



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**Formando líderes para la construcción de  
un nuevo país en paz**



**INGENIERÍA ELECTRÓNICA**  
*21 años*

# **DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO PARA LA EMPRESA COOPAR**

**Autor:**

**Said Ricardo Reyes Pino**

**Director:**

**PhD(c). Jesús Eduardo Ortiz Sandoval**

**Ingeniería Electrónica**

**Departamento de Ingenierías Eléctrica, Electrónica, Sistemas y  
Telecomunicaciones**

**Facultad de Ingenierías y Arquitectura**

**Universidad de Pamplona**

**Pamplona, 9 de junio de 2017**

*Para mis padres  
Ramón Reyes & Gloria Pino*

## Índice

Prefacio .....	X
Prefacio .....	XI
Agradecimientos .....	XII
Resumen.....	XIII
1. Introducción .....	14
1.1 Problema.....	15
1.2 Objetivos .....	15
1.2.1 Objetivo General .....	15
1.2.2 Objetivos específicos .....	15
1.3 Distribucion bibliografica .....	15
2. Marco Teórico.....	16
2.1 Historia del mantenimiento.....	17
2.2 Concepto de mantenimiento preventivo.....	18
2.3 Mantenimiento preventivo y sus alcances.....	18
2.4 Fallas posibles en su instalación.....	19
2.5 Objetivo del mantenimiento preventivo a un motor .....	19
2.6 Planteamiento .....	19
2.7 Causas de fallas en los Rodamientos .....	20
2.8 ¿Qué es un programa CMMS? .....	21
2.9 Ventajas de utilizar programas CMMS.....	21
2.10 Plataformas de gestión de mantenimientos .....	22
2.10.1 Renovefree® .....	22
2.10.2 EasyMaint®.....	23
2.10.3 MP SOFTWARE®.....	23
2.10.4 Infomante ®.....	24
2.10.5 MyS Asociados Software®.....	24
2.11 Cooperativa Palmas Risaralda Ltda.....	25
2.11.1 Reseña Histórica .....	25
2.11.2 Misión .....	25
2.11.3 Visión .....	26
2.11.4 Planta extractora .....	26
2.12 Norma ISA S5.1 .....	27
2.12.1 Diagramas de instrumentación P&ID .....	27
2.13 Metodología .....	27

2.13.1	Familiarización con la planta extractora y equipos de producción.....	27
2.13.2	Levantamiento de información y elaboración de hojas de vida .....	27
2.13.3	Levantamiento de planos P&ID de la caldera.....	28
2.13.4	Criticidad de equipos de producción .....	28
2.13.5	Calculo de criticidad: .....	28
2.13.6	Parámetros para la criticidad.....	29
3	Resultado.....	30
3.1	Planos P&ID área de la caldera .....	32
3.2	Criticidad de equipos .....	34
3.3	Plan de Mantenimiento Eléctrico y Electrónico .....	35
3.3.1	Políticas de Mantenimiento Eléctrico.....	35
3.3.2	Organigrama Plan de mantenimiento .....	36
3.3.3	Protocolos de Mantenimiento .....	37
3.3.3.1	Motores .....	37
3.3.3.1.1	Inspecciones: .....	37
3.3.3.1.1.1	Inspección visual:.....	37
3.3.3.1.1.2	Cambios: .....	38
3.3.3.1.1.3	Limpieza: .....	39
3.3.3.2	Tablero .....	39
3.3.3.2.1	Inspección: .....	39
3.3.3.2.1.1	Inspección de pulsadores e indicadores .....	40
3.3.3.2.1.3	Inspección de protección: .....	40
3.3.3.2.2	Ajustes:.....	40
3.3.3.2.2.1	Ajustar las conexiones y borneras: .....	40
3.3.3.2.2.2	Ajustar relés térmicos: .....	40
3.3.3.2.3	Limpieza: .....	40
3.3.4	Codificación de Equipos .....	41
3.3.5	Tabla frecuencial de mantenimientos .....	44
3.3.6	Cronograma de Mantenimientos .....	46
3.3.7	Tabla de repuestos.....	53
3.3.8	Formatos .....	56
3.3.8.1	Orden de Trabajo .....	56
3.3.8.2	Reporte de Mantenimiento .....	57
3.3.8.3	Hoja de vida de equipos .....	58

