anual empresa generación y Sistemas SPA 79

Introducción

Después de la revolución industrial con el auge de las máquinas, el mantenimiento siempre ha cumplido un papel relevante para conservar y prolongar la vida útil de los mecanismos. Al transcurrir de los años se han implementado diversas formas de mantenimiento, hoy en día, podemos destacar el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, entre otros.

Sobrevivir en un mercado altamente competitivo como el actual, requiere de mucho esfuerzo por parte de todo el recurso humano de una organización; desde la alta dirección, hasta los operadores; requiere también, del ingenio de estrategias contundentes que logren la captación de clientes potenciales, y más aún de estrategias que busquen la satisfacción continúa de las necesidades de los clientes actuales.

Es por todo lo anterior, que las organizaciones día a día buscan implementar acciones que apunten al logro de los objetivos propuestos. Estas acciones deben implementarse en todas las áreas funcionales de ésta, de tal forma que haya sinergia y se obtengan buenos resultados.

Sin duda alguna, todas estas acciones traen consigo, la utilización de tecnología, representada en una mayor mecanización de los procesos productivos, que exige un gran esfuerzo del personal encargado de mantener en buen estado los equipos usados para el desarrollo de las actividades de la organización. Justo en este momento, adquiere mayor importancia el área de mantenimiento, debido a que es el responsable de la conservación en buen estado, de las máquinas y equipos pertenecientes a una empresa.

Surge entonces la necesidad de implementar un tipo de mantenimiento acorde a las necesidades y que permita el logro de los objetivos planteados en el tiempo previsto, cumpliendo con los plazos de entrega del producto y/o servicio y prodigando productos de alta calidad.

Aparece aquí, el término de mantenimiento preventivo, el cual en los últimos años se ha convertido en un arma valiosísima para la preservación en buenas condiciones de las máquinas y equipos de una organización.

Por medio del mantenimiento preventivo, se logra la reducción de fallas, que podrían ocasionar retrasos en las actividades de la empresa, además se maximiza el aprovechamiento de la maquinaria, su disponibilidad y mantenibilidad. También se logra aumentar su confiabilidad.

Es de vital importancia y como objetivo principal reconocer que el mantenimiento preventivo de este tipo de máquinas permite detectar posibles falencias antes de que ocurran o aumente su grado de dificultad al momento de ser reparados ciertos componentes de los mismos, reducir la periodicidad de mantenimientos de carácter correctivo, aumentar la vida útil de los vehículos,

disminuir costos de reparaciones, detectar puntos débiles a reparar a través de inspecciones de los diferentes sistemas de los equipos.

La teoría tradicional, consideraba al mantenimiento como un mal necesario, la principal preocupación de las direcciones industriales radicaba en disminuir los costos de mantenimiento, contribuyendo de esta manera a la deducción de costos general de la empresa.

Pero puede verse que un mantenimiento inadecuado afecta a la totalidad del

Funcionamiento de la industria púes:

- Limita los volúmenes de producción.
- Afecta la calidad.
- Puede ocasionar accidentes.
- El medio ambiente, a su vez, puede resultar dañado.
- Genera costos indirectos que superan largamente el costo tradicional de

Mantenimiento, tales como alquileres de equipos, contratación de servicios de

Reparaciones, etc.

De acuerdo con lo expuesto, puede decirse que el mantenimiento afecta los resultados de una empresa.

Es en este punto donde se desea poner de manifiesto lo sostenido por Deming: "Estaríamos en mejor posición si las personas dejaran de hacer su mejor esfuerzo. Las personas que hacen las cosas lo mejor posible, nos han arruinado.

- No existe sustituto del conocimiento"
- No basta con hacer las tareas de mantenimiento correctamente, sino que esas tareas de mantenimiento deben ser las correctas.

Teniendo en cuenta, todos los beneficios de éste mantenimiento, GENERACIÓN Y SISTEMAS SPA, tomó la decisión de implementar este programa y por lo cual surge el interés por aplicar en este proyecto, los conocimientos adquiridos en la carrera.

El presente trabajo, nos presenta en el capítulo 0, se exponen los principales aspectos a saber de un programa de mantenimiento preventivo. Se explican los conceptos claves que hay que conocer de estos programas.

En el capítulo 2, se presentan conceptos y generalidades relacionadas a los grupos electrógenos.

En el capítulo 3, se muestra la descripción de la condición actual de mantenimiento de la empresa, antes de comenzar a implementar el programa, elaborando un diagnóstico, analizando la información, realizando inventario a la maquinaria y haciendo análisis de costo.

En el capítulo 0, se presenta el diseño del programa de mantenimiento preventivo y se muestran cada uno de los formatos a utilizarse, así como los índices que medirán la gestión.

En el capítulo 0, se muestra Implementación del programa de mantenimiento preventivo y se presentan las propuestas de mejora asociadas a este proyecto con las respectivas orientaciones para su utilización.

Alcance y Objetivos

ALCANCE:

El siguiente proyecto, tiene por finalidad la implementación de un plan de mantenimiento para grupos electrógenos, cual permita mejorar los indicadores de cumplimientos de los trabajos en el tiempo y la disminución de costos de los mismos.

OBJETIVO GENERAL:

Este proyecto consiste en una propuesta sobre un plan de mantenimiento preventivo aplicable a la flota de equipos generadores suministrados por la empresa Generación y Sistemas **SPA** (GenSys), el cual permita optimizar la disponibilidad de los equipos, disminuir el tiempo medio entre fallas y acotar los tiempos de mantenimiento preventivo de estos equipos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Elaborar diagnóstico del estado actual de los equipos.
- Elaborar plan de acciones correctivas.
- Elaborar las fichas técnicas y hojas de vida de cada equipo.
- Elaborar el plan y el programa de mantenimiento preventivo para cada equipo.
- Determinar los repuestos básicos y definir el stock crítico.
- Implementar indicadores de gestión del mantenimiento.

CAPÍTULO 1: ASPECTOS PRINCIPALES DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1 ASPECTOS PRINCIPALES DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1.1 PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Se le llama Programación del Mantenimiento Preventivo, al proceso de correlación de los códigos de los equipos con la periodicidad, cronogramas de ejecución de las actividades programadas, instrucciones de mantenimiento, datos de medición, códigos de material y cualquier otro dato, juzgado por el usuario como necesario para actuar preventivamente en los equipos.10

1.2 TIPOS DE PROGRAMACIÓN

Programación de actividades del día a día, normalmente vinculadas a órdenes de trabajo para reparaciones menores, o inspecciones del tipo visual.

Estos programas incluyen algunas decenas de tareas, que se deberán realizar periódicamente. Habitualmente las tareas no tienen precedencias ni restricciones importantes, salvo la disponibilidad de recursos. Estos programas son habitualmente preparados y actualizados por el programador de mantenimiento.

Programación de una actividad, que por su complejidad requiere de una apertura en muchas tareas de diversas disciplinas y recursos no solo humanos sino también materiales, máquinas y/o equipos auxiliares

Programación de paradas programadas de planta. Estos programas suman una gran cantidad de los dos tipos de programas mencionados anteriormente y se agrega, además, tareas de proyectos de modificaciones destinadas a la ampliación de capacidad productiva o mejoras tecnológicas, entre otras.

1.3 GENERALIDADES A TENER EN CUENTA EN UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La selección de un tipo de mantenimiento en una empresa, depende de las condiciones internas de ésta, su objeto social, equipos utilizados en el desarrollo de sus actividades, infraestructura física, personal disponible y el alcance que pretende lograr.

El plan de mantenimiento de una empresa, debe tener en cuenta ciertos factores importantes al momento de la aparición de fallas en los equipos, dichos factores son:

Factores operacionales: La falla ocasiona retrasos en la producción o en la prestación de un servicio, conllevando a una disminución de la productividad e incumplimientos a los clientes.

Factores de costos: Están íntimamente ligados a las fallas, ya que la reparación de éstas conlleva a gastos innecesarios y generalmente elevados.

Factores de seguridad: Cuando la falla afecta la integridad del personal.

Factores ambientales: El afectado aquí es el medio ambiente, ya sea por altos niveles de ruido, olores desagradables, contaminación del aire, entre otros., afectando de igual manera al personal que allí trabaje.

1.3.1 Actividades de un programa de mantenimiento preventivo

1.3.1.1 Actividades de inspección.

Se realiza para verificar el funcionamiento seguro, eficiente y económico de la maquinaria. Es una medida preventiva propia del mantenimiento, se realiza a intervalos prefijados con diferentes unidades de medida: hora, días hábiles, número de piezas producidas, entre otras.

1.3.1.2 Actividades de conservación.

Son las actividades que contribuyen a minimizar el diferencial entre el estado teórico y el estado real para mantener la capacidad de funcionamiento y disminuir la frecuencia de los daños y fallas.

1.3.1.3 Actividades de reparación.

Se efectúa cuando las condiciones lo ameritan para restaurar el estado teórico. Se divide en reparación planificada y no planificada. La primera se efectúa rápida

y racionalmente por su propia naturaleza; y la segunda se realiza cuando se presenta una falla repentina.

1.3.1.4 Actividades de cambio.

Consiste en la sustitución de un elemento que haya cumplido su ciclo de vida útil.

1.3.1.5 Actividades de modificación.

Alteración y/o construcción original del equipo para eliminar fallas recurrentes o para aumentar la capacidad y seguridad de la misma.

1.3.1.6 Actividades de instalación.

Montaje de elementos y traslados de servicios de los puestos de trabajo.

1.4 PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DE SISTEMAS

La aplicación de sistemas informáticos dentro de una empresa es primordial para el funcionamiento de la misma, entre uno de los sistemas más importantes, se encuentra el de Gestión de Mantenimiento.

El planeamiento estratégico de sistemas se dirige al uso de los recursos informáticos como soporte de operaciones con el fin de lograr ventajas estratégicas; enfocando sus esfuerzos al buen desempeño de la organización a largo plazo; comenzando con las operaciones actuales y considerando las previsiones para el futuro.

El principal objetivo que surge de implementar un sistema integral informático de mantenimiento es la de poder realizar:

- Planeamiento.
- Programación.
- Control.
- Costeo.

1.4.1 Manejo De La Información en un Programa De Mantenimiento Preventivo.

El manejo de sistemas de información en cada una de las unidades estratégicas de una información, permitirá un mejor control de las actividades realizadas, facilitará la generación de informes además de servir de soporte en el proceso de toma de decisiones.

Dentro de un departamento de mantenimiento al momento de iniciar el diseño de un programa de mantenimiento preventivo, se debe definir y estructurar sistemas de información que permitan visualizar y controlar el desarrollo de cada una de las actividades de mantenimiento a llevar a cabo, para así poder tener una herramienta que ayude a la realización de una mejor planeación, organización, ejecución y control de todo el sistema de gestión del mantenimiento.

Un buen sistema de información no hace referencia solamente a la oportunidad de implementar un software informático, sino al proceso de captación de datos, elaboración y preparación de la información necesaria para cada una de las unidades de control y al flujo, tratamiento y aprovechamiento de la información que se maneje en determinado momento.

1.4.2 Requerimientos de un Sistema de Información para Mantenimiento.

Los requerimientos básicos del sistema de información típico para mantenimiento son:

1.4.2.1 Equipos.

El sistema debe poseer la capacidad para mantener la información de los equipos "Ficha técnica".

1.4.2.2 Planes de trabajo.

Es vital que el sistema tenga la capacidad para mantener información de los procedimientos "Orden de trabajo"

1.4.2.3 Información histórica de los equipos.

Toda actividad realizada a un equipo se debe almacenar, por ello el sistema debe tener capacidad de mantener historiales de ellos, para cada orden de trabajo cumplida en los equipos, "Hoja de vida de equipos"

1.4.2.4 Planificación y programación de órdenes de trabajo.

El sistema sería incompleto si no tuviera la capacidad de mantener un archivo de requerimientos pendientes.

1.4.2.5 Ejecución y control.

El sistema de información escogido, debe poseer la capacidad para registrar cada orden de trabajo, con esto es posible visualizar tendencias de la efectividad de estimación manifestada en la capacidad para comparar recursos planeados con los utilizados.

1.4.2.6 Mantenimiento preventivo.

Como objetivo principal de un sistema de información para mantenimiento es necesario, que el sistema tenga capacidad para mantener un archivo de trabajos de mantenimiento preventivo programado.

1.4.2.7 Información de costos.

Para que un sistema de información sea más efectivo, deberá estar dotado de la capacidad de valorizar los recursos planificados o utilizados de una orden de trabajo y además debe permitir totalizar los costos de las órdenes de trabajo realizadas para un determinado equipo.

1.4.2.8 Necesidades del Sistema de Información de Mantenimiento.

El sistema de información que se vaya a utilizar en una empresa, debe buscar la satisfacción del usuario, por medio de la recolección y procesamiento de los datos obtenidos de las actividades de mantenimiento, de tal forma, que se logren los objetivos propuestos.

CAPÍTULO 2: GRUPO ELECTRÓGENOS, CONCEPTOS Y DEFINICIONES

2 GRUPO ELECTRÓGENOS, CONCEPTOS Y DEFINICIONES

2.1 ANTECEDENTES.

Un grupo electrógeno se refiere a un equipo que tiene como función principal transformar la llamada capacidad calorífica aportada por el combustible en energía mecánica a la salida del eje del cigüeñal del motor y luego en energía eléctrica. De forma sucinta, consiste en un motor y un alternador que están acoplados e insertan en una base con otros elementos.

Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador eléctrico a través de un motor de combustión interna.

Son comúnmente utilizados cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico. Así mismo, la legislación de los diferentes países puede obligar a instalar un grupo electrógeno en lugares en los que haya grandes densidades de personas, como hospitales, centro de datos, centros comerciales, restaurantes, cárceles, edificios administrativos, etc.

Una de las utilidades más comunes es la de generar electricidad en aquellos lugares donde no hay suministro eléctrico. Generalmente son zonas apartadas con pocas infraestructuras y muy poco habitadas. Otro caso sería en locales de pública concurrencia: hospitales, fábricas, etc., lugares en los que la energía eléctrica de red es insuficiente y es necesaria otra fuente de energía alterna para abastecerse

2.2 TIPOS DE GRUPOS ELECTRÓGENOS

El uso de Grupos Electrógenos es bastante amplio, y se aplica fundamentalmente como una alternativa a la generación de electricidad con la Red Eléctrica. Así, tenemos tres aplicaciones genéricas que pueden definirse como:

2.2.1 Respaldo de emergencia (Stand By[1]),

Grupo Electrógeno para Emergencia o en modo Stand By, son los Grupos que se utilizan, sólo para uso muy corto, porque la energía principal se ha ido por algún motivo:

[1] **Stand by:** Generador uso para emergencia

- Tiempo uso máximo 50-200 horas.
- Para Industrias pequeñas, negocios, casa, edificios, eventos etc.
- Pueden ser alimentados a Gasolina.
- Cargas bajas, medias (no requieren alimentar tanto equipo)

En el momento que la energía principal llegue, dejarán de funcionar, corresponde al uso de Grupos Electrógenos ante cortes inesperados de energía.

2.2.2 Jornada Laboral / Horas Punta (Prime):

Corresponde al uso de Grupos Electrógenos para trabajar durante la Jornada Laboral.

Grupo Electrógeno de Potencia Principal, este Grupo se utiliza como fuente principal de energía, se le llama también **Prime Power**.

- Tiempo de uso en horas: Ilimitado
- Carga variable que no puede superar las 25 horas de sobrecarga al año
- Para grandes Plantas Industriales, Minas, Obras, Trituradoras, perforadoras de pozo
- Combustible de tipo Diésel o Gasoil por ser más económico
- Fuente Única (Full Prime), corresponde al uso del Grupo Electrógeno como única fuente de energía. Este equipo hace la misma función del principal, sólo que sí permanece todo el tiempo en uso, debido a que hay operaciones que jamás se pueden apagar. Se le llama también **Continous Power**[2]:
    - Tiempo de uso en horas: Ilimitado
    - Carga fija ya que se calcula al inicio de la operación
    - Potencia generalmente a alimentar de uno 80% – 100%, mientras que la de Potencia Principal no debe exceder el 70%
    - Se utiliza para estaciones de bombeo de agua, carga base en una central eléctrica, etc.

2.3 CLASIFICACIÓN GRUPOS ELECTRÓGENOS

Los Grupos Electrógenos son clasificados técnica y comercialmente de acuerdo a la aplicación requerida.

[2] **Continous Power:** Generador de uso continuo, generalmente 24 Horas

Los Grupos Electrógenos tienen también características especiales según algunas marcas. Así, tenemos los dos siguientes grupos:

- **Portátiles:** Están destinados para trabajar en faena o en aplicaciones domésticas. Tienen limitación en las horas de funcionamiento continuo, por no contar con sistema de enfriamiento.
- **Estacionarios:** Están destinados a trabajar en faena o como respaldo de procesos productivos. No tienen limitación de horas de funcionamiento continuo.

Estos últimos, son los que tienen una mayor aplicación industrial, ya que, precisamente, cumplen con la posibilidad de funcionar de manera continua, gracias a su sistema de enfriamiento autónomo, basado en el radiador tropical izado, permitiendo emplearlos en aplicaciones de alta demanda de energía eléctrica.

Comercialmente, las alternativas se basan en que:

- Sean Abiertos, un poco más económicos y con un nivel de ruido más alto
- Sean Insonorizados, que son equipos cerrados más costosos, pero con un nivel de ruido muy aceptable. Son generalmente cabinados (insertos dentro de un gabinete o cabina) y no emiten ruido.
- Siguiendo con la clasificación, los Grupos Electrógenos:
- Se consiguen de tipo Diésel o Gasoil, Gas Propano, Gas Butano, etc., que dependerá del uso, es decir, si son de uso continuo se buscará que utilicen combustibles más económicos.
- Pueden ser **Monofásicos**[3] de 1 Fase más neutro, o **Trifásico**[4] de 3 Fases más neutro.