3.3.8.3.1 Motores .....	58
3.3.8.3.2 Tableros: .....	59
3.3.9 Implementación plan de mantenimiento en el GMAO .....	59
3.3.9.1 Configuración inicial .....	59
3.3.9.2 Protocolos de mantenimientos .....	62
3.3.9.3 Plan de mantenimiento.....	63
3.3.9.4 Ordenes de trabajo preventivos .....	63
3.3.9.5 Avisos.....	65
3.3.9.6 Repuestos .....	66
3.4 Validacion del plan de mantenimiento .....	66
3.4.1 Analisis económico.....	66
3.4.2 Análisis economico de perdidas por fallos .....	68
4 Conclusiones .....	71
Conclusiones .....	72
Recomendaciones.....	73
Bibliografía .....	74
Anexos .....	75

## Lista de imágenes

Imagen 1 Causas de fallas rodamientos .....	21
Imagen 2 Etapas de proceso de extracción de aceite. Fuente COOPAR .....	26
Imagen 3 Diagrama P&ID Tanque alimentador caldera Fuente COOPAR .....	32
Imagen 4 Diagrama P&ID Caldera Fuente: Autor .....	33
Imagen 5 Organigrama Plan de mantenimiento .....	36
Imagen 6 Codificación de equipos 1era parte. Fuente: COOPAR.....	42
Imagen 7 Codificación de equipos 2da parte. Fuente COOPAR.....	43
Imagen 8 Tabla frecuencial de mantenimiento motores eléctricos 1era parte .....	44
Imagen 9 Tabla frecuencial de mantenimientos motores eléctricos 2da parte .....	44
Imagen 10 Tabla frecuencial mantenimiento de motores eléctricos 3era parte ....	45
Imagen 11 Tabla frecuencial de mantenimientos de tableros eléctricos .....	45
Imagen 12 Cronograma anual del área de esterilización .....	46
Imagen 13 Cronograma anual área de desfrutado.....	47
Imagen 14 Cronograma anual del área de digestión y prensado.....	48
Imagen 15 Cronograma anual del área de Palmisteria .....	49
Imagen 16 Cronograma anual del área de pre-clarificación.....	50
Imagen 17 Cronograma anual del área de clarificación .....	51
Imagen 18 Cronograma anual de las áreas de florentinos, pozo, red contra incendios, cargue y subestación .....	52
Imagen 19 Tabla de repuestos motores eléctricos 1era parte .....	53
Imagen 20 Tabla de repuestos motores eléctricos 2da parte.....	54
Imagen 21 Tabla de repuestos de motores eléctricos 3era parte.....	55
Imagen 22 Tabla de repuestos de motores eléctricos.....	56
Imagen 23 Formato de orden de trabajo .....	56
Imagen 24 Reporte de mantenimiento pág. 1 .....	57
Imagen 25 Reporte de mantenimiento pág. 2 .....	58
Imagen 26 Formato hoja de vida motores eléctricos.....	58
Imagen 27 Formato hoja de vida tableros eléctricos .....	59
Imagen 28 Configuración inicial Renovefree .....	60
Imagen 29 Carga masiva de equipos.....	60
Imagen 30 Estructura jerárquica .....	61
Imagen 31 Información del motor de tiro forzado en el software.....	62
Imagen 32 Protocolos de mantenimiento .....	62
Imagen 33 Tareas asignadas al protocolo de motobombas.....	63
Imagen 34 Plan de mantenimiento .....	63
Imagen 35 Ordenes de trabajo preventivo .....	64
Imagen 36 Orden de trabajo.....	64
Imagen 37 Planificación de la orden de trabajo.....	65
Imagen 38 Pantalla principal con avisos de mantenimientos .....	65

Imagen 39 Registro de repuestos .....	66
Imagen 40 Lista de repuestos .....	66
Imagen 41 Verificación de información de motores.....	75
Imagen 42 Limpieza de variador prensa 1-Equipo desenergizado.....	75
Imagen 43 Limpieza de tablero cárcamo- Equipo desenergizado.....	75
Imagen 44 Extracción de rodamiento motor tiro forzado.....	75
Imagen 45Cambio de rodamiento motor centrifuga 2 .....	76
Imagen 46 Acondicionamiento de motobomba .....	76
Imagen 47 Instalación de horometro en tablero de Palmisteria- Equipo desenergizado.....	76
Imagen 48 Socialización del plan de mantenimiento.....	77
Imagen 49 Mantenimiento general motobomba .....	77
Imagen 50 Formato de orden de trabajo .....	77
Imagen 51 Tanque alimentador caldera.....	78
Imagen 52 Control eléctrico caldera.....	78
Imagen 53 Caldera.....	78
Imagen 54 Recopilación de reportes de mantenimientos.....	79
Imagen 55 Formato hoja de vida motores eléctricos.....	80
Imagen 56Formato hoja de vida tableros eléctricos .....	80
Imagen 57 Propuesta de adquisición de software de gestión de mantenimiento..	81
Imagen 58 Acta de socialización del plan de mantenimiento .....	82

### **Lista de Tablas**

Tabla 1 Parámetros de criticidad [6].....	29
Tabla 2 Criticidad de equipos .....	34
Tabla 3 Costo mantenimiento unitario.....	67
Tabla 4 Costos mantenimiento anual unitario .....	67
Tabla 5 Costos mantenimiento anual de equipos.....	68
Tabla 6 Producción de la planta .....	68
Tabla 7 Perdidas por falla .....	69
Tabla 8 Perdidas a la empresa por fallo total del equipo.....	69
Tabla 9 Perdidas por el equipo basado en el plan de mantenimiento .....	70

---

# Prefacio

---

Prefacio.....	XI
Agradecimientos .....	XII
Resumen.....	XIII

“Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad, y la energía atómica: La voluntad”  
**Albert Einstein**

## **Agradecimientos**

Primeramente, que todo agradecer a Dios, quien permitió que cumpliera este tan anhelado sueño.

A mis padres, quienes, gracias a su ejemplo y dedicación, forjaron desde niño la persona íntegra, respetuosa y apasionada por lo que hace, siendo ellos mi aliento para seguir adelante ante la adversidad, quienes han están ahí apoyándome para seguir luchando por mis metas y sueños.

A mi hermana Katerine, quien ha sido mi punto de apoyo durante toda mi vida, y que sin importar la distancia que nos pueda separar siempre contamos con el uno y el otro, hoy y siempre estaré orgullo de ella como ella de mí.

A mi prima Gladys, quien sin tener mucho me ha dado todo lo que una persona podría brindar.

A mi director de trabajo de grado Ing. Jesús Eduardo Ortiz, por el apoyo brindado y la confianza depositada en mí, no solo para cumplir con responsabilidad los objetivos planteados a la empresa con este proyecto sino en mi formación como profesional, más que mi profesor y mi director, un amigo.

A mis primos Melvin y Leonardo, quienes, gracias a ellos, fue que surgió este sueño, este gusto y pasión por la electrónica, por cada oportunidad de empaparme de proyectos.

A Cooperativa Palmas Risaralda Ltda., quienes permitieron cumplir con el último objetivo para culminar mi carrera, al grupo de trabajo del área de mantenimiento, en especial a Luis Antonio Villan, gracias por el apoyo y el conocimiento transmitido siendo fundamental para este proyecto.

A mis familiares quienes brindaron su granito de arena para seguir luchando por mi sueño, por mi carrera.

A mis amigas y amigos, quienes me brindaron su cariño y su apoyo para seguir siempre adelante.

Al grupo Teatro Kinesis Unipamplona, en especial a la Maestrante Jacqueline Maldonado, más que Directora del grupo, una amiga incondicional. De ellos no solo aprendí del arte del teatro, sino a apreciar el mundo de otra forma, del crecimiento personal; a mis compañeros de escena por esos gratos momentos

A los profesores del programa de Ingeniería Electrónica por los conocimientos que aportaron en mi formación como Ingeniero

A mis amigos y compañeros de carrera.  
Gratitud Eterna.