2.4 DESCRIPCIONES GENERALES

Un grupo electrógeno consta de las siguientes partes:

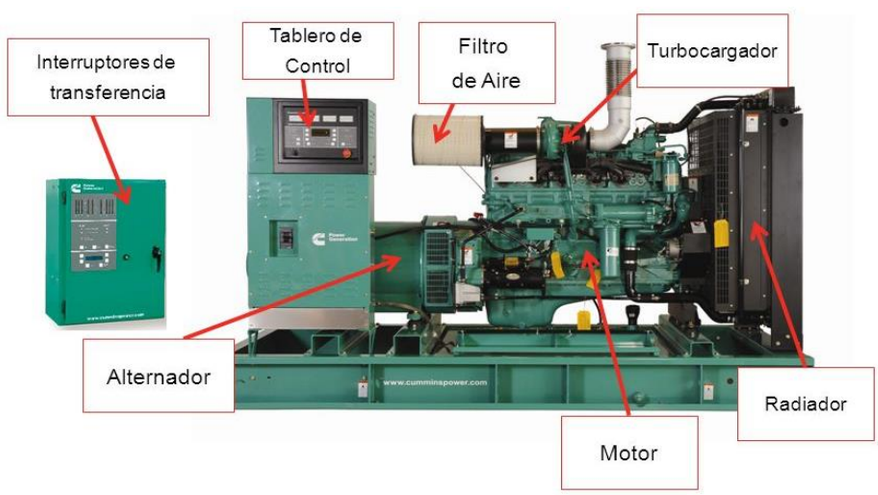

Figura 2-1 Grupo Generador

[3] **Monofásico:** Sistema eléctrico formado por una fase.
[4] **Trifásicos:** Sistema eléctrico formado por tres fases.

2.4.1 Motor diésel

El motor diésel que acciona el Grupo Electrógeno ha sido seleccionado por su fiabilidad y por el hecho de que se ha diseñado específicamente para accionar grupos Electrógenos. La potencia útil que se quiera suministrar la proporcionará el motor, así que, para una determinada potencia, habrá un determinado motor que cumpla las condiciones requeridas.

2.4.2 Sistema eléctrico del motor

El sistema eléctrico del motor es de $\mathbf{12}\,[\boldsymbol{Volt}]\,\boldsymbol{CC}$[5], excepto aquellos motores los cuales son alimentados a $\mathbf{24}\,[\boldsymbol{Volt}]\,\boldsymbol{CC}$, negativo a masa. El sistema incluye un motor de arranque eléctrico, una/s batería/s libre/s de mantenimiento (acumuladores de plomo), sin embargo, se pueden instalar otros tipos de baterías si así se especifica, y los censores y dispositivos de alarmas de los que disponga el motor. Normalmente, un motor dispone de un mano-contacto de presión de aceite, un termo contacto de temperatura y de un contacto en el alternador de carga del motor para detectar un fallo de carga en la batería.

2.4.3 Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración del motor puede ser por medio de agua, aceite o aire. El sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo. El sistema de refrigeración por agua/aceite consta de un radiador, un ventilador interior para enfriar sus propios componentes o enfriado a través del sistema de enfriamiento con agua de mar.

2.4.4 Alternador

La energía eléctrica de salida se produce por medio de un alternador apantallado, protegido contra salpicaduras, auto excitado, autorregulado y sin escobillas acoplado con precisión al motor, aunque también se pueden acoplar alternadores con escobillas para aquellos grupos cuyo funcionamiento vaya a ser limitado y, en ninguna circunstancia, forzado a regímenes mayores. Depósito de

[5] **CC:** corriente continua.

combustible y bancada. El motor y el alternador están acoplados y montados sobre una bancada de acero de gran resistencia La bancada puede incluir un depósito de combustible con una capacidad mínima de 8 horas de funcionamiento a plena carga, en caso contrario se puede construir uno que cumpla con las normas de la casa clasificadora a la que este sujeto el buque

2.4.5 Aislamiento de la vibración

El Grupo Electrógeno está dotado de tacos anti vibrantes diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el Grupo Motor-Alternador. Estos aisladores están colocados entre la base del motor, del alternador, del cuadro de mando y la bancada.

2.4.6 Silenciador y sistema de escape

El silenciador de escape va instalado en el Grupo Electrógeno, el silenciador y el sistema de escape reducen la emisión de ruidos producidos por el motor.

2.4.7 Sistema de control

Se puede instalar uno de los diferentes tipos de paneles y sistemas de control para controlar el funcionamiento y salida del grupo y para protegerlo contra posibles fallos en el funcionamiento. El manual del sistema de control proporciona información detallada del sistema que está instalado en el Grupo Electrógeno.

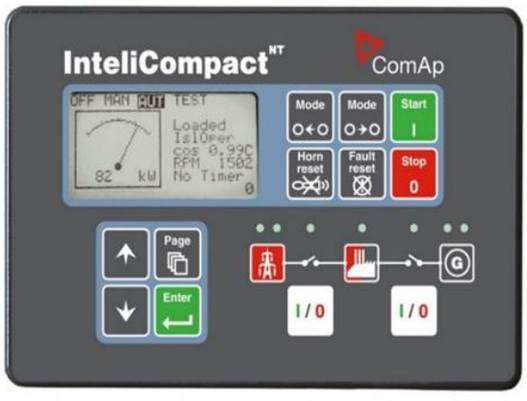

Figura 2-2 Panel de control ComAp Intelligence.

2.4.8 Interruptor automático de salida

Para proteger al alternador, se suministra un interruptor automático de salida adecuado para el modelo y régimen de salida del Grupo Electrógeno con control manual. Para grupos Electrógenos con control automático se protege el alternador mediante contactores adecuados para el modelo adecuado y régimen de salida.

2.4.9 Algunos elementos opcionales del equipo

2.4.9.1 Cargador electrónico de baterías

Asegura la carga de la batería, aunque el grupo permanezca largos períodos de tiempo sin funcionar. Suelen ser de una intensidad máxima de carga de 5 Amperes.

2.4.9.2 Resistencia calefactora del motor

El motor diésel lleva instalada una resistencia calefactora controlada por un termostato en el circuito de líquido refrigerante. El objetivo de esta resistencia es mantener el motor diésel a una temperatura suficiente para asegurar el arranque rápido en cualquier momento, y que pueda aceptar rápidamente la carga a conectar.

2.4.9.3 Sistema de calefacción

Opcionalmente también se instalan sistemas de calefacción en el alternador y en el cuadro eléctrico, para evitar condensaciones de vapor de agua dentro de estos elementos. Además de lo mencionado anteriormente, existen otros dispositivos que ayudan a controlar y mantener, de forma automática, el correcto funcionamiento del mismo.

2.4.9.4 Tarjeta electrónica

Para la regulación automática de la velocidad del motor se emplean una tarjeta electrónica de control para la señal de entrada "**pick-up**[6]" y salida del

[6] **Pick-up magnético:** Tipo de sensor bajo captador magnético.

"actuador". El pick-up es un dispositivo magnético que se instala justo en el engranaje situado en el motor, y éste, a su vez, este acoplado al engranaje del motor de arranque. El pick-up detecta la velocidad del motor, produce una salida de voltaje debido al movimiento del engranaje que se mueve a través del campo magnético de la punta del pick-up, por lo tanto, debe haber una correcta distancia entre la punta del pick-up y el engranaje del motor.

2.4.9.5 Actuador

El actuador sirve para controlar la velocidad del motor en condiciones de carga. Cuando la carga es muy elevada la velocidad del motor aumenta para proporcionar la potencia requerida y, cuando la carga es baja, la velocidad disminuye, es decir, el fundamento del actuador es controlar de forma automática el régimen de velocidad del motor sin aceleraciones bruscas, generando la potencia del motor de forma continua. Normalmente el actuador se acopla al dispositivo de entrada del fuel-oil del motor.

2.5 TÉRMINOS RELACIONADOS.

Antes de proseguir con la selección de un equipo es necesario conocer algunos conceptos importantes relacionados con las consideraciones que hay que tomar en el momento de determinar la potencia que tendrá el grupo electrógeno, algunos términos quizás no necesariamente salgan más adelante, pero es importante su inclusión, debido a que algunas definen lo que ocurre con los equipos al estar en funcionamiento

a) Carga:

Este concepto puede tener varias acepciones:

- Conjunto de valores eléctricos que caracterizan la solicitación a que está sometido un equipamiento eléctrico (transformador, máquina, etc.).
- Equipamiento eléctrico que absorbe potencia.
- Potencia (o corriente) transferida por un equipamiento eléctrico.
- Potencia instalada.

b) Carga instalada:

Es la suma de las potencias nominales de los equipos instalados, se expresa en $[KV \cdot A]$, $[kW]$, $[MV \cdot A]$ o $[MW]$.

c) Carga máxima:

Es el consumo máximo de un equipo en un intervalo dado.

d) Carga equivalente:

Corresponde a la carga intermitente que al ser multiplicada por el factor de diversidad equivaldría a una carga continúa ayudando así a determinar la potencia requerida a instalar en un GE.

e) Densidad de carga:

Es el cociente entre la carga instalada y el área de la zona de proyecto, se expresa, por ejemplo, en $\left[\frac{kV \cdot A}{km^2}\right]$.

f) Demanda:

Es la carga en las terminales receptoras, tomada como valor medio en un intervalo de tiempo determinado; por lo tanto, hablar de demanda carece de sentido si no se explicita dicho intervalo. Se expresa en $[kW]$, $[kV \cdot A]$ o Amperes.

g) Demanda máxima:

Es la mayor demanda instantánea que se presenta en una carga.

h) Factor de demanda (DF):

Es la razón entre la demanda máxima y su carga total instalada en un lapso de tiempo (t). El factor de demanda generalmente es menor que uno, y sólo es igual a la unidad cuando todos los aparatos conectados a la carga están absorbiendo su potencia nominal.

i) Factor de utilización:

Es la razón entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema en un lapso de tiempo (t).

j) Factor de carga:

Es la razón entre la demanda promedio en un intervalo de tiempo dado y la demanda máxima observada en dicho lapso.

k) Factor de diversidad:

Es el cociente de la suma de las demandas máximas individuales en las distintas partes de un sistema o la instalación y la demanda máxima de un sistema y la instalación.

l) Factor de coincidencia o simultaneidad:

Cuando se alimenta a un sólo consumidor se estila considerar su demanda máxima, pero si se alimenta a más de uno se suele considerar este factor que toma en cuenta la no coincidencia en el tiempo de los consumos; por lo tanto, es siempre menor que uno.

m) Potencia de arranque (PA):

Al partir los motores de las bombas estos arrancan con una fuerte punta de tensión, para luego estabilizarse y trabajar a la potencia de trabajo (PT) o nominal. Estos valores están en $[KW]$.

2.6 PARÁMETROS MEDICIÓN

Los parámetros tomados en cada condición de carga son:

2.6.1 Pruebas de carga de los generadores:

Los bancos de carga se utilizan para probar fuentes de energía. Simulan condiciones de carga variables de forma que puedan controlarse, medirse y registrarse de forma precisa.

Resulta vital someter a prueba sus sistemas para saber si están a la altura de lo que se pide de ellos; tanto si está poniendo en marcha generadores nuevos o necesita realizar un mantenimiento rutinario. También es importante poner en marcha los generadores de refuerzo periódicamente para quemar el combustible, el aceite y la condensación que pueda haber.

Figura 2-3 Banco de carga prueba generadores

Tabla 2-1 Carga del generador

Carga [%]	Tiempo [min]	
Vacío	15	
25%	15	
50%	15	
75%	15	
100%	60	
110%	45	

2.6.2 Pasos de carga

Se somete el equipo a variaciones bruscas de carga, para comprobar la reacción del regulador de velocidad y por ende las variaciones de voltaje y frecuencia que deben ser de acuerdo a lo establecido por las normas de las casas clasificadoras.

Lo más exigente es llevar el motor funcionando con el 100% de su carga a 0%, el tiempo de reacción debe ser de 2 segundos, con una variación de voltaje de $+/-16\%$ y de frecuencia $+/-4\%$.

2.6.3 Pruebas en paralelo

Se prueba la capacidad de reacción de cada uno de los grupos electrógenos a través de distintas pruebas como:

2.6.4 Comprobación de parada por corriente inversa

El fenómeno de corriente inversa en un grupo electrógeno se debe a que cuando dos equipos están trabajando en paralelo y uno de estos se encuentra trabajando con menos carga, el alternador de este equipo con menos carga tiende a absorber corriente y en vez de trabajar como alternador absorbe carga como si fuera un motor, para lo cual no fue diseñado, por lo mismo estos equipos cuentan con una desconexión por corriente inversa, la prueba consiste en lo siguiente:

Tabla 2-2 Prueba parada corriente inversa.

Acción	Reacción
Se trabaja con generadores en paralelo con generador 1 a 10% de carga.	Se desconecta el generador 1 (la reacción no debe tardar más de 5 segundos)
Se trabaja con generadores en paralelo con generador 2 a 10 % de carga.	Se desconecta el generador 2 (la reacción no debe tardar más de 5 segundos)

2.6.5 Comprobación de Alarmas y Sistemas de Seguridad

Se simulan las diferentes fallas utilizando equipos especializados que envían las señales al panel de control local, con el fin de no someter a los grupos electrógenos a condiciones exigentes de trabajo innecesariamente. Esta prueba se divide en condiciones que generan alarma visual, acústica y aseguran el equipo y condiciones que solo generan alarma visual y acústica, las primeras son: baja presión de aceite, alta temperatura del refrigerante y sobre velocidad, las segundas son: baja presión de agua refrigerante, bajo nivel del líquido

refrigerante, fugas de combustible, diferencial de presión en los filtros de aceite y temperatura del aceite.

2.6.6 Pruebas de aislación

Se somete el alternador a pruebas de aislación: con **Multitester**[7] en el cual se comprueba la aislación entre fases, entre tierra y chasis insonorizado y entre cada fase (**R,S,T**) y la tierra, estas mediciones se realizan con el generador en frio (esto significa con generador fuera de servicio) y luego se realiza con el generador en caliente(inmediatamente después de haber sacado fuera de servicio el generador), estos rangos deben tender a infinito en las mediciones entre cada fase y entre fase y tierra, en el caso de la masa a tierra y el casco este debe dar cero, luego al comparar las mediciones en frio y en caliente estas deberían ser las mismas.

2.6.7 Medición de vibraciones

Cuando el alternador está en pruebas de carga, estas se miden en cuatro puntos en los fundamentos del grupo electrógeno con un acelerómetro.

2.7 PRINCIPALES MANTENCIONES DE UN GRUPO ELECTRÓGENO

2.7.1 Del motor primario:

Aunque cada motor incluye un manual de operación para su correcto mantenimiento, destacaremos los aspectos principales para una buena mantención predictiva del motor.

Controlar el nivel de aceite. El motor debe estar nivelado horizontalmente, se debe asegurar que el nivel está entre las marcas MIN y MAX de la varilla. Si el motor está caliente se habrá de esperar entre 3 y 5 minutos después de parar el motor.

Aceite y filtros de aceite. Respetar siempre el intervalo de cambio de aceite recomendado y sustituya el filtro de aceite al mismo tiempo. En motores parados

---

[7] **Multitester:** Instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas, como corrientes y potenciales

no quite el tapón inferior. En el caso de Carter seco o **sump tank**[8] es recomendable que cuando el aceite se cambia por completo, limpiar y revisar es depósito en caso de hallar partículas como paños, metales, o vidrios que puedan dañar por accidente el sistema de lubricación.

Filtro del aire. El filtro del aire debe sustituirse cuando el indicador del filtro así lo indique. El grado de suciedad del filtro del aire de admisión depende de la concentración del polvo en el aire y del tamaño elegido del filtro. Por lo tanto, los intervalos de limpieza no se pueden generalizar, sino que es preciso definirlos para cada caso individual.

Correas de elementos auxiliares. Comprobación y ajuste. La inspección y ajuste deben realizarse después de haber funcionado el motor, cuando las correas están calientes. Afloje los tornillos antes de tensar las correas del alternador. Las correas deberán ceder 10mm entre las poleas. Las correas gastadas que funcionan por pares deben cambiarse al mismo tiempo. Las correas del ventilador tienen un tensor automático y no necesitan ajuste. Sin embargo, el estado de las correas debe ser comprobado.

Sistema de refrigeración. El sistema de refrigeración debe llenarse con un refrigerante que proteja el motor contra la corrosión interna y contra la congelación si el clima lo exige. Nunca utilizar agua sola. Los aditivos anticorrosión se hacen menos eficaces con el tiempo. Por tanto, el refrigerante debe sustituirse. El sistema de refrigeración debe lavarse al sustituir el refrigerante. Lo mejor es recurrir en al manual del motor el lavado del sistema de refrigeración.

Filtro de combustible. Sustitución. Limpieza: no deben entrar suciedad o contaminantes al sistema de inyección de combustible. La sustitución del combustible debe llevarse a cabo con el motor frío para evitar el riesgo de incendio causado al derramarse combustible sobre superficies calientes.

2.7.2 Mantención del alternador

Durante el mantenimiento rutinario, se recomienda la atención periódica al estado de los devanados (en especial cuando los generadores han estado inactivos durante un largo tiempo) y de los **cojinetes**[9].

Estado de los devanados. Se puede determinar el estado de los devanados midiendo la resistencia de aislamiento a tierra, es decir, la resistencia óhmica

---

[8] **Sump Tank:** Sumidero.

[9] **Cojinetes:** Pieza o conjunto de piezas de metal o madera en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria.

que ofrece la carcasa de la máquina respecto a tierra. Esta resistencia se altera cuando hay humedad o suciedad en los devanados, por lo tanto, la medición de aislamiento del generador nos indicará el estado actual del devanado. El aparato utilizado para medir aislamientos es el **megóhmetro**[10] o **Megger**[11].

La **AVR**[12] (regulador automático del voltaje) debe estar desconectado en el caso de que el generador sea del tipo auto excitado. Para que las medidas tengan su valor exacto la máquina debe estar parada. Es difícil asegurar cuánto es el valor de la resistencia de aislamiento de un generador, pero como norma a seguir se utiliza la fórmula: R (resistencia en Megohmios) = Tensión nominal en V. / Potencia nominal KW + 1000 siempre y cuando la máquina esté en caliente, es decir, en pleno funcionamiento.