**Resumen**

El proyecto está centrado en establecer un sistema que le permita a la empresa COOPAR garantizar el buen funcionamiento de las máquinas para darle un mejor uso y ampliar su vida de trabajo, ya que la situación actual de la planta y el objetivo de ella a corto plazo es tener bien estructurado medidas de seguridad y mantenimiento preventivo de sus recursos físicos para poder garantizar la productividad, la ampliación, el aseguramiento y la certificación estatal para su continuidad; por ello el adecuado sistema de mantenimiento preventivo con parámetros de criticidad que permitan establecer la prioridad de sus equipos eléctricos y los diagramas P&ID con la normativa ISA S5.1 que se implementara permitirá conocer en más detalle el área de mayor enfoque ya que con ello se evitara posible accidentes en los procesos que tienen actualmente falencias.

# 1.

---

# Introducción

---

1.1	Problema.....	15
1.2	Objetivos .....	15
1.2.1	Objetivo General.....	15
1.2.2	Objetivos específicos.....	15
1.3	Distribucion bibliografica .....	15

## 1.1 Problema

Al realizar la visita a la planta de extracción de aceite de palma de la empresa Cooperativa Palmas Risaraldas Ltda. (COOPAR) se evidenciaron las grandes falencias que tienen en cada uno de los procesos, en los cuales se detectaron: la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo y de seguimiento de los equipos, la falta de los diagramas P&ID de la planta ya que de ellos se basa poder llevar un control adecuado de los procesos y de los equipos usados, al igual que la presencia de residuos de los procesos que pueden afectar con el buen funcionamiento de los equipos al igual que esto afectaría tanto a maquinaria como operadores ya que cualquier posible incidente causado puede afectar directamente a los trabajadores encargados de cada uno de los procesos de extracción del aceite ya que hay un precedente de por medio que fue a raíz de una serie de errores en los equipos que se produjo una implosión en la caldera y dejó a parte de daños materiales, la muerte de uno de los trabajadores.

Con base a la visita a la planta este proyecto se desea desarrollar para ayudar en lo posible a que COOPAR pueda obtener el certificado por parte de la asegurada, además de seguir ampliando la productividad al igual que se garantizara un óptimo manejo de los equipos ya que es necesario llevar un adecuado manejo en cuanto al mantenimiento y sus respectivas hojas de vida, es por ello que el aporte del proyecto es la implementación de un software de gestión de mantenimiento.

Al igual este proyecto contribuye a que el programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Pamplona tenga un gran impacto en la región

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

Implementar un sistema de mantenimiento preventivo de los equipos eléctricos y electrónicos de la planta extractora

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar los planos P&ID del proceso ejecutado por la caldera
- Diagnosticar todos los equipos eléctricos y electrónicos con su respectiva hoja de vida
- Diseñar en un software gestor de mantenimiento un plan general de revisión de equipos y mantenimiento preventivo
- Validar el funcionamiento el software de mantenimiento y el plan diseñado

## 1.3 Distribucion bibliografica

El libro se organiza mediante cuatro capítulos concernientes a la Introducción, Marco Teórico, Resultados y Conclusiones.

Cada capítulo tiene los ítems correspondientes al tema de interés.

## 2.

---

# Marco Teórico

---

2.1	Historia del mantenimiento.....	17
2.2	Concepto de mantenimiento preventivo.....	18
2.3	Mantenimiento preventivo y sus alcances.....	18
2.4	Fallas posibles en su instalación.....	19
2.5	Objetivo del mantenimiento preventivo a un motor.....	19
2.6	Planteamiento.....	19
2.7	Causas de fallas en los Rodamientos.....	20
2.8	¿Qué es un programa CMMS?.....	21
2.9	Ventajas de utilizar programas CMMS.....	21
2.10	Plataformas de gestión de mantenimientos.....	22
2.10.1	Renovefree®.....	22
2.10.2	EasyMaint®.....	23
2.10.3	MP SOFTWARE®.....	23
2.10.4	Infomante®.....	24
2.10.5	MyS Asociados Software®.....	24
2.11	Cooperativa Palmas Risaralda Ltda.....	25
2.11.1	Reseña Histórica.....	25
2.11.2	Misión.....	25
2.11.3	Visión.....	26
2.11.4	Planta extractora.....	26
2.12	Norma ISA S5.1.....	27
2.12.1	Diagramas de instrumentación P&ID.....	27
2.13	Metodología.....	27
2.13.1	Familiarización con la planta extractora y equipos de producción.....	27
2.13.2	Levantamiento de información y elaboración de hojas de vida.....	27
2.13.3	Levantamiento de planos P&ID de la caldera.....	28
2.13.4	Criticidad de equipos de producción.....	28
2.13.5	Calculo de criticidad:.....	28
2.13.6	Parámetros para la criticidad.....	29

## 2.1 Historia del mantenimiento

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial eran los propios operarios quienes se encargaban de las reparaciones de los equipos. Conforme las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos.[1]

A partir de la primera guerra mundial y, sobre todo, de la segunda, aparece el concepto de fiabilidad, y los departamentos de mantenimiento buscan no sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos sino además prevenirlas, actuar para que no se produzcan. Esto supone crear una nueva figura en los departamentos de mantenimiento, personal cuya función es estudiar qué tareas de mantenimiento deben realizarse para evitar las fallas. El personal indirecto, que no está involucrado directamente en la realización de las tareas, aumenta, y con él los costes de mantenimiento. Con lo que se busca aumentar y fiabilizar la producción, evitar las pérdidas por averías y sus costes asociados.

De este modo aparecen casi sucesivamente diversos métodos de mantenimiento, cada uno aplicado a las necesidades concretas de cada proceso industrial: el Mantenimiento Preventivo (revisiones y limpiezas periódicas y sistemáticas), el Mantenimiento Predictivo (análisis del estado de los equipos mediante el análisis de variables físicas), el Mantenimiento Proactivo (implicación del personal en labores de mantenimiento), la Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO), y el Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM). El RCM como estilo de gestión de mantenimiento, se basa en el estudio de los equipos, en análisis de los modos de fallo y en la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección. Podríamos decir que el RCM es una filosofía de mantenimiento básicamente tecnológica. [1]

Paralelamente, sobre todo a partir de los años 80, comienza a introducirse la idea de que puede ser rentable volver de nuevo al modelo inicial: que los operarios de producción se ocupen del mantenimiento de los equipos. Se desarrolla el TPM, o Mantenimiento Productivo Total, en el que algunas de las tareas normalmente realizadas por el personal de mantenimiento son ahora realizadas por operarios de producción. Esas tareas ‘transferidas’ son trabajos de limpieza, lubricación, ajustes, reaprietes de tornillos y pequeñas reparaciones. Se pretende conseguir con ello que el operario de producción se implique más en el cuidado de la máquina, siendo el objetivo último de TPM conseguir “Cero Averías”. Como filosofía de mantenimiento, el TPM se basa en la formación, motivación e implicación del equipo humano (desde el personal de producción y de mantenimiento hasta los altos mandos), en lugar de la tecnología. [1]

TPM y RCM no son formas opuestas de dirigir el mantenimiento, sino que ambas conviven en la actualidad en muchas empresas. En algunas de ellas, RCM impulsa el mantenimiento, y con esta técnica se determinan las tareas a efectuar en los equipos; después, algunas de las tareas son transferidas a producción, en el marco de una política de implantación de TPM. En otras plantas, en cambio, es la filosofía TPM la que se impone, siendo RCM una herramienta más para la determinación de tareas y frecuencias en determinados equipos.

Como se puede comprobar, las diferentes técnicas de mantenimiento han ido evolucionando

a lo largo del último siglo en función de las carencias que se observaban Introducción 10 en cada uno de los modelos de mantenimiento al aplicarlos a la situación industrial real, de manera que unas engloban a otras, algunas interactúan entre ellas, y todas se han ido adaptando a los nuevos usos de la industria. [1]

En la actualidad son las necesidades concretas de cada equipo y de cada industria las que marcan el modelo de mantenimiento que optimiza sus recursos y sus necesidades. Por lo general, el método que se impone mayoritariamente es el Mantenimiento Productivo Total o TPM, que incluye las tareas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo, integrado siempre en un modelo de Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO), y apoyado según necesidades por el modelo de Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM).[1]

## **2.2 Concepto de mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo ha adquirido una enorme importancia ya que, al considerarlo como parte de la conservación de los equipos, con un enfoque a la productividad, permite obtener mayores y mejores beneficios.