Para medir la resistencia de aislamiento se conecta el polo positivo del megóhmetro a uno de los bornes del motor y el negativo a su masa metálica; hacemos mover la manivela del megóhmetro si la tuviera, ya que existen megóhmetros digitales, y se observará que la aguja se mueve hacia una posición de la escala hasta que se nota que resbala y en ese mismo momento se lee directamente la resistencia de aislamiento en la escala del aparato. Durante la medida, el generador debe separarse totalmente de la instalación, desconectándose de la misma. Si la resistencia de aislamiento resulta menor que la propia resistencia del devanado, sería imprescindibles secarlos. Se puede llevar a cabo el secado dirigiendo aire caliente procedente de un ventilador calentador o aparato similar a través de las rejillas de entrada y/o salida de aire del generador, aunque otro método rápido y eficaz seria el secado mediante un horno por calentamiento de resistencias. Alternativamente, se pueden cortocircuitar los devanados del estator principal, provocando un cortocircuito total trifásico en los bornes principales con el grupo electrógeno en marcha. Con este método se consigue secar los bobinados en muy poco tiempo, aunque para ello debe consultar el método y la forma de realizarlo según el tipo de alternador en su correspondiente manual.

2.7.3 Cojinetes

Todos los cojinetes son de engrase permanente para un funcionamiento libre de mantenimiento. Durante una revisión general, se recomienda, sin embargo, comprobarlos por desgaste o pérdida de aceite y reemplazarlos si fuese necesario.

---

[10] **Megóhmetro:** Instrumento para la medida del aislamiento eléctrico en alta tensión

[11] **Megger**: Megóhmetro, por su nombre genérico, es un instrumento que sirve para medir la resistencia de aislamiento

[12] **AVR:** Abreviatura Automatic Regulator voltage / Regulador Automático de Voltaje

También se recomienda comprobar periódicamente si se recalientan los cojinetes o si producen excesivo ruido durante su funcionamiento útil. En caso de verificar vibraciones excesivas después de un cierto tiempo. Esto sería debido al desgaste del cojinete, en cuyo caso conviene examinarlo por desperfectos o pérdida de grasa y reemplazarlo si fuese necesario. En todo caso se deben reemplazar los cojinetes después de 40.000 horas en servicio. Otra forma de determinar el desgaste de los cojinetes es midiendo la distancia entre el estator y el rotor por medio de un **Feller**[13], de esta forma revisando las medidas originales del conjunto se puede saber la presencia de algún desalineamiento.

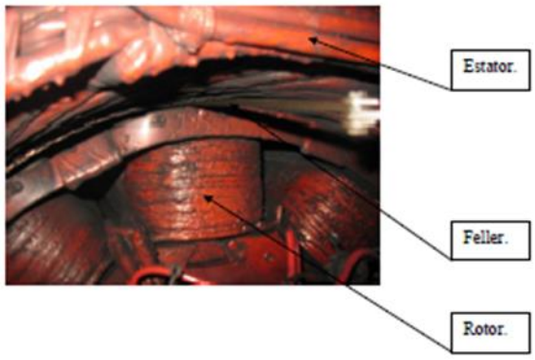

Figura 2-4 Medición holgura Estatores alternador Grupo electrógeno

Anillos rozantes y Escobillas. Muy a menudo el chisporroteo en las escobillas se debe a la suciedad en los anillos rozantes, o alguna otra causa mecánica. Hay que examinar la posición de las escobillas de manera que han de tocar los anillos rozantes en toda su superficie, asimismo deben reemplazarse cuando se ha gastado una cuarta parte de su longitud. Se han de limpiar a fondo los anillos rozantes de forma cíclica, quitándoles todo el polvo o suciedad que los cubra, y en especial cuando se cambian las escobillas.

2.7.4 Batería

El uso normal y la carga de baterías tendrán como efecto una evaporación del agua. Por lo tanto, se tendrá que rellenar la batería de vez en cuando. Primero, limpiar la batería para evitar que entre suciedad y después quitar los tapones. Añadir agua destilada hasta que el nivel esté a 8 mm por encima de los separadores. Volver a colocar los separadores.

[13] **Feller:** Herramienta mecánica para medir holguras

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

El desarrollo de todo proyecto involucra conocer a fondo las características del lugar en que será implementado, con la idea de tener un claro entendimiento del entorno de actuación, las fortalezas y debilidades y las posibles propuestas que se pudieran adoptar en post del mejoramiento continuo. Este es un proceso que permitirá tener claro los pasos a seguir para lograr el éxito empresarial; por lo anterior, en el siguiente capítulo, se procederá a describir los conceptos relacionados a la situación actual en la que se desenvuelve la empresa Generación y Sistemas **SPA**[14].

3.1 INSTALACIONES EMPRESA

Generación y Sistemas SPA se encuentra emplazada en una única Planta y/o sucursal, ubicada en la comuna de Colina; Calle Santa Clementina 100-C.

Posee instalaciones de 935 metros cuadrados, distribuidos en 225 metros cuadrados de oficinas y 710 metros cuadrados para Talleres de mantenimiento y reparación, además de bodegaje y almacenaje de Grupos Generadores.

3.2 STAFF MANTENIMIENTO

El equipo de mantenimiento actualmente se encuentra conformado por 04 (cuatro) funcionarios con las siguientes funciones:

- 01 (uno) Supervisor Mecánico, con estudios técnicos superiores
- 02 (dos) Mecánicos mantenedores con estudios Medios
- 01 Electromecánico de nivel superior

Todos quienes ejecutan labores asociadas a la mantención de los equipos que previamente han sido suministrados a los clientes finales.

[14] **SPA**: Sociedad por Acciones.

3.3 VEHÍCULOS ASISTENCIA

La flota de vehículos de asistencia está compuesta por 04 camionetas (02 Furgones cerrados y 02 camionetas pick-up), de las cuales 2 de ellas forman parte de los recursos directos para el área de mantenimiento.

3.4 EQUIPOS VENDIDOS

Desde su creación, Generación y Sistemas SPA ha introducido al mercado un total de 142 equipos electrógenos nuevos, distribuidos en potencias que van desde los $15\,[kV \cdot A]$ hasta los $1000[kV \cdot A]$; de los cuales, cerca del 80% se encuentran asociados a contratos de mantenimiento anual (114 Equipos).

Un contrato de mantenimiento está supeditado de al menos 04 visitas técnicas promedio anual, distribuidas de manera equitativas durante el periodo de 1 año calendario. Sin embargo, dependiendo del formato del equipo (Stand By, Prime, Full Prime) estas visitas van en aumento. A continuación, se entrega el detalle de los equipos vendidos:

Tabla 3-1 Detalle equipos vendidos por generación y Sistemas SPA

DESCRIPCION	STAND BY		PRIME		QTY EQUIPOS
	POTENCIA KVA	POTENCIA KW	POTENCIA KVA	POTENCIA KW	
FC13-C	13	16	14	18	6
FC15-C	15	19	17	21	5
FC40-C	40	50	44	55	4
FC56-C	56	70	62	77	13
FC80-C	80	100	88	110	15
FC100-C	100	125	110	138	21
FC135-C	135	169	149	186	13
FC150-C	150	188	165	206	15
FC180-C	180	225	198	248	9
FC200-C	200	250	220	275	9
FC250-C	250	313	275	344	11
FC300-C	300	375	330	413	7
FC350-C	350	438	385	481	5
FC400-C/P	400	500	440	550	5
FC500-C/P	500	625	550	688	4

3.5 MANTENCIÓN EQUIPOS EXTERNOS

Junto a lo anterior, existe un parque de equipos que han sido adquiridos por los clientes finales a otros representantes de grupos generadores. Sin embargo,

debido a principalmente la gestión realizada por el área de post venta de la compañía y la habilidad comercial de los funcionarios que conforman esta unidad de negocios, han ingresado a la cartera del departamento de mantenimiento de **GenSys**[15].

A la fecha de este proyecto, GenSys cuenta con 65 grupos electrógenos bajo este formato de servicio asociado a la mantención principalmente preventiva de estos equipos, además de la atención ante llamados de emergencias por fallas imprevistas.

Sin embargo, los equipos son inspeccionados periódicamente por los mismos operadores de éstos, GenSys está ligado a estas empresas por medio de un contrato de mantenimiento anual que consta de visitas periódicas (Al menos 4 Anuales) dentro de las cuales se efectúan las labores asociadas al cambio de repuestos y evaluación de parámetros.

[15] **GenSys:** Nombre de fantasía para Generación Y Sistemas

El detalle de estos equipos a continuación:

Tabla 3-2 Equipos externos atendidos bajo formato contrato mantención anual

Contratos de Mantencion			
	Cliente	MARCA GENSET	Descripción
1	CBRE White	MODASA	PERKINS 150 KVA
2	Porsche Inter Auto	LUREYE	Motor Volvo Penta 200 KVA
3	Porsche Chile	LUREYE	Motor Volvo Penta 250 KVA
4	Centro Medico San Agustín	LUREYE	Motor Cummins 300 KVA
5	Mega 1	MODASA	Motor Perkins 350 KVA
6	Mega 2	MODASA	Motor Perkins 350 KVA
7	Mega 3	MODASA	Motor Cummins 56 KVA
8	Mega San Cristóbal	SIMMA	Motor Detroit 8V92
9	Clínica Valparaíso	EMARESA	Motor Perkins 400KVA
10	Clínica Tabancura	EMARESA	Motor Perkins 400KVA
11	Edificio Holanda	ELECTROPOWER	Motor Cummins 100 KVA
12	Edificio Varas Gallardo	ELECTROPOWER	Motor Cummins 100 KVA
13	Comunidad Edificio 5 Norte BROTEC	ELECTROPOWER	Motor Cummins 100 KVA
14	Edificio Plaza Almeyda BROTEC	SINELEC	Motor Cummins 100 KVA
15	Inmobiliaria San Geronimo CHICUREO	ELECTROPOWER	Motor Cummins 80 KVA
16	Mini Bodegas núcleo Vespucio	LUREYE	Motor Perkins 150 KVA
17	Mini Bodegas núcleo ochagavia	LUREYE	Motor Perkins 150 KVA
18	Edificio Cordillera	ELECTROPOWER	Motor Cummins 100 KVA
19	Edificio Lyon	ELECTROPOWER	Motor Cummins 56 KVA
20	Conjunto Apoquindo	SIMMA	Motor Cummins 100 KVA
21	Larraín Prieto	LUREYE	Motor Cummins 150 kVA
22	La Huasa	LUREYE	Motor Perkins 80 KVA
23	Barros Borgoño Acodef	DIPERK S.A	Motor Cummins 100 KVA
24	Lo Matta	DIPERK S.A	Motor Cummins 100 KVA
25	Logisfashion	LUREYE	Motor Cummins 250 KVA
26	Tecnoera	LUREYE	Motor Cummins 56 KVA
27	Agricola Forestal El Tranque	DIPERK S.A	Motor Cummins 100 KVA
28	Hitecsa	DIPERK S.A	Motor Cummins 100 KVA
29	mega móvil 60kva	ELECTROPOWER	Motor Cummins 60 KVA
30	colun	ELECTROPOWER	Motor Detroit 200KVA
31	Comunidad Condominio Cordillera	ELECTROPOWER	Motor Cummins 100 KVA
32	CMF1	DETROIT CHILE S.A.	Motor Detroit 16V4000 / 2500 KVA
33	CMF2	DETROIT CHILE S.A.	Motor Detroit 16V4000 / 2500 KVA
34	CMF3	DETROIT CHILE S.A.	Motor Detroit 16V4000 / 2500 KVA
35	factory spa	ELECTROPOWER	Motor Cummins 100 KVA
36	Pentax	ELECTROPOWER	Motor Cummins 100 KVA
37	Torre alto el golf	WEICHAI POWER	Motor Perkins 80 KVA
38	EFE Talca	DIPERK S.A	Motor Cummins 56 KVA
39	EFE 1 ESTACION CENTRAL	DIPERK S.A	Motor Cummins 56 KVA
40	LA POLAR 1	DIPERK S.A	Motor Cummins 100 KVA
41	LA POLAR 2	DIPERK S.A	Motor Cummins 250 KVA
42	LA POLAR 3	DIPERK S.A	Motor Cummins 100 KVA
43	LA POLAR 4	DIPERK S.A	Motor Cummins 250 KVA
44	LA POLAR 5	DIPERK S.A	Motor Cummins 250 KVA
45	la castella buguet	ELECTROPOWER	Motor Perkins 80 KVA
46	nivo	WEICHAI POWER	Motor Perkins 80 KVA
47	chorrillos	ELECTROPOWER	Motor Cummins 100 KVA
48	Cienfuegos 78	CRUZ DEL SUR	Motor Cummins 100 KVA
49	ED. La cisterna	CRUZ DEL SUR	Motor Perkins 80 KVA
50	CRISTALERIAS CHILE 1	DETROIT CHILE S.A.	Motor Detroit 16V4000 / 2500 KVA
51	CRISTALERIAS CHILE 2	DETROIT CHILE S.A.	Motor Detroit 16V4000 / 2500 KVA
52	CRISTALERIAS CHILE 3	DETROIT CHILE S.A.	Motor Detroit 16V4000 / 2500 KVA
53	EMBOTELLADORA ANDINA 1	DIPERK S.A	Motor Perkins 80 KVA
54	EMBOTELLADORA ANDINA 2	DIPERK S.A	Motor Cummins 100 KVA
55	EMBOTELLADORA ANDINA 3	DIPERK S.A	Motor Cummins 100 KVA
56	VIÑA MORANDE 1	LUREYE	Motor Volvo Penta 250 KVA
57	VIÑA MORANDE 2	LUREYE	Motor Volvo Penta 250 KVA
58	COPESA 1	LUREYE	Motor Detroit 16V4000 / 2500 KVA
59	COPESA 2	LUREYE	Motor Detroit 16V4000 / 2500 KVA
60	COPESA 3	DETROIT CHILE S.A.	Motor Detroit 8V92 / 200KVA
61	COPESA 4	DETROIT CHILE S.A.	Motor Detroit 8V92 / 200KVA
62	COPESA 5	LUREYE	Motor Volvo Penta 250 KVA
63	UNIFRUTTI	DETROIT CHILE S.A.	Motor Detroit 8V92 / 200KVA
64	AUDIZENTRUM 1	MODASA	Motor Perkins 350 KVA
65	AUDIZENTRUM 2	MODASA	Motor Perkins 350 KVA

3.6 CANTIDAD TOTAL DE EQUIPOS BAJO CONTRATO

Mediante el establecimiento de un contrato, se garantiza un seguimiento exhaustivo, periódico y personalizado de los generadores y el registro correspondiente de las intervenciones que permiten la preparación de una historia del grupo electrógeno, válida para su posterior análisis, en caso de fallo o cambio operativo.

Finalmente, a la fecha de confección de este proyecto, GenSys cuenta con un parque de 179 equipos bajo formato de Contrato de mantenimiento, cuales generan un ingreso mensual de $633\,UF$ (Unidades de fomento), siendo éste el mayor activo.

Tabla 3-3 Resumen total equipos atendidos bajo contrato mantención anual

Ítem	Formato	Cantidad de equipos	% Bajo contrato	Total equipos	UF Mantención Mensual
1	Propios	142	80%	114	371
2	Contrato	65	100%	65	262
				179	633

3.7 REQUERIMIENTO MANO OBRA V/S H/H DISPONIBLES

De acuerdo a lo expuesto en este análisis, según la distribución de los cargos en el área de mantenimiento, se puede determinar que actualmente la empresa Generación y Sistemas SpA (GenSys) cuenta con una capacidad de 720 H/H por mes (180 Horas por cada funcionario); esto, considerando una jornada laboral de lunes a viernes entre 08:30 a 18:30 horas, con 45 minutos de colación.

En el análisis básico, sólo al contabilizar la cantidad de equipos que han sido previamente suministrados por GenSys y aquellos que son atendidos en formato de subcontrato a clientes que adquirieron estos grupos a empresas externas, se obtiene que actualmente GenSys cuenta con un déficit de personal en el staff de mantenimiento, expresado en la siguiente Tabla:

Tabla 3-4 Evaluación mano obra requerida v/s Disponibilidad H/H

	Mensual	Anual
H/H Disponibles / Mes	720	8640
Equipos Propios	114	1368
Equipos Externos	65	
Total Equipos	179	
Cantidad mantenciones Anuales	716	
Tiempo promedio mantención (hrs)	2,5	1790
Traslado Zona centro (hrs)	70% equipos	3222
Traslado Zona Sur (hrs)	20% equipos	4725
Traslados Zona norte / Extremos (Hrs)	10% Equipos	2148
Total H/H Anual	**1034,25**	**12411**
Déficit Anual H/H	-314,25	-3771
H/H Trabajador	180	2160
Funcionarios Faltantes	**-1,75**	

De lo anterior se desprende que solo tomando estos antecedentes para los mantenimientos de carácter preventivo (4 anuales por equipo) y determinando el promedio de traslado por zona de acuerdo a la ubicación geofísica de estos equipos, existe una desviación de casi un 50% respecto al personal actual.

La operación mensual de GenSys está asociada a 1034 H/H mensuales, versus las 720 Horas Hombres disponibles actualmente. Por lo anterior a fin de optar a convertirse en una empresa que entregue un servicio de atención técnica eficiente a los clientes, GenSys necesita contratar al menos 2 técnicos de mantención, contabilizando un total de 1080 H/H.

Sin embargo, se recomienda contratar al menos 3 técnicos, y así apuntar a la sobredemanda que pueda existir en los tiempos de aumento de atenciones.

3.8 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL

Actualmente GenSys no cuenta con un programa de mantenimiento debidamente definido, cual ofrezca una calendarización exacta de las atenciones a los equipos previamente descritos.

Si bien es cierto, casi todos los equipos son intervenidos, la gran mayoría de las veces estas mantenciones son efectuadas de manera desfasada respecto a lo que el cliente necesita.

Lo anterior genera una problemática interna llevando a la empresa incluso a perder algunos contratos importantes, principalmente por la falta de reacción ante situaciones que se generan durante la operación diaria, radicadas principalmente en las fallas imprevistas que requieren de atención inmediata y de urgencia.

Si bien, la calidad del servicio de mantención, asociadas a la reparación, no es la primera debilidad de la compañía, ya que la tasa de falla de los equipos electrógenos en cierta forma está controlada, ésta podría transformarse rápidamente en una debilidad importante, ya que la empresa sigue en constante crecimiento.

Recordar que La fidelización es un concepto de marketing que designa la lealtad de un cliente a una marca, producto o servicio concretos, que compra o a los que recurre de forma continua o periódica.

La fidelización se basa en convertir cada venta en el principio de la siguiente. Trata de conseguir una relación estable y duradera con los usuarios finales de los productos que vende.

Fidelización es un término que utilizan, básicamente, las empresas orientadas al cliente, donde la satisfacción del cliente es un valor principal.

Sin embargo, las empresas orientadas al producto se esfuerzan en vender sus bienes y servicios ignorando las necesidades e intereses del cliente.

3.9 ANÁLISIS FODA[16]

En la actualidad la gran evolución de las empresas en los mercados internacionales, ha llevado a las organizaciones a prepararse con medios y herramientas de gran importancia empresarial, con el fin de justificar y cumplir con todas las demandas y necesidades que los clientes exigen, por lo cual la elaboración de un plan estratégico es la fuente clave para el desarrollo eficiente de esta organización.

La planeación estratégica en una empresa, es el proceso en el cual, quienes tienen la obligación de tomar decisiones, especialmente en el desarrollo de la misma, toman decisiones en base a su situación actual a fin de proyectarse a una situación óptima, con el objetivo de posicionarse como una entidad competitiva con el propósito de prever y decidir su direccionamiento hacia el futuro.

Lo anterior, expresa la necesidad fundamental de toda empresa en atenuar sus debilidades, anular las amenazas, aprovechar las oportunidades y consolidar sus fortalezas mediante el análisis de su situación actual.

Es así como en conjunto con la empresa GenSys, y según el levantamiento de la situación actual de la empresa, previamente descrita en los puntos anteriores, se realizó la identificación de los puntos críticos que requieren de plan de acción inmediatos debido al impacto que generan en la organización.

Basado en éste análisis, se ha llegado a la siguiente situación:

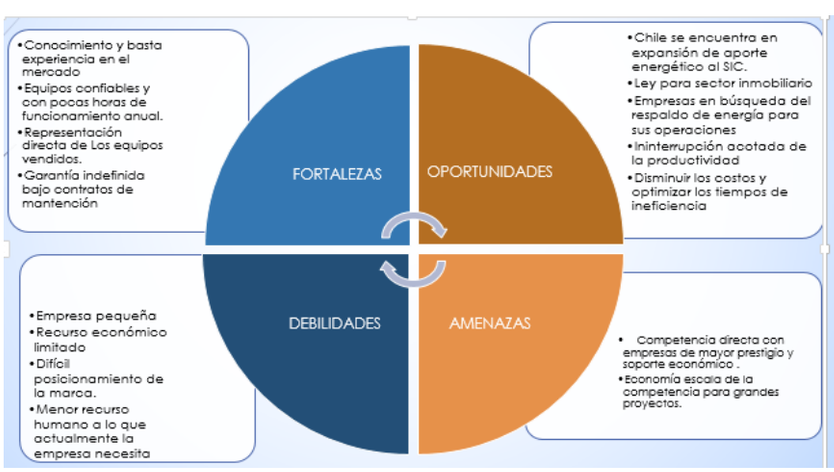

Figura 3-1 Análisis FODA empresa Generación y Sistemas SPA

[16] **FODA:** Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas

CAPÍTULO 4: DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4 DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es recurrente encontrar que la detención o falla de un equipo tiene origen en alguna acción equivocada del hombre. Calificado como error humano, muchas veces resulta ser el tope en la mejora de confiabilidad del sistema, siendo entonces este tan confiable como el nivel de control que se tenga sobre las acciones humanas.

Por otro lado, desde un punto de vista de la mantenibilidad, es un hecho que una correcta definición de las actividades de mantenimiento, herramientas, insumos y repuestos aseguran un tiempo de ejecución acotado; sin mencionar lo vital que es la comprensión del trabajo a realizar, aspectos técnicos y seguridad son valiosos para el personal con menos experiencia.

A partir de los registros operacionales y de mantenciones de equipos, se busca determinar las condiciones que favorecen la ocurrencia de fallas, como también obtener períodos de trabajo entre mantenciones preventivas que permitan maximizar el beneficio o disponibilidad esperada.

El trabajo se realiza en tres etapas: Consolidación de registros operacionales y mantención, estimación de la probabilidad de falla de equipos a partir del ajuste de distribuciones de probabilidad o modelos de minería de datos, determinar una pauta de mantenimiento para cada tipo de equipo dependiendo del modelo escogido. De acuerdo a los modelos predictivos, la variable principal corresponde a las horas de mantenimiento correctivo recibido, aumentando la probabilidad de falla en la medida que el equipo recibe mayores horas de reparación. Dejando fuera esta variable, la utilización, productividad y horas de mantenimiento preventivo corresponden a las variables explicativas. Si bien se proponen distintas teorías, la información actual del modelo es insuficiente para determinar la causa principal de este fenómeno.

Siempre es bueno contar con pautas que sean muy detalladas, y que abarquen una enorme cantidad de información. Sin embargo, se torna difícil, en las típicas circunstancias de trabajo, donde el tiempo apremia, poder leer todo el documento. Para un fácil entendimiento de la tarea a realizar se debe contar con una pauta que incluya resúmenes de aspectos como: Codificación, Recursos Humanos, Seguridad, Procedimientos, Ajustes, Herramientas, Repuestos, Anexos y Videos en caso que esta sea multimedia. La idea es esta sea breve y no sobrepase la extensión de dos hojas, para que sea una guía legible y de rápido acceso a la información relevante.

De lo anterior, hemos definido que para este tipo de equipos se hace necesario determinar las Pautas de Mantenimiento Preventivo (**PPM**[17]) Cuales han sido definidas como:

1. PPM 0: Pautas de inspecciones Periódicas
2. PPM 1: Pauta de mantenimiento preventivo 1
3. PPM 2: Pauta de mantenimiento preventivo 2
4. PPM 3: Pauta de mantenimiento preventivo 3
5. **TOP OVERHAUL**[18]: Mantenimiento preventivo Mayor (Destapar motor por la parte superior)
6. PPM **OVERHAUL**[19]: Ajuste completo motor y reparación componentes Mayores.

4.1 PAUTA INSPECCIONES PERIÓDICAS (PPM0)

- Chequeo estado funcionamiento motor en vacío
- Revisión elemento Filtro de aire
- Revisión estado indicador restricción / saturación filtro de aire
- Revisión de Mangueras Combustible
- Revisión estado abrazaderas
- Revisión nivel combustible
- Revisión nivel refrigerante
- Revisión nivel aceite motor
- Revisión **TTA**[20]

4.2 PAUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PPM1

- Chequeo estado funcionamiento motor en vacío
- Cambio filtro de aire
- Cambio Filtro de Aceite
- Cambio Aceite motor
- Cambio Filtros de combustible
- Cambio filtro Refrigerante
- Revisión estado aspas ventilador (**FAN**[21])
- Revisión estado manguera respiradero **Canister**[22]

---

[17] **PPM:** Pauta mantenimiento Preventivo
[18] **Top Overhaul**: Reparación Mayor montado en el habitáculo
[19] **Overhaul:** Reparación Mayor fuera del habitáculo
[20] **TTA:** Tablero de transferencia Automático
[21] **FAN:** Ventilador
[22] **Canister:** Filtro de carbón activo

- Revisión estado Cableado motor
- Revisión tensión correa accesorios
- Revisión carga de baterías
- Revisión estado Panel de Control
- Revisión estado Calefactor
- Revisión bomba reloj (Trasvasije)
- Revisión Estado Mantenedor Baterías

4.3 PAUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PPM2

- Chequeo estado funcionamiento motor en vacío
- Realizar PPM1
- Chequeo estado sistema de control
- Limpieza motor
- Revisión sistema parada emergencia
- Revisión circuito carga (**Breaker**[23])
- Revisión Conexión Tablero Transferencia Automática (TTA)

4.4 PAUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PPM3

- Chequeo estado funcionamiento motor en vacío
- Realizar PPM2
- Cambio Baterías motor
- Cambio dispositivo Canister
- Revisión Tolerancia Axial eje cigüeñal
- Lubricación cubo ventilador (FAN)
- Cambio Mangueras dañadas
- Limpieza a Vapor motor
- Chequear regulación Válvulas
- Chequear regulación altura inyectores
- Chequear regulación tarjeta AVR
- Ejecutar pruebas de carga al 25% (con banco de carga)
- Ejecutar pruebas de carga al 50% (con banco de carga)
- Ejecutar pruebas de carga al 75% (con banco de carga)
- Ejecutar pruebas de carga al 100% (con banco de carga)

[23] **Breaker:** Interruptores automáticos accionados por sobrecargas

4.5 TOP OVERHAUL

Top Overhaul o Reacondicionamiento superior significa reacondicionar la parte superior del motor, normalmente sin retirar éste del habitáculo donde trabaja.

Para este caso, sin la necesidad de remover el motor desde el gabinete o la estación de generación en la cual se encuentra operando, es conocida como Top, ya que el motor es destapado principalmente por la parte superior del mismo, accediendo a retirar culata y efectuar el recambio de los elementos de desgaste. Se entiende el lapeado de las válvulas y la reparación necesaria de las piezas en el cárter que son accesibles sin desmontar el cárter. Incluye la extracción de cilindros, pistones, anillos de pistones y engranajes de válvulas para reemplazo o servicio.

La necesidad de una revisión superior generalmente genera al no obtener la velocidad requerida del motor con el acelerador o bien debido al consumo excesivo de aceite.

Para la flota de generadores de la empresa GenSys se recomienda:

- Chequeo estado funcionamiento motor en vacío
- Realizar PPM3
- Cambio empaquetadura culata
- Cambio empaquetadura Carter
- Cambio Metales de bancada cigüeñal
- Cambio Metales de biela
- Cambio bujes le leva
- Cambio anillos motor

4.6 OVERHAUL

La revisión implica desmontaje parcial o completo del artículo, inspección para detectar partes dañadas, defectuosas o desgastadas, reparación o reemplazo de dichas partes, y reensamblado, prueba y prueba previa para devolver el artículo a su nivel operativo completo.

Cada componente debe ser inspeccionado regularmente en búsqueda de señales de desgaste o avería. Aunque un defecto no sea peligroso, puede reducir la eficacia, algo que en términos logísticos seguramente resulte muy caro.

El mantenimiento es una compleja tarea que abarca el trabajo en las estructuras, interiores, sistemas y componentes. Los elementos que componen el generador se montan y se desmontan, ateniéndose a un procedimiento de

revisiones que siguen normativas y tomando como variable fundamental la cantidad de horas de operación del equipo. Para el caso de los grupos electrógenos de la flota GenSys se considerará:

- Desmontaje motor.
- Desarme completo motor.
- Control medición eje cigüeñal.
- Control medición camisas de cilindro flotante.
- Control medición Túnel Bancada.
- Control medición eje Levas.
- Cambio Kit empaquetaduras y sellos.
- Cambio Kit Metales bancada, biela y levas.
- Cambio Rodamientos.
- Reparación motor arranque.
- Reparación alternador.
- Revisión condición radiador refrigerante.
- Limpieza estanque combustible.
- Cambio rodamientos poleas.
- Revisión Estado general alternador principal.
- Estado de los devanados.
- Mantención y recambio rodamientos alternador principal.
- Mantención Tablero Transferencia Automática (TTA).
- Revisión Panel de Control y cambio Baterías.
- Cambio de abrazaderas en mal estado.

4.7 APLICACIÓN PAUTAS MANTENIMIENTO PREVENTIVO

De acuerdo a que existen diferentes tipos de grupos electrógenos y que según la clasificación de éstos variará la cantidad de horas de operación de cada uno de ellos en un periodo determinado de tiempo, es que se hace necesario definir mediante una Carta Gantt para cada tipo, cuando se hace necesario ejecutar estas pautas, considerando las horas de operación como el factor común para determinar los respectivos mantenimientos.

La idea es tener un claro entendimiento del entorno de actuación, de las fortalezas y debilidades del proyecto y las posibles mejoras que se pudieran adoptar para mejorar constantemente. Este es un proceso que permitirá tener claro los pasos a seguir para lograr el éxito empresarial.

4.7.1 Grupos Electrógenos Stand By / Emergencia

Grupo Electrógeno de Potencia Auxiliar de Emergencia, o Grupo Electrógeno para Emergencia o en modo Stand By, son los Grupos que se utilizan, sólo para uso muy corto, porque la energía principal se ha ido por algún motivo.

Dado que la función de este tipo de grupos electrógenos es entrar en funcionamiento exclusivamente cuando se produce un fallo en la red eléctrica, es importante cambiar una vez al año, como mínimo:

- El aceite
- El filtro de aceite
- Los filtros del combustible
- El filtro de aire.

Las pautas de mantenimiento preventivo para Grupos electrógenos de emergencia de la empresa GenSys serán efectuadas según la siguiente tabla:

Tabla 4-1 Aplicación Pauta mantenimiento preventivo equipos Stand By

STAND BY	MESES	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
	PMARCHA	PPM1	PPM1	PPM1	PPM1	PPM1	PPM1	PPM1	PPM2	PPM1	PPM1	PPM1	PPM1	PPM1	PPM1	PPM1	PPM2
	0	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000

4.7.2 Grupos Electrógenos Prime

Son equipos con gran capacidad de carga y generalmente fijos o estáticos, aunque parece que es un uso continuo, no lo es, sino que es una fuente principal de energía, pero una vez se termine la jornada, éstos se desconectan.

El mantenimiento preventivo de los Grupos electrógenos PRIME están asociadas a la frecuencia ajustada de mantenimientos con cambios de consumibles y comprobaciones ajustadas en función de las horas de operación al día.

Las pautas de mantenimiento preventivo para Grupos electrógenos de prime de la empresa GenSys serán efectuadas según la siguiente tabla:

Tabla 4-2 Aplicación Pauta mantenimiento preventivo equipos Potencia Prime

PRIME	MESES	1,5	3	4,5	6	7,5	9	10,5	12	13,5	15	16,5	18	19,5	21	22,5	24	25,5	27	28,5	30
	PMARCHA	PPM1	PPM2	PPM1	PPM3	PPM1	PPM2	PPM1	PPM3	PPM1	TOP OVERHAUL	PPM1	PPM2	PPM1	PPM3	PPM1	PPM2	PPM1	PPM3	PPM1	OVERHAUL
	0	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250	4500	4750	5000

4.7.3 Grupos Electrógenos Full Prime / Potencia Continua

La frecuencia del mantenimiento y las operaciones a dependen del entorno en el que funciona el grupo electrógeno, determinando el programa de mantenimiento. Si el grupo se utiliza en condiciones adversas, es necesario adoptar intervalos más cortos entre operaciones.

Las pautas de mantenimiento preventivo para Grupos electrógenos de Full prime[24] de la empresa GenSys serán efectuadas según la siguiente tabla:

Tabla 4-3 Aplicación Pauta mantenimiento preventivo equipos Potencia Full Prime

FULL PRIME	MESES	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
	PMARCHA	PPM1	PPM2	PPM1	PPM3	PPM1	PPM2	PPM1	PPM3	PPM1	PPM2	PPM1	TOP OVERHAUL	PPM1	PPM2	PPM1	PPM3	PPM1	PPM2	PPM1	PPM3	PPM1	PPM2	PPM1	OVERHAUL
	0	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250	4500	4750	5000	5250	5500	5750	6000

[24] **Full Prime**: Grupo Generador para potencia principal continua / 24 horas

4.8 STOCK DE REPUESTOS

Es indudable que una de las preocupaciones de un departamento de mantenimiento será dimensionar adecuadamente su stock de repuesto, seleccionando con cuidado lo que desea tener a disposición inmediata.

Al seleccionar el repuesto que se ha de mantener en stock en una empresa, se genera un conflicto de intereses:

- Desde el punto de vista técnico, cuantas más piezas de repuesto se encuentren en la bodega, más aseguraremos la disponibilidad de los equipos.
- Desde el punto de vista económico, cuantas menos piezas haya almacenadas, menor capital inmovilizado existe, y el costo se disminuye.

Por ello, se debe buscar fórmulas que permitan asegurar la disponibilidad de los equipos con el mismo capital inmovilizado posible.

Un método para determinar el repuesto que debe permanecer a disponibilidad de uso inmediato con unos criterios que tratan de buscar un compromiso entre lo estrictamente financiero y lo estrictamente técnico.

4.8.1 Tipos de repuesto

Para ayudar en la identificación de las piezas, se puede agrupar el repuesto desde varios puntos de vista: en función de su responsabilidad dentro del equipo y en función de la necesidad de mantenerlo en stock permanente en planta.

4.8.2 Responsabilidad dentro del equipo

Es factible dividir el repuesto en 6 categorías:

4.8.2.1 Piezas sometidas a desgaste:

A este grupo aquellos elementos que unen piezas fijas y móviles, o aquellas partes en contacto con fluidos, como cojinetes, casquillos, retenes, juntas. Son

piezas sometidas a desgaste y a abrasión. En este grupo también podemos incluir juntas, retenes, rodetes y tuberías sujetas a fatiga, corrosión y cavitación.

4.8.2.2 Consumibles:

Son aquellos elementos de duración inferior a un año, con una vida fácilmente predecible, de bajo coste, que generalmente se sustituyen sin esperar a que den síntomas de mal estado. Son filtros y lubricantes. Su fallo y su desatención pueden provocar graves averías.

4.8.2.3 Elementos de regulación y mando:

Son aquellos elementos cuya misión es controlar los procesos y el funcionamiento de la instalación: válvulas, muelles, cigüeñales, etc. Son elementos que a pesar de no estar sometidos a condiciones desfavorables de funcionamiento tienen una importancia capital dentro del equipo. Su fallo frecuente es por fatiga.

4.8.2.4 Piezas móviles:

Son aquellas destinadas a transmitir movimiento. Son engranajes, ejes, correas, cadenas, reductores, etc. Su fallo habitual es por fatiga.

4.8.2.5 Componentes electrónicos (instrumentación):

A pesar de su altísima fiabilidad, un problema en ellos suele suponer una parada del equipo. Su fallo habitual es por calentamiento, cortocircuito o sobretensión, y generalmente se producen al someter al equipo a unas condiciones de trabajo diferentes para las que fueron diseñados. Un ejemplo habitual es un fallo en otro elemento que provoca un funcionamiento anormal del equipo; otro puede ser trabajar en condiciones atmosféricas extremas de calor, frío, humedad o polvo.

4.8.2.6 Piezas estructurales:

Difícilmente fallan, al estar trabajando en condiciones muy por debajo de sus capacidades. Son bastidores, soportes, basamentos, etc.

4.8.3 Necesidad de stock en planta:

Desde este punto de vista, podemos dividir las piezas en tres categorías:

- Piezas que es necesario mantener en stock en planta.
- Piezas que es necesario tener localizadas, con proveedor, teléfono y plazo de entrega.
- Piezas que no es necesario prever, pues un fallo en ellas supondría la sustitución completa del equipo.