En este contexto, el llamado mantenimiento preventivo juega un papel importante, ya que cambia la función de simplemente reparar al equipo o reemplazar al que se considera desechable por el estado que guarda. Ahora, se trata de diagnosticar el estado que tiene un equipo antes de que falle, y de esta manera evitar su salida de producción, o bien contar con las técnicas de reparaciones apropiadas cuando hubiera que hacer esta función.[2]

## **2.3 Mantenimiento preventivo y sus alcances**

El mantenimiento preventivo abarca todos los planes y acciones necesarias para determinar y corregir las condiciones de operación que puedan afectar a un sistema, maquinaria o equipo, antes de que lleguen al grado de mantenimiento correctivo, considerando la selección, la instalación y la misma operación.

El mantenimiento preventivo bien aplicado disminuye los costos de producción, aumenta la productividad, así como la vida útil de la maquinaria y equipo, obteniendo como resultado la disminución de paro de máquinas.

Las actividades principales del mantenimiento preventivo son:

- Inspección periódica con el fin de encontrar las causas que provocarían paros imprevistos.
- Conservar la planta, anulando y reparando aspectos dañinos cuando apenas comienzan.

Para llevar un control de los resultados, se utiliza un registro de equipo, además de que auxilia de un programa de mantenimiento preventivo.[2]

## **2.4 Fallas posibles en su instalación**

Una carga excesiva puede llevar rápidamente a una falla en el motor. Es posible que se seleccione correctamente al motor para su carga inicial; sin embargo, un cambio en su carga o en el acoplamiento de accionamiento, se manifestará como una sobrecarga en el motor. Las rodamientos o baleros comenzarán a fallar, los engranes están expuestos a presentar fallas en los dientes, o bien se presentará algún otro tipo de fricción que se manifieste como sobrecarga. Cuando se presenta una sobrecarga, el motor demanda más corriente, lo cual incrementa la temperatura del mismo, reduciendo la vida del aislamiento.

Los problemas en baleros y rodamientos son una de las causas más comunes de fallas en los motores, también la alineación errónea de éstos y la carga, malos acoplamientos por poleas y bandas, o bien errores en la aplicación de engranes o piñones, son causas de fallas mecánicas. Por otro lado, se debe hacer un correcto balanceo dinámico para evitar problemas de vibración.

Así mismo, una incorrecta alimentación de voltaje al motor, puede reducir la vida o causar una falla rápida si la desviación del voltaje es excesiva. Un voltaje bajo soporta una corriente mayor que la normal. Si el voltaje decrece en una forma brusca, se presenta una corriente excesiva que sobrecalienta al motor. Un voltaje alto en la línea de alimentación a un motor reduce las pérdidas, pero produce un incremento en el flujo magnético, con un consecuente incremento de las pérdidas en el entrehierro.[2]

## **2.5 Objetivo del mantenimiento preventivo a un motor**

El principal objetivo del mantenimiento, es garantizar que el equipo se encuentre en óptimas condiciones de operación, y aumentar su vida útil. El mantenimiento empieza en la selección del motor. Frecuentemente se hace la selección sin considerar las implicaciones en el servicio y mantenimiento del motor, de lo que resultan consecuencias económicas desfavorables.[2]

## **2.6 Planteamiento**

Antes de poder hacer una planeación eficaz, es necesario conocer el sistema operativo y el grado de responsabilidad y de autoridad asignado por la administración o el gerente, a un nivel dado de supervisión, así como la asignación de costos y presupuestos. Se debe mencionar que la autoridad no siempre es conmensurada con la responsabilidad, y que los presupuestos no siempre van de acuerdo con la responsabilidad o la autoridad.

El sistema que suele ser más eficaz es hacer que producción, mantenimiento preventivo y sus respectivos presupuestos pertenezcan al mismo grado de autoridad. Así, un supervisor puede ponderar todas las probabilidades y tomar una decisión. Los datos de antes y después se pueden obtener con facilidad y rápidamente se pueden deslindar responsabilidades.

Este grado igual de autoridad quizá no sea eficaz en plantas de alta producción, en donde un solo supervisor de mantenimiento preventivo puede tener muchos supervisores de producción

de su misma categoría de autoridad, y no es fácil concertar una reunión con ellos. El resultado es que el supervisor de mantenimiento preventivo tiene una carga de trabajo excesiva.