4.8.4 Aspectos a tener en cuenta en la selección del repuesto:

Hay cuatro aspectos que debemos tener en cuenta a la hora de seleccionar el stock de repuesto: la criticidad de los equipos en que están situados, su consumo.

4.8.4.1 Criticidad del equipo

Antes de proceder a la labor de fijar los stocks de repuesto, es necesario analizar los equipos y determinar su importancia. Esto se denomina Análisis de Criticidad, y establece tres categorías para los diferentes equipos de la planta: A: equipos críticos; B: equipos importantes; y C: o equipos prescindibles.

Lógicamente, el almacén de repuesto estará formado básicamente por componentes y repuestos de equipos Críticos (A), y en menor medida, por componentes de equipos B y C.

4.8.4.2 Consumo

Tras el análisis del histórico de fallas, o de la lista de elementos adquiridos en periodos anteriores (uno o dos años), puede determinarse que elementos se consumen habitualmente. Todos aquellos elementos que se consuman habitualmente y que sean de bajo costo deben considerarse como firmes candidatos a pertenecer a la lista de repuesto mínimo.

Así también los elementos de componentes que no son críticas pero que frecuentemente se averían, deberían estar en stock (retenes, rodetes, cierres,

etc.). También, aquellos consumibles de cambio frecuente (aceites, filtros) deberían considerarse.

4.8.4.3 Plazo de aprovisionamiento

Algunas piezas se encuentran en stock permanente en proveedores cercanos a la planta. Otras, en cambio, se fabrican bajo pedido, por lo que su disponibilidad no es inmediata, e incluso, su entrega puede demorarse semanas.

Aquellas piezas que pertenezcan a equipos críticos cuya entrega no sea inmediata, deberían integrar el almacén de repuesto. Aquellas piezas que aún no pertenecientes a equipos A o críticos, puedan suponer que un equipo B permanezca largo tiempo fuera de servicio deben considerarse igualmente en esa lista.

4.8.4.4 Costo de la pieza

Puesto que se trata de tener un almacén con el menor coste posible, el precio de las piezas formará parte de la decisión sobre el stock de las mismas. Aquellas piezas de gran precio no deberían almacenarse, y en cambio, deberían estar sujetas a un sistema de mantenimiento predictivo eficaz. El costo es, pues, un aspecto fundamental.

4.8.5 Proceso a seguir para confeccionar la lista de repuesto

1) Seleccionar el equipo crítico
2) Seleccionar el repuesto crítico de esos equipos
3) Seleccionar el repuesto de gran consumo
4) Seleccionar las piezas con largo tiempo de aprovisionamiento
5) Estudiar en la lista elaborada hasta ese momento todo lo que sobrepase un precio determinado (por ejemplo, $\$500\,000\,CLP$) tratando de eliminar todas aquellas cuyo fallo sea previsible y no supongan un gran trastorno.

4.8.6 Bodega de repuesto habituales GenSys

De manera genérica, las piezas que deben encontrarse en la Bodega de GenSys se deben dividir en:

- Repuestos de uso general

- Elementos protección personal
- Materiales e insumos
- Repuestos mantenimiento por equipo

4.8.6.1 Repuestos de uso general

El listado de los siguientes repuestos ha sido denominado como REPUESTOS DE USO GENERAL debido a que son estándar para los equipos generadores, independiente del modelo, potencia y/o aplicación, es decir son de carácter "genérico", y además forman parte de los repuestos susceptibles a fallo frecuente en dichos equipos.

Se ha definido que internamente estos repuestos lleven un número de parte correlativo, antecedido por la letra G, cuya función sea distinguirlo como repuesto estándar o de uso Genérico.

Tabla 4-4 Stock repuestos uso general equipos electrógenos

ítem	Descripción	Numero Parte	Cantidad /Stock	Unidad	
1	Refrigerante Móvil Minning Coolant 33%	G0000001	300	litros	
2	Aceite motor Repsol 15W40	G0000002	300	litros	
3	Bomba reloj / Trasvasije	G0000003	3	Unidad	
4	Tablero Control COMAP	G0000004	2	Unidad	
5	Sensor Pick up magnético	G0000005	3	Unidad	
6	Reloj marcador nivel combustible	G0000006	3	Unidad	
7	Sistema medición combustible tanque	G0000007	3	Unidad	
8	Tapa Radiador	G0000008	5	Unidad	
9	Calefactor sistema refrigeración	G0000009	3	Unidad	
10	Borne positivo batería	G0000010	10	Unidad	
11	Borne negativo batería	G0000011	10	Unidad	
12	Parada Emergencia	G0000012	5	Unidad	
13	Manguera Succión Combustible	G0000013	10	metros	
14	Manguera Retorno Combustible	G0000014	10	metros	
15	Soporte Radiador	G0000015	10	Unidad	
16	Chapa puerta insonorizado	G0000016	10	Unidad	
17	Tubería Conduit 60 mm	G0000017	10	metros	
18	Copla Conduit 60mm	G0000018	10	Unidad	
19	Codo Conduit 60 mm	G0000019	10	Unidad	
20	Cable control 12 Polos	G0000020	50	metros	
21	Abrazaderas OMEGA 60mm	G0000021	30	Unidad	
22	Amarras Plásticas 10 cm	G0000022	100	Unidad	
23	Amarras Plásticas 20 cm	G0000023	100	Unidad	
24	Amarras Plásticas 30 cm	G0000024	100	Unidad	

4.8.6.2 Elementos de protección personal

Los elementos de Protección Personal (**EEPP**[25]) son aquellos dispositivos físicos que protegen a las personas frente a los riesgos que pueden presentarse en las actividades laborales para prevenir la ocurrencia de accidentes y daños personales entre los colaboradores de la organización.

Los EEPP son de uso obligatorio y de responsabilidad de cada trabajador para lo cual la empresa está obligada a proporcionar gratuitamente os EEPP apropiados a cada uno de los colaboradores correspondientes a las actividades laborales que se realizan en sus instalaciones.

Los EEPP son de naturaleza personal, normalmente no son intercambiables y requieren de particular cuidado para mantenerse en excelentes condiciones de operación y mantenimiento para garantizar una protección segura al momento de utilizarse por parte de los trabajadores.

Los EEPP requieren ser revisados e inspeccionados periódicamente para verificar su vigencia, estado de conservación y funcionamiento adecuado. Los EEPP necesarios para cada actividad deben estar disponibles en las zonas de operación de manera que la tarea se pueda iniciar solamente si el personal cuenta con el EPP apropiado para su diseño de tarea industrial. Es responsabilidad de los trabajadores y de la supervisión asegurar el uso correcto de los EEPP en las zonas de trabajo de cada organización.

De esta forma, el siguiente listado de elementos de protección personal corresponde al Stock Critico de que ha sido definido para GenSys SPA:

Tabla 4-5 Stock crítico Elementos de Protección personal (EEPP).

LISTADO EEPP STOCK CRITICO				
ítem	**Descripción**	**Numero Parte**	**Cantidad /Stock**	**Unidad**
1	Lente seguridad transparente	E000001	3	Unidad
2	Fonos seguridad peltor	E000002	3	Unidad
3	Chaleco Geólogo Polplin Talla M	E000003	5	Unidad
4	Chaleco Geólogo Polplin Talla L	E000004	5	Unidad
5	Guante Nitrilo Talla M	E000005	3	cajas
6	Guante Cabritilla Std	E000006	25	Unidad
7	Buzo Tyvek talla M	E000007	25	Unidad
8	Buzo Tyvek talla L	E000008	25	Unidad
9	Casco de Seguridad	E000009	5	Unidad
10	Botín de Seguridad T40	E000010	2	Unidad
11	Botín de Seguridad T41	E000011	2	Unidad
12	Botín de Seguridad T42	E000012	2	Unidad
13	Botín de Seguridad T43	E000013	2	Unidad

[25] **EEPP:** Abreviatura Elementos Protección Personal

4.8.6.3 Stock crítico bodega Materiales

El stock de materiales, comprende aquellos materiales y/o insumos que son necesarios para el proceso de operación o fabricación de los servicios o productos finales que la empresa entrega, y cuales no necesariamente son apreciables en el producto o servicio final.

El combustible y lubricantes que usan las maquinarias son algunos ejemplos de este grupo.

De este modo, el siguiente listado corresponde a los materiales e insumos que ha sido definido para la operatividad de GenSys SPA:

Tabla 4-6 Stock crítico materiales e insumos.

MATERIALES / INSUMOS				
ítem	**Descripción**	**Numero Parte**	**Cantidad /Stock**	**Unidad**
1	Rollo Paño Waypall	IN000001	2	Unidad
2	Jabón Mecánico Wurth	IN000002	2	Unidad
3	Liquido desengrasante	IN000003	20	litros
4	Liquido Dieléctrico	IN000004	20	litros
5	Rollo Film	IN000005	2	Unidad
6	Botella Pulverizadora	IN000006	2	Unidad
7	Saco paños limpieza	IN000007	2	Unidad
8	Talonario check list	IN000008	2	Unidad
9	Talonario Servicio Puesta en Marcha	IN000009	2	Unidad
10	Talonario Informe Técnico Servicio	IN000010	2	Unidad
11	Talonario Prueba banco equipos	IN000011	2	Unidad
12	Extintor PQS 10kg	IN000012	4	Unidad

4.8.6.4 Repuestos Mantenimiento por equipo

Como vemos, es importante garantizar la presencia de un stock suficiente para satisfacer la demanda externa (los pedidos que realizan nuestros clientes) o la demanda interna (de nuestro departamento de producción, por ejemplo, cuando requiere materias primas u otros componentes para fabricación), pero siempre de forma que su almacenamiento resulte rentable.

4.8.7 Costo final stock crítico GenSys

La gestión de los stocks o inventarios es una de las tareas claves de la dirección de las empresas industriales. El modelo de gestión de stock desarrollado el lote económico representa el modelo más sencillo y aplicable a la realidad de las

pequeñas y medianas empresas, considera las variables adecuadas para el buen funcionamiento del área.

La gestión de stocks o materiales de la empresa abarca desde el extremo de la compra de materias primas hasta el extremo en que el minorista vende el producto terminado al cliente. Los stocks representan generalmente una de las mayores inversiones que realiza la empresa y sus costos de mantenimiento representan con frecuencia alrededor del 30% anual.

En el caso puntual de la empresa Generación y Sistemas SpA, el stock crítico definido implica un costo final de:

Tabla 4-7 Costo total Stock definido para generación y Sistemas SPA.

RESUMEN STOCK CRITICO			
ítem	**Descripción**	**Costo $ (CLP)**	**UF**
1	Stock repuestos genéricos	$ 1.751.500	63,76
2	Stock EEPP	$ 524.470	19,09
3	Stock Insumos	$ 306.880	11,17
4	Stock repuestos Equipos FC13-C	$ 288.088	10,49
5	Stock repuestos Equipos FC15-C	$ 308.347	11,22
6	Stock repuestos Equipos FC40-C	$ 440.440	16,03
7	Stock repuestos Equipos FC56-C	$ 611.710	22,27
8	Stock repuestos Equipos FC80-C	$ 614.210	22,36
9	Stock repuestos Equipos FC100-C	$ 1.023.840	37,27
10	Stock repuestos Equipos FC135-C	$ 1.089.748	39,67
11	Stock repuestos Equipos FC150-C	$ 939.660	34,21
12	Stock repuestos Equipos FC180-C	$ 825.112	30,04
13	Stock repuestos Equipos FC200-C	$ 737.555	26,85
14	Stock repuestos Equipos FC250-C	$ 744.823	27,11
15	Stock repuestos Equipos FC300-C	$ 746.983	27,19
16	Stock repuestos Equipos FC400-C	$ 877.868	31,96
17	Stock repuestos Equipos FC500-C	$ 834.429	30,38
		$ 12.665.663	**461**

En el contexto de lo anterior, la siguiente tabla hace mención a los números de parte locales previamente definidos por el proveedor CSFilter, cual incluye la totalidad de los elementos filtrantes que los grupos electrógenos utilizan según referencia cruzada con los elementos suministrados en la compra de éstos grupos electrógenos; Así como también la cantidad y/o volumen de aceite y refrigerante que estos equipos utilizan.

Esto, con la finalidad de disminuir los tiempos de selección de estos elementos al momento de llevar a cabo la programación de las mantenciones, y asegurar el stock de los mismos, ya que serán definidos como kit de mantenimiento para cada modelo de grupo generador.

Tabla 4-8 Detalle elementos filtrantes definidos como stock critico por equipo.

NUMERO PARTE		DESCRIPCIÓN						
ítem	Descripción	P/N Filtro aire	Filtro aceite	Filtro Combustible Primario	Filtro Combustible Secundario	Filtro Refrigerante	LTS aceite Repsol 15W40	LTS refrigerante Mobil Minning Coolant (33%)
1	FC13-C	P827653	P554403	P551768	26560163	WF2071	18	25
2	FC15-C						18	25
3	FC40-C	k12900	LF3345	FF5052	FS1280		24	25
4	FC56-C						24	25
5	FC80-C	P181137					28	30
6	FC100-C		LF3349			WF 2126	33	37
7	FC135-C	26510342			CH 10930		33	37
8	FC150-C			P550472			37	42,5
9	FC180-C						37	45
10	FC200-C				CH 10931		52	45
11	FC250-C	P532503	4627133				68	45
12	FC300-C			P552216	4415122	WF2213	90	50
13	FC400-C	P781098	P551604 X3				115	65
14	FC500-C						135	78

El anterior listado de repuestos, debe ser revisado al menos de manera cuatrimestral, y modificado según corresponda a la situación actual de la empresa al minuto de la revisión.

Por otra parte, se debe considerar la reposición completa de este listado al menos 4 veces en el año (Cuatrimestral).

Es decir, se debe generar la compra de la totalidad de los repuestos e insumos definidos en este stock cada 3 meses. Lo anterior, ya que según el parque de equipos generadores atendidos por GenSys, en este stock, se almacena solo el 25% de los repuestos para el universo bajo formato de contrato.

Así mismo, se destaca la importancia que poseen las herramientas dentro del área profesional. Y es que los talleres de mantenimiento mecánico no podrían ejecutar su labor de la manera en que lo hacen, si las mejores herramientas no estuviesen a su disposición en todo momento.

Es por ello, que los lugares especializados en esta área siempre se preocupan por obtener las herramientas mejor equipadas posibles para asegurar la operatividad del staff de mantención, se hace completa y absolutamente necesario contar con las herramientas adecuadas y específicas, y así dar continuidad a los procesos.

Por esta razón, que las siguientes herramientas también deben estar incluidas en el stock crítico:

- ✓ 02 Cajas Herramientas mecánicas completas marca PROTO
- ✓ 03 Juegos de Llaves punta corona en milímetros marca PROTO
- ✓ 03 Juegos de dados milimétricos marca FORCE
- ✓ 03 Juegos de llaves Corona chicharra STANLEY
- ✓ 03 Set de destornilladores STANLEY
- ✓ 03 Maletas adaptadores (Puntas Phillps, Allen, reductores)
- ✓ 03 Llaves de cadena extracción de filtros
- ✓ 02 Multitester marca Fluke
- ✓ 02 Pinzas amperimétricas inductivas
- ✓ 02 Megger (Megóhmetro)
- ✓ 01 Banco de carga marca AVTRON para $500[KW]$

CAPÍTULO 5: IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO. PROPUESTAS DE MEJORA

5 IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO. PROPUESTAS DE MEJORA

5.1 IMPLEMENTACIÓN

Supone, una vez realizada toda la preparación, llevar a cabo las medidas periódicas acordadas, con las rutas y frecuencias previstas, lo que implica:

- ✓ Chequeos y medidas periódicas
- ✓ Registro de datos.
- ✓ Valoración de niveles que indican un comportamiento anómalo
- ✓ Análisis y diagnóstico de anomalías.
- ✓ Una vez implantado todo el sistema se debería llevar a cabo periódicamente (al menos anualmente) un análisis crítico de resultados:
- ✓ Historial de medidas rutinarias y averías.
- ✓ Análisis de resultados y dispersión de datos.
- ✓ Cambio de parámetros o niveles de alarma, así como de las frecuencias de chequeo, si es necesario.

Sabiendo que los planes de mantenimiento se dejan abiertos a la mejora continua por personal especializado en el área, un programa de mantenimiento preventivo se implementa de la siguiente manera:

La mantención preventiva es una actividad planificada que, independientemente del grado de refinamiento con que se desarrolle su programa realiza, de manera sistemática, las siguientes actividades básicas fundamentales:

Inspecciones y revisiones generales de los equipos e instalaciones de la institución, orientadas a descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos o depreciación anticipada de los activos.

Conservar los activos mediante reparaciones, reemplazos, lubricaciones, limpiezas, etc., con el fin de corregir los defectos detectados cuando estos aún se encuentran en una etapa incipiente.

Cualquier proyecto que se desarrolle para establecer un sistema de mantención preventiva debe considerar que "sin planeamiento y programación no se puede aplicar mantenimiento preventivo".

Los planes que deben elaborarse y desarrollarse coordinadamente para concretar en forma efectiva el mantenimiento preventivo son:

- ✓ Plan matriz de inspecciones, elaborado considerando todos los equipos presentes en la faena.
- ✓ Programa de trabajo, elaborado de manera específica para cada equipo.

5.2 REGISTRO DE ACTIVIDADES

Para registrar la información y respaldar los historiales es necesario registrar toda actividad de mantención preventiva y/o correctiva, como mínimo en un cuaderno tipo bitácora, sin embargo, existen algunos formatos de tarjetas que se pueden utilizar y que a continuación se muestran.

Tarjeta de maquina: Se registra la historia o vida de un equipo, desde que ésta fue adquirida hasta la fecha actual, en esta tarjeta se señalan sus partes y se registran las inspecciones de acuerdo a las especificaciones que entregue el fabricante.

El registro debe considerar:

- ✓ Fabricante: País de procedencia y razón social del fabricante.
- ✓ Representante: Se debe indicar el nombre de la empresa que tiene la representación del equipo en Chile y en la zona.
- ✓ Equipo: Se registra el nombre del equipo.
- ✓ Tipo o Modelo: Se indica el tipo o modelo del equipo.
- ✓ Número de Registro: Se anota el número que corresponde al registro del equipo en el inventario.
- ✓ Características Técnicas del Equipo: Se registran las medidas de tamaños, capacidades, tales como capacidades, potencia, torque, etc.
- ✓ Número de Serie: Se obtiene de la placa del equipo.
- ✓ Ubicación: se señala la sección donde se encuentra el equipo, en caso de que sea un equipo estacionario.
- ✓ Adquisición: se registra la fecha de adquisición y el valor de compra del equipo.
- ✓ Gastos de Instalación: Comprende todo lo invertido por concepto de materiales y mano de obra utilizada en la instalación del equipo.

5.3 CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES

Para que los trabajos se puedan realizar con la eficiencia deseada es preciso:

- ❖ Definir el trabajo a realizar según los requerimientos del cliente y/o equipo.
- ❖ Estimar los medios necesarios (mano de obra, materiales).
- ❖ Definir las normas de Seguridad y Procedimientos aplicables.
- ❖ Obtener el permiso de trabajo (**ART**[26], **AST**[27], **HST**[28], ETC).

[26] **ART**: Abreviatura Análisis Riesgos del Trabajo
[27] **AST**: Abreviatura Análisis Seguridad del Trabajo

- Preparación de la mano de obra.
- Preparación de Materiales.
- Las operaciones necesarias y su orden de ejecución.

5.4 ORDEN DE TRABAJO (OT)

Una orden de trabajo es un documento donde se detallan por escrito las instrucciones para realizar algún tipo de trabajo o encargo. Dentro de la ejecución de los trabajos, documentos y niveles de urgencia el proceso completo de realización de trabajos incluye los siguientes pasos:

- Identificación del trabajo.
- Planificación.
- Programación.
- Asignación.
- Ejecución.
- Retroinformación.

5.5 ASIGNACIÓN PRIORIDADES EN LA EJECUCIÓN TRABAJOS

Los niveles de prioridad, serán indicados en cada OT e imprescindibles para una adecuada programación

- **Prioridad A**: Trabajos urgentes, de emergencia, para evitar daños a la propiedad o a las personas. No programados. Intervención inmediata.
- **Prioridad B:** Trabajos urgentes, para evitar pérdidas de producción o para asegurar la calidad. Programados. Intervención en 24 horas.
- **Prioridad C:** Trabajos normales, para asegurar la disponibilidad.
- **Programados:** Intervención en una semana.
- **Prioridad D:** Trabajos de parada. Se deben realizar en la próxima parada programada.

[28] **HST:** Abreviatura Hoja Seguridad del trabajo

5.6 FORMATOS

Tras conocer los tipos de mantenimiento y las Herramientas e insumos con los cuales debemos trabajar al momento de realizar alguna clase de mantenimiento, es importante tener en cuenta los documentos a llenar para la empresa en la que se trabaja. Es responsabilidad de trabajadores y supervisores entonces llenar los formatos necesarios a la hora de trabajar, por ello se deben tener en cuenta formatos tan importantes como:

- Formato recepción equipos.
- Formato entrega equipos.
- Formato pautas de inspección visual.
- Formato Orden de Trabajo (OT).
- Formato pautas de mantenimiento.
- Formato protocolos de prueba.

5.6.1.1 Formato recepción equipos

El objetivo es llevar un control de los equipos asignados a cada área y/o usuario con el fin de tener un control sobre los mismos:

Tabla 5-1 Formato recepción equipos

GENSYS

GNS.SGC.RECEP	
REV 0	
ago-18	

RECEPCIÓN EQUIPOS

INFORMACIÓN EQUIPO

Marca G.E.	
Modelo G.E	
S/N Equipo	
Marca Motor	
Marca Generador	
S/N Motor	

REVISIÓN EQUIPO

DESCRIPCIÓN	B	R	M	DESCRIPCIÓN	B	R	M
Nivel Aceite	1/4 ☐ 1	1/2 ☐	3/4 ☐	Calefactor			
Nivel Coolant	1/4 ☐ 1	1/2 ☐	3/4 ☐	Bomba Cebado Manual			
Nivel Combustible	1/4 ☐ 1	1/2 ☐	3/4 ☐	Mantenedor de Baterías			
Fugas Equipo				Gobernador Electrónico			
Filtro aceite				Sensores			
Filtro Aire				Pickup Magnético			
Filtro combustible				Alarmas			
Panel Control Electrónico				Tablero Transferencia Automático			
Mangueras Calefactor				Braker G.E.			
Mangueras Radiador				Cables de Fuerza			
Panel / Tapa Radiador				Conexión Eléctrica			
Correas				Ductos de Escape			
Gabinete Insonorizado				Anclaje Equipo			
Chapas Gabinete				Manuales			
Baterías				Llaves equipo			

PARÁMETROS FUNCIONAMIENTO

P° Aceite		Alternador 12/24 V	
T° Refrigerante		Frecuencia	
P° Carter		RPM Motor	

VOLTAJES	
L1	
L2	
L3	

CORRIENTE	
L1	
L2	
L3	

OBSERVACIONES GENERALES

MECÁNICO	
Responsable	
Firma	

JEFE MANTENIMIENTO	
Nombre	
Firma	

GENSYS SANTA CLEMENTINA 100 - GALPÓN C - COLINA, SANTIAGO.

5.6.1.2 Formato entrega equipos

El objetivo de este documento, es constar de un registro de entrega de los equipos al cliente final y así llevar un control de los equipos asignados a cliente con el fin de tener un control sobre los mismos.

Tabla 5-2 Formato entrega equipos

GENSYS

GNS.SGC.ENT.PM	
REV 0	
ago-18	

ACTA ENTREGA EQUIPOS

INFORMACION CLIENTE	
Cliente	
Obra/ Faena	
Ubicación	
Fecha Inicio	
Fecha Inicio	
Fecha termino	

INFORMACION EQUIPO	
Marca G.E.	
Modelo G.E	
S/N Equipo	
Marca Motor	
Marca Generador	
S/N Motor	

REVISION EQUIPO	OK: Sin Defecto X: Defecto/Anomalia N/A: No aplica						
Nivel Aceite	1/4 ☐	1/2 ☐	3/4 ☐	1	Calefactor		
Nivel Coolant	1/4 ☐	1/2 ☐	3/4 ☐	1	Bomba Cebado Manual		
Nivel Combustible	1/4 ☐	1/2 ☐	3/4 ☐	1	Mantenedor de Baterias		
Fugas Equipo					Gobernador Electronico		
Filtro aceite					Sensores		
Filtro Aire					Pickup Magnetico		
Filtro combustible					Alarmas		
Panel Control Electronico					Tablero Transferencia Automatico		
Mangueras Calefactor					Braker G.E.		
Mangueras Radiador					Cables de Fuerza		
Panel / Tapa Radiador					Conexión Electrica		
Correas					Ductos de Escape		
Gabinete Insonorizado					Anclaje Equipo		
Chapas Gabinete					Manuales		
Baterias					Llaves equipo		

PARAMETROS FUNCIONAMIENTO OK: Sin Defecto X: Defecto/Anomalia N/A: No aplica			
P° Aceite		Alternador 12/24 V	
T° Refrigerante		Frecuencia	
P° Carter		RPM Motor	

VOLTAJES	
L1	
L2	
L3	

CORRIENTE	
L1	
L2	
L3	

OBSERVACIONES GENERALES

ENTREGA	
Responsable	
Firma	

RECEPCION CLIENTE	
Nombre	
Firma	

GENSYS SANTA CLEMENTINA 100 - GALPÓN C - COLINA, SANTIAGO.

5.6.1.3 Formato pautas de inspección visual Figura

Como resultado del trabajo diario, los órganos de las máquinas se desgastan, la fiabilidad de los dispositivos de seguridad puede verse alterada y pueden realizarse actuaciones inseguras que llegarían a convertirse en hábitos si no se controlan debidamente.

Tabla 5-3 Formato pautas de inspección visual Figura

GENSYS

GNS.SGC.PM0	
REV 0	
ago-18	

CHECK LIST EQUIPOS

INFORMACION CLIENTE	
Cliente	
Obra/ Faena	
Ubicación	
Fecha Inicio	
Fecha Inicio	
Fecha termino	

INFORMACION EQUIPO	
Marca G.E.	
Modelo G.E	
S/N Equipo	
Marca Motor	
Marca Generador	
S/N Motor	

REVISION EQUIPO

DESCRIPCION	B	R	M	DESCRIPCION	B	R	M
Nivel Aceite	1/4 ☐ 1	1/2 ☐	3/4 ☐	Calefactor			
Nivel Coolant	1/4 ☐ 1	1/2 ☐	3/4 ☐	Bomba Cebado Manual			
Nivel Combustible	1/4 ☐ 1	1/2 ☐	3/4 ☐	Mantenedor de Baterias			
Fugas Equipo				Gobernador Electronico			
Filtro aceite				Sensores			
Filtro Aire				Pickup Magnetico			
Filtro combustible				Alarmas			
Panel Control Electronico				Tablero Transferencia Automatico			
Mangueras Calefactor				Braker G.E.			
Mangueras Radiador				Cables de Fuerza			
Panel / Tapa Radiador				Conexión Electrica			
Correas				Ductos de Escape			
Gabinete Insonorizado				Anclaje Equipo			
Chapas Gabinete				Manuales			
Baterias				Llaves equipo			

PARAMETROS FUNCIONAMIENTO

P° Aceite		Alternador 12/24 V	
T° Refrigerante		Frecuencia	
P° Carter		RPM Motor	

VOLTAJES	
L1	
L2	
L3	

CORRIENTE	
L1	
L2	
L3	

OBSERVACIONES GENERALES

ENTREGA	
Mecanico responsable	
Firma	

RECEPCION CLIENTE	
Nombre	
Firma	

GENSYS SANTA CLEMENTINA 100 - GALPÓN C - COLINA, SANTIAGO.

5.6.1.4 Formato Orden de Trabajo (OT[29])

La orden de servicio es el documento que autoriza al taller a realizar la revisión y reparación de la unidad una vez que el cliente lo firma.Cabe destacar que la Orden de Trabajo es el documento que le queda al cliente como soporte al momento de entregar los equipos a GenSys para su reparación:

Tabla 5-4 Formato Orden de Trabajo (OT)

GENSYS

GNS.SGC.OT	
REV 0	
ago-18	

ENTREGA EQUIPOS

INFORMACION CLIENTE	
Cliente	
Obra/ Faena	
Ubicación	
Fecha Inicio	
Fecha Inicio	
Fecha termino	

INFORMACION EQUIPO	
Marca G.E.	
Modelo G.E	
S/N Equipo	
Marca Motor	
Marca Generador	
S/N Motor	

PARAMETROS FUNCIONAMIENTO			
P° Aceite		Alternador 12/24 V	
T° Refrigerante		Frecuencia	
P° Carter		RPM Motor	

VOLTAJES	
L1	
L2	
L3	

CORRIENTE	
L1	
L2	
L3	

ANTECEDENTES FALLA

ANTECEDENTES CLIENTE

DIAGNOSTICO

TRABAJO A EJECUTAR

ITEM	P/N	DESCRIPCION	CANTIDAD	FECHA

OBSERVACIONES GENERALES

ENTREGA	
Jefe Mantenimiento	
Firma	

RECEPCION CLIENTE	
Nombre	
Firma	

GENSYS SANTA CLEMENTINA 100 - GALPÓN C - COLINA, SANTIAGO.

[29] **OT:** Abreviatura Orden de Trabajo

5.6.1.5 Formato pautas de mantenimiento

Siempre es bueno contar con pautas que sean muy detalladas, y que abarquen una enorme cantidad de información. La idea es esta sea breve y no sobrepase la extensión de dos hojas, para que sea una guía legible y de rápido acceso a la

Tabla 5-5 Formato pautas de mantenimiento

GENSYS

GNS. SGC.PM1	
REV 0	
ago-18	

PAUTA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

INFORMACION CLIENTE	
Cliente	
Obra/ Faena	
Ubicación	
Fecha Inicio	
Fecha termino	
Hora inicio servicio	
Hora termino servicio	

INFORMACION EQUIPO	
Marca G.E.	
Modelo G.E	
S/N Equipo	
Marca Motor	
Marca Generador	
Potencia KVA/KW	
S/N Motor	

REVISION EQUIPO

DESCRIPCION	B	R	M
Nivel Aceite	1/4 ☐ 1/2 ☐	3/4 ☐ 1 ☐	
Nivel Coolant	1/4 ☐ 1/2 ☐	3/4 ☐ 1 ☐	
Nivel Combustible	1/4 ☐ 1/2 ☐	3/4 ☐ 1 ☐	
Fugas Equipo			
Filtro aceite			
Filtro Aire			
Filtro combustible			
Panel Control Electronico			
Mangueras Calefactor			
Mangueras Radiador			
Panel / Tapa Radiador			
Correas			
Gabinete Insonorizado			
Chapas Gabinete			
Baterias			

DESCRIPCION	B	R	M
Calefactor			
Bomba Cebado Manual			
Mantenedor de Baterias			
Gobernador Electronico			
Sensores			
Pickup Magnetico			
Alarmas			
Tablero Transferencia Automatico			
Braker G.E.			
Cables de Fuerza			
Conexión Electrica			
Ductos de Escape			
Anclaje Equipo			

REEMPLAZO COMPONENTES

DESCRIPCION	SI	NO	P/N
Filtro Aire			
Filtro combustible 1°			
Filtro Combustible 2°			
Filtro Aceite			
Filtro Refrigerante			
Aceite			

DESCRIPCION	SI	NO	P/N
Correa Accesorios			
Baterias			
Refrigerante			
Empaq. Tapa v/v			
Empaq. carter aceite			
Mangueras			

REVISION POST MANTENCION

	50%	75%	100%
P° Aceite			
T° Refrigerante			
P° Carter			

	50%	75%	100%
Alternador 12/24 V			
Frecuencia			
RPM Motor			

VOLTAJES

%CARGA	KVA	L1	L2	L3
50%				
75%				
100%				

CORRIENTE

%CARGA	KVA	L1	L2	L3
50%				
25%				
100%				

OBSERVACIONES GENERALES

ENTREGA	
Responsable	
Firma	

RECEPCION CLIENTE	
Nombre	
Firma	

GENSYS SANTA CLEMENTINA 100 - GALPÓN C - COLINA, SANTIAGO.

información relevante:

5.6.1.6 Formato protocolos de prueba

Los Grupos Electrógenos deben ser sometidos a una serie de pruebas para su aceptación final, las cuales están definidas por las Especificaciones Técnicas de Contrato que a su vez están basadas en la normativa internacional y las normas de la Sociedad de Clasificación respectiva:

Tabla 5-6 Formato pautas de inspección visual Figura

GENSYS

GNS.SGC.PPT	
REV 0	
ago-18	

PROTOCOLO PRUEBA GRUPO ELECTROGENO

INFORMACION CLIENTE	
Cliente	
Obra/ Faena	
Ubicación	
Fecha Inicio	
Fecha Inicio	
Fecha termino	

INFORMACION EQUIPO	
Marca G.E.	
Modelo G.E	
S/N Equipo	
Marca Motor	
Marca Generador	
S/N Motor	

REVISION PRELIMINAR EQUIPO	OK: Sin Defecto X: Defecto/Anomalia N/A: No aplica			
Nivel Aceite	1/4 ☐	1/2 ☐	3/4 ☐	1 ☐
Nivel Coolant	1/4 ☐	1/2 ☐	3/4 ☐	1 ☐
Nivel Combustible	1/4 ☐	1/2 ☐	3/4 ☐	1 ☐
Fugas Equipo				

Alarmas	
Filtro aceite	
Filtro Aire	
Filtro combustible	

PARAMETROS FUNCIONAMIENTO G.E.				
DESCRIPCION	PRUEBA EN VACIO	50% CARGA	75% CARGA	100% CARGA
RPM Motor				
Alternador 12/24 V				
Frecuencia				
P° Aceite				
P° Combustible				
T° Refrigerante				
P° Carter				
T° Entrada Radiador				
T° Salida Radiador				
T° Aire entrada				
T° Turbo Banco Derecho				
T° Turbo Banco Izquierdo				
Corriente L1				
Corriente L2				
Corriente L3				
Voltaje L1				
Voltaje L2				
Voltaje L3				
Consumo Combustible (Diesel)				
Blue by motor				

OBSERVACIONES GENERALES

ENTREGA	
Responsable	
Firma	

RECEPCION CLIENTE		
Nombre		
Firma		

GENSYS SANTA CLEMENTINA 100 - GALPÓN C - COLINA, SANTIAGO.

5.7 FLUJOGRAMA DE PROCESOS

Ha sido definido el siguiente modelo bastante general y que puede ser visualizado de manera sencilla y adaptado a la realidad es el representado en la

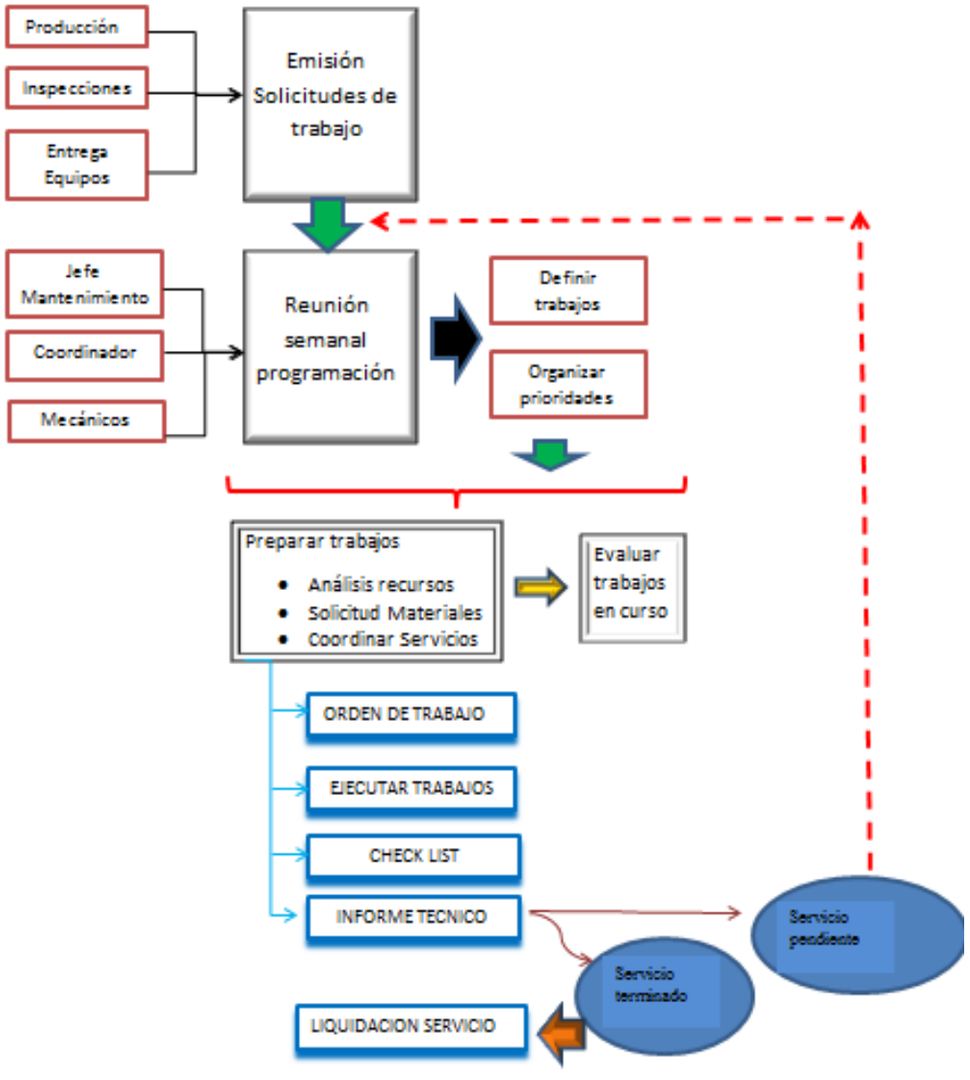

Figura 5-1 Flujograma procesos

siguiente figura de:

5.8 ANÁLISIS DE COSTO FINAL

5.8.1 Calculo costo mano obra

Cuando hablamos de realizar un plan de mantenimiento, es muy importante resaltar la gran importancia que juegan los recursos humanos en la misma. Una

empresa está compuesta de seres humanos que se unen para beneficio mutuo, y la empresa se forma o se destruye por la calidad o el comportamiento de su gente.