Un sistema que ha dado buenos resultados es el de la asignación de los costos de los desperfectos. Si el departamento de mantenimiento preventivo solicita el paro de una máquina, pero el departamento de producción se rehúsa a hacerlo, entonces, cualquier tiempo perdido y sus costos asociados son cargables a producción.

Por el contrario, si el departamento de mantenimiento preventivo no previó la falla, se le cargan los costos de pérdida de producción y de reparación. Sin embargo, este sistema puede producir serios problemas si el programa no se aplica en forma equitativa.

El mantenimiento preventivo es importante en cualquier instalación, pero es solo función, y no debe interferir con la función de línea de producción. La interferencia con la producción debe ser mínima, y es obligatoria la cooperación de mantenimiento preventivo.

Con una planeación cuidadosa, gran parte del trabajo de mantenimiento preventivo se puede hacer mientras las máquinas están en plena producción, pues es cuando mejor se puede observar la conmutación, vibraciones, calentamiento y temperaturas. Sin embargo, se debe dar más importancia a la seguridad cuando se examinan las máquinas y motores en funcionamiento. En general, el ingeniero de seguridad de la planta debe estar informado de todos los programas de mantenimiento, pues sus conocimientos pueden ser muy valiosos.

Otro punto importante es que mantenimiento preventivo debe conocer por anticipado los programas de las máquinas y motores, y planear las inspecciones cuando los requisitos de producción son menos estrictos.[2]

## **2.7 Causas de fallas en los Rodamientos**

Los principales fabricantes de rodamientos cuentan con estadísticas donde indican que cerca del 16% de las fallas que se dan en los rodamientos son el resultado del mal manejo de estos. Esto es causado por el almacenamiento, transportación e instalación inadecuada del rodamiento. El 84% restante son instalados libres de defectos. En este momento no hay indicadores de fallas en rodamientos. Si un indicador está presente durante la operación inicial del rodamiento, por lo general se trata de un ajuste en el rodamiento o problema de ensamblado. [3]

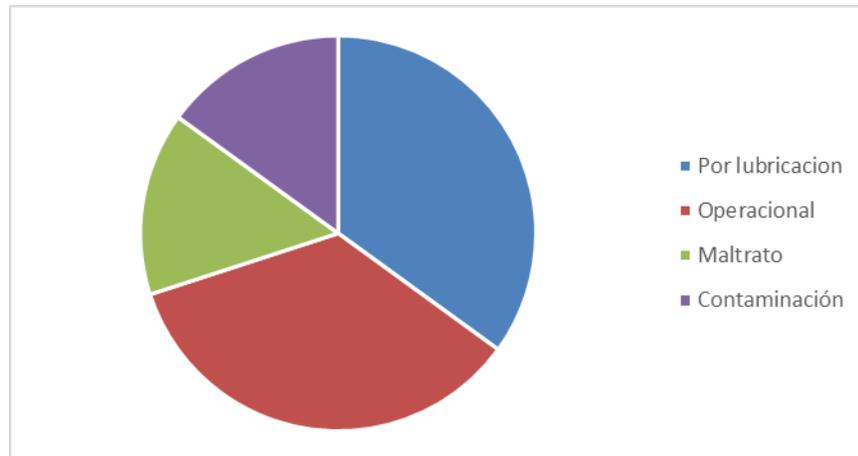


Imagen 1 Causas de fallas rodamientos

El 36% de las fallas en rodamientos son el resultado de una lubricación deficiente, es decir, sobre lubricación o sub lubricación, en términos coloquiales lubricación inadecuada, mezcla de lubricantes o generación de una película límite de lubricante delgada, a menudo generada por una excesiva vibración en el eje.