Según lo recomendado previamente en el capítulo 3, expresamente en el apartado 3.7 Requerimiento Mano de obra, se definió que es necesaria la contratación de al menos 2 técnicos de mantenimiento para integrarse al staff de mantenimiento con que cuenta la empresa Generación y sistemas SPA, totalizando con ello a 6 Técnicos de mantención, que generan $1080\ H/H$ disponibles cada mes ($180\ H/H$ por cada trabajador).

Por otra parte, la empresa quedará conformada por 12 cargos que contabilizan un costo mensual de $413\ UF$ distribuidos en cada una de las líneas de mando.

Sin embargo, sólo 6 de éstos, asociados a la mantención de los equipos generarán productividad tangible para la compañía. Y por tal motivo, es en este recurso en donde deberán obtenerse los ingresos necesarios para poder solventar al menos el 70% del reembolso asociado por costos de remuneraciones de la empresa GenSys, cuál debe ser transferido al cliente final, quien dispondrá de este recurso humano para mantener sus equipos operativos

Lo anterior se define de la siguiente forma:

El costo promedio de la renta está definido por los costos totales divididos por la cantidad de funcionarios, es decir, $34{,}43\ UF$ promedio mensual.

Considerando, que un mes calendario aporta la cantidad de $180\ H/H$ (horas hombre) por cada trabajador, se determina que el valor promedio de $1\ H/H$ esta valorizada en aproximadamente $0{,}19\ UF$ en horario normal de trabajo.

Sin embargo, la vertiginosidad de este rubro, implica en ocasiones disponer de los funcionarios en horarios fuera de lo estipulado contractualmente, incurriendo en costos de H/H bajo horas extraordinarias, cuáles deben ser remuneradas bajo un adicional legalmente definido por la legislación laboral de nuestro país. Por otra parte, este sobre esfuerzo de cada trabajador deberá ser recompensado de manera tal que resulte atractivo y genere motivación extra en cada funcionario.

De este modo queda definido la siguiente tabla asociada a los costos por Horas de trabajo que debe asumir GenSys:

Tabla 5-7 Calculo costo mano obra

Calculo Costo Mano Obra		
Ítem		**UF**
Total Funcionarios		12
Renta Mensual		413,18
Renta Promedio	Factor	34,43
Valor Hora normal promedio	1	0,19
Valor Hora extraordinaria promedio	1,5	0,29
Valor Hora extraordinaria Inhábil promedio	2	0,38
Valor Hora extraordinaria festivo promedio	2,5	0,48
Valor Hora Atención Emergencia	3,5	0,67
Valor Mano Obra base	1,25	0,84

Por todo lo anteriormente expuesto, el costo de mano de obra por cada H/H endosada al cliente final, deberá calcularse siempre en el peor escenario, ya que todo programa de mantenimiento debiese considerar imprevistos asociados, que permitan amortizar y mitigar las posibles pérdidas que pudieren generarse al minuto de atender un servicio.

En este caso en particular, se ha definido entonces, que la mano de obra cobrada al cliente estará determinada por un factor del $1{,}25$ sobre el peor escenario que los funcionarios de GenSys podrían enfrentar al minuto de atender un equipo. Cual tendrá un costo de $0{,}84\ UF$, obteniendo un factor de utilidad de al menos $1{,}25$ sobre el contexto más desfavorable para la empresa prestadora del servicio.

Finalmente, considerando la cantidad de trabajadores, y la disponibilidad total de H/H mensual ($1080\ H/H$) entregada por el staff de mantenimiento, y definiendo un KPI de utilización del 65% del total de las H/H disponibles ($702\ H/H$), la empresa contará con ingresos mensuales por este concepto de al menos 587 UF, solventando así la totalidad de sus costos ($413UF$) asociados a este concepto. Contabilizando un ingreso anual de $8424\ UF$ por concepto de mano obra vendida.

Tabla 5-8 Detalle ingreso anual por concepto mano obra.

INGRESO ANUAL MANO OBRA	
ITEM	
Cantidad Personal producción	6,00
Horas Productivas	180,00
Total H/H Disponibles Mes	1080,00
Total H/H Disponibles año	12960,00
Utilización 65% (H/H)	8424,00
Total ingreso Mano Obra	**7049,85**

5.8.2 Costo programa mantenimiento

Es el precio pagado por concepto de las acciones realizadas para conservar o restaurar un bien o un producto a un estado especifico. El sector de mantenimiento en la planta o en la empresa puede ser considerado por algunos gerentes como un gasto, para otros como una inversión en la protección del equipo físico, y para algunos como un seguro de producción.

Para tomar decisiones basadas en la estructura de costos, y teniendo presente que para un administrador una de sus principales tareas será minimizar los costos, entonces es importante conocer sus componentes.

5.8.2.1 Costos fijos

Estos como su nombre lo dice son fijos, dentro de este tipo de costos podemos destacar la mano de obra directa, los alquileres, seguros, servicios, etc. Los costos fijos en el mantenimiento están compuestos principalmente por la mano de obra y los materiales necesarios para realizar el mantenimiento preventivo, predictivo, así como todo gasto originado por el engrase de las máquinas o mantenimiento. Desde el punto de vista del mantenimiento, estos costos son gastos que aseguran el mantenimiento en la empresa y la vida útil de la maquinaria a mediano y largo plazo. La disminución del presupuesto y recursos destinados a este gasto fijo limita la cantidad de inversiones programadas, y al principio representa un ahorro para la empresa que después se traduce en mayor incertidumbre y gastos mayores para mantener a la empresa en su nivel óptimo.

5.8.2.2 Costos variables

Estos costos tienen la particularidad de ser proporcionales a la producción realizada. Podemos destacar dentro de estos a costos como mano de obra indirecta, materia prima, energía eléctrica, etc. Dentro de los costos variables de mantenimiento nos encontramos básicamente con el de los materiales necesarios para el mantenimiento correctivo. Parecería que no fuera posible el reducir este tipo de gasto de mantenimiento, dado que este viene directamente de la necesidad de realizar una reparación para poder seguir produciendo. La manera de reducir este tipo de gasto no pasa por dejar de hacer mantenimiento correctivo, si no por evitar que se produzcan las averías inesperadas.

5.8.2.3 Costos indirectos

Son aquellos que no pueden atribuirse de una manera directa a una operación o trabajo específico. En mantenimiento, es el costo que no puede relacionarse a un trabajo específico. Por lo general suelen ser: la supervisión, almacén, instalaciones, servicio de taller, administración, etc.

5.8.2.4 Costos financieros

Los costos financieros asociados al mantenimiento se deben tanto al valor de los repuestos de almacén como a las amortizaciones de las máquinas duplicadas para asegurar la producción. El costo que supone los recambios de un almacén para realizar reparaciones, es un desembolso para la empresa que limita su liquidez. Si los recambios son utilizados con cierta frecuencia nos encontraremos con un mal menor, dado a que esto es una inversión que hace la empresa para mantener la capacidad productiva de la instalación. Sin embargo, cuando los recambios tardan mucho tiempo en ser utilizados, estamos incurriendo en un gasto que, en principio, no genera ningún beneficio para la empresa.

5.8.2.5 Costos de fallo

Se refiere al coste o pérdida de beneficio que la empresa soporta por causas relacionadas directamente con el mantenimiento. Los costos por fallo en los equipos se deben principalmente a:

- Pérdidas de materia prima.
- Descenso de la productividad del personal mientras se realizan las reparaciones. Pérdidas energéticas por malas reparaciones o por no realizarlas
- Rechazo de productos por mala calidad
- Producción perdida durante la reparación, menores ventas, menores beneficios
- Averías que puedan suponer riesgo para las personas o para la instalación.
- Costos indirectos
- Pérdidas de imagen, ventas, etc.

5.8.2.6 Tipos de Costos de Mantenimiento

El mantenimiento involucra diferentes costos: directos, indirectos, generales, de tiempos perdidos y de posponer el mantenimiento. Costos asociados a la calidad.

5.8.2.7 Costo de mantenimiento o directos

Están relacionados con el rendimiento de la empresa y son menores si la conservación de los equipos es mejor, influyen la cantidad de tiempo que se emplea el equipo y la atención que requiere; estos costos son fijados por la

cantidad de revisiones, inspecciones y en general las actividades y controles que se realizan a los equipos, comprendiendo:

- Costo de mano de obra directa.
- Costos de materiales y repuestos.
- Costos asociados directamente a la ejecución de trabajos:
- Consumo de energía.
- Alquiler de equipos, etc.
- Costos de la utilización de herramientas y equipos.
- Reemplazos realizados debido al desgaste de piezas.

5.8.2.8 Costos indirectos

Son aquellos que no pueden atribuirse de una manera directa a una operación o trabajo específico. En mantenimiento, es el costo que no puede relacionarse a un trabajo específico. Por lo general suelen ser: la supervisión, almacén, instalaciones, servicio de taller, accesorios diversos, administración, etc.

5.8.2.9 Costos de tiempos perdidos

Son aquellos que, aunque no están relacionados directamente con mantenimiento, pero si están originados de alguna forma por éste; tales como:

- Paros de producción.
- Baja efectividad.
- Desperdicios de material.
- Entregas en tiempos no prefijados (demoras).
- Pérdidas en ventas, etc.

5.8.3 Costos finales GenSys

Durante el último año de ejercicio financiero, comprendido entre junio 2017 y junio 2018, la empresa GenSys, desembolsó una cifra cercana a las 19.550 UF (USD $800.000) asociados a la importación de equipos desde China, situándose como la sexta empresa a nivel nacional en el suministro de grupos electrógenos a clientes finales del rubro.

Las ganancias asociadas a concepto de ventas de este segmento se sitúan en aproximadamente el 35% de la inversión inicial, es decir, un valor cercano a 7.000 UF (USD $280.000)

El programa de mantenimiento propuesto en este trabajo, está definido de modo tal de generar una inversión anual del 5% de las ventas, es decir cerca de 1.350UF (USD $54.000) anuales.

Los costos por fallas, principalmente relacionados a garantías por defecto de producto, y/o mano de obra, están anualmente situados en el orden del 0,8% del total de la inversión anual, es decir, cercano a 159 UF (USD $6.400.)

Respecto a los costos financieros, según lo expresado en el capítulo 4, específicamente en el apartado 4.8.6 de Stock crítico, se ha definido una bodega con un listado de repuestos de uso frecuente y alta rotación cercana a 461 UF ($12.665.663, pesos chilenos / USD$ 18.490), cuyo reposición total se debiera generar de manera cuatrimestral (4 veces al año), lo anterior, ya que según el parque de equipos generadores atendidos por GenSys, en este stock, se almacena solo el 25% de los repuestos para el universo bajo formato de contrato.

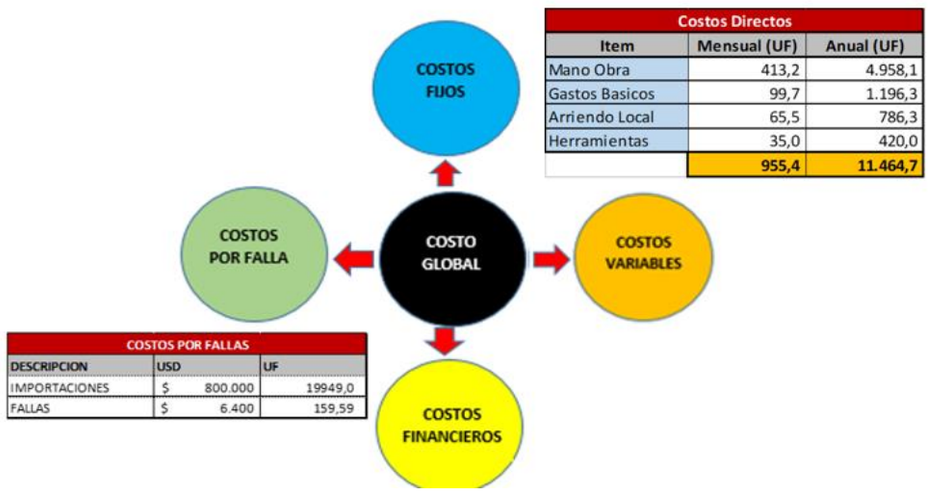

Figura 5-2 Costos generales

En resumen y considerando cada uno de los costos directos e indirectos, así como los ingresos por concepto de ventas, mano de obra y/u otros, el balance para el primer año de implementación de este Plan de Mantenimiento Preventivo para la empresa Generación y Sistemas SPA, se e encuentra determinado por la siguiente tabla:

Tabla 5-9 Detalle balance anual empresa generación y Sistemas

BALANCE ANUAL	
ITEM	**UF**
Valor Importaciones	19949,04
Valor Ventas	6982,16
Costo Repuestos	-4104,00
Costo renta anual	-4958,14
Costo Insumos (10%)	-594,98
Costos Básicos	-1196,29
Margen Venta repuestos (1,15%)	615,60
Ingreso Mano obra	7049,85
UTILIDAD NETA	**3794,21**

Conclusión y Recomendaciones

Conclusión

En base al alcance propuesto al inicio de este proyecto, y a lo desarrollado e implementado a lo largo de la confección de este PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, en el que se realizó un monitoreo y análisis desde lo general a lo particular, a fin de comprender a fondo la organización, su operatividad y la funcionalidad de los procesos de mantenimiento involucrados, es posible concluir que:

Este Plan de Mantenimiento se basa en el histórico de fallos, del que no existe una documentación física completa y nutrida, sino que principalmente reside en la experiencia de las personas que constituyen el equipo de mantenimiento de la empresa Generación y Sistemas SPA (GenSys) y en especial de su Jefe de mantenimiento. Todos los datos recabados corresponden a la situación real y actual de la compañía.

Como todo plan de mantenimiento proveniente de un análisis, se trata de un documento "vivo", en el sentido de que se deberá enriquecer continuamente con nuevas observaciones y aportes durante el uso del nuevo sistema, de tal manera que se ajuste cada vez más a las necesidades reales de mantenimiento del sistema en su entorno operacional.

Para la correcta gestión del mantenimiento es imprescindible el establecimiento de un sistema de órdenes de trabajo, como base para el control histórico de fallos, intervenciones, imputación de costos, etc., así como la realización de otros documentos, como son los planes de limpieza e inspección, los planes de lubricación y procedimientos de trabajo.

Los datos sobre los componentes en la bodega y sus precios deberían tener una base de datos fehaciente y debidamente definida, cual permita asegurar el stock mínimo de repuestos en base al parque de equipos que GenSys ha suministrado durante su existencia. Y criticidad de los equipos en uso.

Este plan de mantenimiento preventivo implica un costo de implementación que no altera los índices de producción actuales le la compañía. Por el contrario, asegura un retorno más rápido y controlado de la inversión inicial, disminuyendo los gastos operacionales en al menos 20% del valor actual durante el primer año de funcionamiento, principalmente debido a:

- Pautas de mantenimientos definidas para cada equipo
- Definición Stock de repuestos críticos acorde al parque de equipos que han sido suministrados por GenSys y aquellos asociados a contratos de mantención externos.
- Convenio por suministro de repuestos de uso frecuente a un menor costo.

- Disminución en los tiempos de atención de los equipos de los clientes finales.
- Programa de atención y calendarización a los equipos según ubicación geográfica.
- Optimización de los tiempos para los técnicos del área de mantenimiento.
- Optimización de recursos adicionales como vehículos, herramientas y otros insumos
- Mejoramiento continuo de los procesos.

Recomendaciones

Durante el transcurso de la elaboración del presente proyecto, pudimos observar muchas deficiencias que posee la empresa, con lo relacionado al departamento de mantenimiento. Por lo anterior, se recomienda lo siguiente:

La gerencia general deberá entregar los recursos necesarios; como los implementos de seguridad, protección para los generadores, indumentaria nueva para el equipo de mantenimiento, realización de talleres de capacitación, charlas de sensibilización, etc. Todo esto, a fin de consolidar el seguimiento e implementación del sistema de seguridad.

Se recomienda generar la implementación de Stock crítico de repuestos según lo previamente indicado en este proyecto, a fin de asegurar la operatividad y continuidad sobre los servicios de reparación de los equipos generadores bajo contrato de mantención

Se hace extremadamente necesario contar con la cantidad de funcionarios en el equipo de mantención, previamente recomendados durante la ejecución de este plan de mantenimiento, ya que, a la fecha, existe un déficit de al menos 02 técnicos de mantención para poder dar cumplimiento a las necesidades de horas hombre (H/H) que GenSys requiere para cumplir con los tiempos de mantención estipulados.

Cada integrante de la empresa deberá conocer la política y los objetivos que busca este plan de mantenimiento.

Describir de manera sencilla y de fácil entendimiento la política y objetivos integrados, ya que es el norte por el cual todo el sistema de mantenimiento encaminará su mejora continua y deberá ser entendido por toda la organización.

Es absolutamente necesario que se entienda que una empresa es un caso extremadamente particular, podemos decir entonces que un plan de mantenimiento debe estar basado en varias facetas diferentes, por tal motivo se recomienda no buscar la solución en uno de los métodos indicados en la tesis, si no por el contrario, ser conscientes de la total y absoluta necesidad de entremezclar, interrelacionar e integrar

Las técnicas expuestas en la tesis. Siendo conscientes de que la integración no es fácil, pues se tienen que conocer todas las técnicas que se desean tomar, así como poder identificar que parte de las mismas es la más adecuada para este plan de mantenimiento.

Bibliografía

1. **FG Wilson.** *Manual De Instrucciones De Utilización Y Mantenimiento Del Grupo Electrógeno FG Wilson.* s.l. : FG Wilson, 2017.

2. **TIDE POWER.** *Manual de mantenimiento de Grupos generadores.* 2017.

3. **Anónimo.** Mantenimiento preventivo. *wikipedia.* [En línea] 2018. https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_preventivo.

4. **Calquín, Alejandro.** Cómo definir un Programa de Mantenimiento Preventivo efectivo. *emb.* [En línea] septiembre de 2011. http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1685.

5. **Capó, Jordi Vidal.** *Programa de Mantenimiento de los generadores de vapor de las centrales.* Barcelona : Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona, 2005.

6. **García Garrido, Santiago.** *Organización y gestión integral del mantenimiento.* Madrid : Días de Santos, 2003.

7. **Herrera Hebreo, Ricardo, y otros.** Ejemplo de Plan Maestro de Mantenimiento. *scribd.* [En línea]

8. **Massieu, Wilfrido.** Mantenimiento a generadores electricos. [En línea] 2008. http://www.academia.edu/16706543/Mantenimiento_a_generadores_electricos_PDF.

A

ANEXOS

PRESENTACIÓN FORMAL DE LA EMPRESA

Nombre de la Empresa: Generación y Sistemas SPA

Teléfono: 6698508

Dirección: Calle Santa Clementina 100, Galpón C / Colina, Santiago.

Representante Legal: Octavio Rodolfo Alvarado Núñez

Accionistas: Octavio Rodolfo Alvarado Núñez; Cristian Andrés Riveros Urizar;

Servicios y experiencia. Desde sus inicios, GENERACIÓN Y SISTEMAS SPA comienza como una empresa prestadora de servicios de reparación grupos electrógenos del sector privado, encargándose de la reparación y mantenimiento de grupos electrógenos de la empresa Potencia S.A., posterior, durante el primer semestre del año 2016, la empresa GENSYS comienza con la venta de Grupos electrógenos Insonorizados, convirtiéndose en el año 2017 Representantes exclusivos de la marca ensambladora de grupos electrógenos en China TIDE POWER desde 9 KVA hasta 2500 KVA.

GENERACIÓN YS SISTEMAS SPA, ha participado en proyectos de construcción de plantas de generación eléctrica al sistema interconectado central, y la incorporación de grupos electrógenos en sus diferentes tipos y versiones para construcciones del sector público como privado.

A continuación, se presenta una síntesis de los principales proyectos, obras vendidas y servicios:

Red Televisiva MEGA: cuenta con 03 grupos electrógenos de 650 KVA cada uno cuales son conectados como equipos de emergencia.

Grupo COPESA: cuenta con 02 grupos electrógenos de 800 KVA cada uno cada uno cuales son conectados como equipos de emergencia.

Clínica Valparaíso: Cuenta con 02 grupos electrógenos de 650 KVA cada uno cuales son conectados como equipos de emergencia.

Porsche Chile: Cuenta con 02 grupos electrógenos de 4000 KVA cada uno cuales son conectados como equipos PRIME, cuya función es aportar al sistema interconectado central durante el periodo de corte punta.

Sector construcción: durante los últimos 24 meses se han incorporado más de 45 equipos electrógenos con potencias que varían entre los 40KVA y 250 KVA, siendo la mayoría de ellos equipos de emergencia, principalmente en conjuntos de edificios habitacionales y/u oficinas. Siendo el plus de las ventas, el contrato de mantenimiento anual de éstos equipos.

Contratos de mantenimiento externos: dentro de la cartera de soluciones GenSys ofrece contratos de mantención con servicio de atención las 24 horas. Estos contratos cubren las modalidades de mantenciones predictivas y preventiva, además se cuenta con servicios de atención de urgencia frente a "machine Down", dando respuestas correctivas en el más breve plazo. Todos los equipos amparados con contrato de mantención cuentan con garantía sobre los equipos.

Actualmente, GENERACIÓN Y SISTEMAS SPA, cuenta con al menos 04 importantes contratos de mantenimiento para grupos electrógenos asociados a la competencia, encargándose del mantenimiento preventivo y las atenciones de emergencia de estos equipos, ellos cuales están vinculados a los siguientes clientes:

- **LA POLAR,**
- **EMPRESA FABRICANTE DE ENVASES CMF**
- **CRISTALERIAS CHILE**
- **UNIFRUTTI**
- **CLINICA TABANCURA**
- **AUDIZENTRUM**

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Internamente la empresa está organizada de acuerdo con la estructura funcional que se presenta en el Organigrama de la Compañía, manteniendo en todos los casos consistencia entre los cargos.

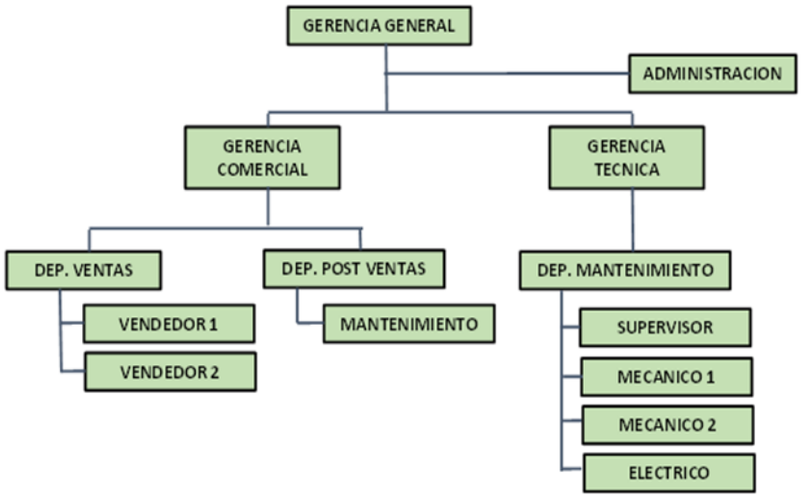

Figura 0-1 Organigrama empresa Generación y Sistemas SPA

El Soporte al Producto de GenSys, implica disponibilidad de repuestos de calidad, para un amplio rango de productos, los cuales además pueden ser instalados por nuestros técnicos calificados, ofreciendo así la solución más conveniente a sus necesidades (Do It MySelf o Do For Me). Nuestros técnicos siempre cuentan con repuestos disponibles en el más breve plazo, de tal forma que pueden ejecutar sus servicios en el más breve plazo posible, asegurando así la continuidad operacional de su equipo. Ofrecemos repuestos nuevos, repuestos alternativos, repuestos remanufacturados, así como reparaciones de componentes.

También ofrecemos una amplia gama de soporte al producto, permitiéndonos entregar en cualquier momento arriendo de equipos o recambio de componentes. También contamos como soporte al producto con un servicio de monitoreo de condiciones a distancia las 24 horas., lo que le permite al cliente contar con un soporte técnico especializado en su equipo las 24 horas del día.

MISIÓN

Personas: Llevaremos el compromiso de nuestros empleados a su máxima expresión, logrando un alto experticia y pasión por lo que desarrollamos.

Tecnología: Maximizaremos el uso de la tecnología para alcanzar la excelencia operacional, volviéndonos día a día más eficientes.

Crecimiento: Llegaremos al crecimiento sustentable a través de la consecuencia de nuestros actos con nuestras políticas y valores.

VISIÓN

"Nuestra visión corporativa es ser el máximo referente del rubro sistemas de potencia en los mercados y lugares donde nos desarrollemos, atendiendo las necesidades de nuestros clientes interesados y entregando soluciones que maximicen los beneficios de nuestros clientes.

POLÍTICA DE CALIDAD

"Es nuestro compromiso atender y satisfacer las necesidades de nuestros clientes, con proyectos que se ajusten a los requisitos de calidad definidos en las especificaciones técnicas, cumpliendo con los plazos de entrega acordados y brindando servicio permanente.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL MANTENIMIENTO

El término "mantenimiento" apareció en la industria hacia 1959 en Estados Unidos y tiene su origen en el vocabulario militar, en el sentido "mantenimiento en las unidades de combate, del efectivo y del material a nivel constante".

Los conceptos y prácticas de mantenimiento han evolucionado radicalmente desde principios del siglo XX, cuando la simple mención de la palabra mantenimiento y todos aquellos recursos, herramientas e incluso personal eran considerados como un mal necesario; aunque lamentablemente esta percepción no ha cambiado desde entonces; existe una clara tendencia global en posicionar a las organizaciones de mantenimiento como lo que realmente son: entidades que generan valor. Cumpliendo un rol fundamental para el cumplimiento de los objetivos corporativos.

La evolución del mantenimiento se puede clasificar en 3 generaciones, a saber:

Primera generación (Hasta la década de 1950) Se caracteriza por maquinas sencillas diseñadas para propósitos específicos, fiables y fáciles de reparar. No necesitaban sistemas de Mantenimiento complicados, no necesitaban personal calificado. Y la reparación se llevaba a cabo cuando se producía la rotura o falla.

Segunda Generación (1950 a 1970) Se produce el auge de la mecanización suplantando a la mano de obra. Producciones máquina-dependiente. Reducciones de costos con revisiones a intervalos fijos. Aparece el Mantenimiento Preventivo. Sistemas de control, inspecciones y planificación del Mantenimiento.

Tercera Generación (1970 a la fecha) Aparecen nuevas expectativas: condición de maquina vs. Calidad del producto; se incorporan los conceptos de seguridad, salud y cuidado del medio ambiente.

La competitividad obliga a enfocarse en los costos. Se desarrollan nuevas investigaciones: Seis modos diferentes de fallos. Se desarrollan nuevas técnicas, se desarrolla el Mantenimiento predictivo, monitoreo a condición, sistemas expertos, gestión de riesgo, modos de fallo, análisis de causa raíz y efectos.5

Hoy día la actividad industrial adopta formas y tamaños diversos dependiendo de factores tales como el mercado consumidor de sus productos; la disponibilidad de recursos financieros; las posibilidades de obtención, los costos de las materias primas y los recursos productivos: materiales. Dependiendo de todos y cada uno de estos factores, se establecen las políticas y estrategias empresarias.

Actualmente la actividad industrial adopta formas y tamaños diversos dependiendo de factores tales como el mercado consumidor de sus productos; la disponibilidad de recursos financieros; las posibilidades de obtención, los costos de las materias primas y los recursos productivos: materiales. Dependiendo de

todos y cada uno de estos factores, se establecen las políticas y estrategias empresarias.

DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen, se restablecen a un estado en el cual puede realizar las funciones y/u operaciones para las cuales fue creado. Es un factor fundamental en la calidad de los procesos y productos, y puede utilizarse como una estrategia paran una competencia exitosa

Es un servicio alterno dentro del funcionamiento de una empresa, caracterizado por una serie de actividades realizadas con el objeto de corregir, prevenir y en algunos casos predecir fallas o averías, que afecten el normal funcionamiento de las máquinas, manteniéndolas en condiciones operativas seguras.

"Es el conjunto de acciones emprendidas en una Organización a efectos de preservar adecuadamente sus equipos e instalaciones, sosteniendo su desempeño en condiciones de fiabilidad y respetando la Seguridad, Salud y Cuidado del Medio Ambiente, asumidas a partir de su propio compromiso de negocios y desempeño, con la Optimización de Costos como objetivo asociado."

IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO

El objetivo del Mantenimiento es conservar todos los bienes que componen los eslabones del sistema directa e indirectamente afectados a los servicios, en las mejores condiciones de funcionamiento, con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible.

El área de mantenimiento no sólo deberá mantener las máquinas sino también las instalaciones de: iluminación, redes de computación, sistemas de energía eléctrica, aire comprimido, agua, aire acondicionado, calles internas, pisos, depósitos, etc. Deberá coordinar con recursos humanos un plan para la capacitación continua del personar ya que es importante mantener al personal actualizado.

FINALIDAD DEL MANTENIMIENTO

La finalidad del mantenimiento es conseguir el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y de servicios con la menor contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal al menor costo posible. Lo que implica: conservar el sistema de producción y servicios funcionando con el mejor nivel de fiabilidad posible, reducir la frecuencia y gravedad de las fallas,

Aplicar las normas de higiene y seguridad del trabajo, minimizar la degradación del medio ambiente, controlar, y por último reducir los costos a su mínima expresión.

El mantenimiento debe seguir las líneas generales determinadas con anterioridad, de forma tal que la producción no se vea afectada por las roturas o imprevistos que pudieran surgir.

OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO

Los objetivos de mantenimiento deben alinearse con los de la empresa y estos deben ser específicos y estar presentes en las acciones que realice el área.

Estos objetivos corresponderán a los que se mencionan a continuación:

- **Máxima producción.** Asegurar la óptima disponibilidad y mantener la fiabilidad de los sistemas, instalaciones, máquinas y equipos. Reparar las averías en el menor tiempo posible.
- **Mínimo costo.** Reducir a su mínima expresión las fallas, aumentar la vida útil de las máquinas e instalaciones y manejo óptimo de stock de repuestos.
- **Calidad requerida.** Cuando se realizan las reparaciones en los equipos.
- instalaciones, aparte de solucionar el problema, se debe mantener la calidad requerida.

FUNCIONES DEL MANTENIMIENTO

Entre las principales funciones del mantenimiento encontramos:

- Planear, desarrollar y ejecutar los programas de mantenimiento para la maquinaria ya existente.
- Decidir por la reposición y/o modernización de los equipos actuales y llevarlas a cabo si es necesaria.
- Seleccionar el personal adecuado para llevar a cabo estas funciones
- Solicitar herramientas y repuestos.
- Implementar programas y darlos a conocer al personal encargado del área de mantenimiento, con el fin de realizar evaluaciones periódicas.
- Crear los mecanismos de control para el seguimiento del desarrollo de las funciones de mantenimiento.

TIPOS DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento correctivo.

Es el mantenimiento que se ejecuta después de ocurrida una falla en una determinada maquina o equipo, por lo que se debe realizar de manera urgente. El personal encargado de avisar de las fallas es el propio usuario de la máquina y el encargado de realizar las reparaciones es el personal de mantenimiento.

El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

Mantenimiento preventivo.

Es un tipo de mantenimiento, que busca principalmente la detección y prevención de fallas en el funcionamiento de las máquinas y equipos de una empresa, antes que estas ocurran. Esto se hace por medio de inspecciones periódicas y cambio de elementos en malas condiciones o dañados. Se basa principalmente en la confiabilidad de la maquinaria y equipo.

El origen de este tipo de mantenimiento surgió analizando estadísticamente la vida útil de los equipos y sus elementos mecánicos y efectuando su mantenimiento basándose en la sustitución periódica de elementos independientemente del estado o condición de deterioro y desgaste de los

mismos. Su gran limitación es el grado de incertidumbre a la hora de definir el instante de la sustitución del elemento.

Mantenimiento predictivo.

Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a ésta o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitores de parámetros físicos.

El mantenimiento predictivo abarca un conjunto de técnicas de inspección, análisis y diagnóstico, organización y planificación de intervenciones que no afectan al servicio del equipo, y que tratan de ajustar al máximo la vida útil del elemento en servicio al momento planificado para la intervención. El mantenimiento predictivo podría incluirse en el mantenimiento preventivo entendiéndose este último en un sentido amplio.

Mantenimiento productivo total (TPM).

Este sistema caracterizado por las siglas **TPM**[30] (total productive maintenance), coloca a todos los integrantes de la organización, en la tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objetivo de maximizar la efectividad de los bienes. Centra entonces el programa en el factor humano de toda la compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento a ser realizadas en pequeños grupos, mediante una conducción motivadora.

[30] **TPM:** Total productive maintenance / Mantenimiento productivo Total

El TPM se explica por:

Efectividad total a efectos de obtener la rentabilidad adecuada, teniendo en cuenta que ésta hace referencia a la producción, a la calidad, al costo, al tiempo de entrega, a la moral, a la seguridad, a la salubridad y al ambiente.

Sistema de mantenimiento total consistente en la prevención del mantenimiento (diseño libre de mantenimiento al cual ya nos hemos referido) y en la mejora de la mantenibilidad.

Intervención autónoma del personal en tareas de mantenimiento.

Mejoramiento permanente de los procesos al mejorar el mantenimiento.

Una vez que los empleados se encuentran bien entrenados y capacitados, se espera que se ocupen de las reparaciones básicas, de la limpieza del equipo a su cargo, de la lubricación (cambios de aceites y engrases), ajustes de piezas mecánicas, de la inspección y detección diaria de hechos anormales en el funcionamiento del equipo. Para ello, es necesario que hayan comprendido la forma de funcionamiento del equipo y puedan detectar las señales que anuncian sobre la proximidad de llegada de las fallas futuras.

El mantenimiento principal lo seguirán realizando los especialistas de cada maquinaria o equipo, quienes poseen las habilidades, formación e instrumentación adecuada y necesaria.

Se debe tener en cuenta que tradicionalmente los especialistas dicen, que los operarios de producción actúan incorrectamente sobre las máquinas y que por eso éstas fallan. Por su parte, la gente de producción expresa, que los mantenedores las reparan de forma ineficiente y que por ello las maquinas no aguantan y fallan.

Para aumentar más esta antinomia, generalmente suele ocurrir que los funcionarios de mantenimiento tienden a ganar más dinero que los funcionarios del área productiva, razón por la cual estos últimos, al ocuparse de algunas tareas de los primeros, reivindican reclamos salariales y adoctrinamiento de esta filosofía del trabajo resulta fundamental.