El 34% son el resultado de la operación inadecuada de los rodamientos como pudiera ser el desbalance, excentricidad entre eje, desalineamiento de poleas o remplazo indicado por los programas de mantenimiento preventivo. [3]

## 2.8 ¿Qué es un programa CMMS?

Un sistema CMMS/GMAO, se trata de una plataforma Informática (Software), que permite la gestión de mantenimiento de los equipos y/o instalaciones de una o más empresas, tanto mantenimiento correctivo como preventivo, predictivo, etc. Un sistema CMMS, está compuesto de varios módulos interactuando entre sí, que permiten ejecutar y llevar un control exhaustivo de las tareas habituales en los Departamentos de Mantenimiento como:

- Control de fallas/averías, etc. generando el historial de operación de cada máquina o equipo.
- Programación de las revisiones y tareas de mantenimiento preventivo: limpieza, lubricación, etc. Control de mínimos y máximos de Stocks de repuestos, conocido como Gestión o Control de Bodegas.
- Emisión y seguimiento de las “Ordenes de Trabajo” para supervisión y ejecución del mantenimiento.[4]

## 2.9 Ventajas de utilizar programas CMMS

En primer lugar, los Programas CMMS nos permiten disponer de gran cantidad de información, de una forma adecuada y fácil de extraer. Esto nos permite disponer de un historial de cada equipo, máquina o componente, tanto de características técnicas, como de averías, revisiones, sustituciones, fechas de las últimas incidencias o averías, personal, horas y materiales utilizados en la solución de los problemas, etc.

Al mismo tiempo, nos permitirá programar en función de los parámetros que decidamos, las revisiones preventivas y/o predictivas, generando los listados correspondientes para la tarea de los técnicos, según los plazos programados.

Muchos de los Programas CMMS permiten la gestión de herramientas y/o Stocks de repuesto, avisando cuando tenemos menos de un mínimo de piezas de un determinado repuesto, generando incluso una orden de compra. También un fichero de proveedores, fabricantes, etc. Así mismo, pueden gestionar las órdenes de reparación de equipos fuera de la ubicación habitual, gestión de garantías, etc.[4]

## 2.10 Plataformas de gestión de mantenimientos

### 2.10.1 Renovefree®

Es un software de gestión de mantenimiento (GMAO o CMMS) de descarga gratuita, que aspira a convertirse en la referencia en software GMAO (software de Gestión de Mantenimiento Asistido por un Ordenador) en instalaciones industriales (centrales eléctricas de todo tipo, plantas químicas y petroquímicas, refinería, sector minero, empresa de transporte marítimo, ferroviario, aéreo o terrestre) y en edificios singulares (hospitales, centros de convención, universidades, museos y grandes edificios de oficinas y edificios inteligentes). El mercado demanda programas de mantenimiento gratuito o de muy bajo coste, que no tengan además costosas licencias anuales que pagar. El mercado tampoco busca, en la mayoría de los casos, aplicaciones complejas a las que nunca sacará todo su partido, pero que encarecen la aplicación y complican su uso.

Una de las Principales características de **Renovefree®** son:

Está desarrollado en JAVA, lo que permite, en las versiones avanzadas, conectar tablets y teléfonos inteligentes (Smartphone) con sistema operativo Android para la gestión de las Órdenes de Trabajo.

En su versión estándar, es un programa gratuito. No tiene costes ocultos ni caducidad de ningún tipo.

La versión estándar dispone de los siguientes módulos, con los que realizar las funciones más habituales que se le exigen a un software de mantenimiento:

- Gestión de activos, con su árbol jerárquico.
- Gestión de personal, usuarios de la aplicación y privilegios de acceso.
- Gestión del mantenimiento programado y de las gamas de mantenimiento.
- Incluye la creación automática del plan de mantenimiento programado.
- Programación de mantenimiento (Preventivo y Correctivo).
- Gestión de órdenes de trabajo (O.T.), preventivas y correctivas.
- Gestión del repuesto.
- Gestión de los descargos y de la seguridad al realizar O.T.
- Gestión económica del mantenimiento: costes, compras, etc.
- Determinación de los indicadores más usuales en mantenimiento.

### **2.10.2 EasyMaint®**

EasyMaint® es un Software para la Administración del Mantenimiento de Activos (CMMS) que combina las prácticas de mantenimiento y tecnología innovadora. Es un sistema de fácil manejo que cumple con todas las necesidades de la gestión del mantenimiento actuales.

EasyMaint® ayuda a las organizaciones a controlar el mantenimiento de sus activos y costos asociados del trabajo, con el objetivo de prolongar la vida útil de un activo con un costo mínimo. Nuestro sistema cumple con los requerimientos de cualquier departamento de mantenimiento. EasyMaint® Provee una mejor organización, planificación y gestión de las actividades de mantenimiento industrial, ayudando a las compañías a ahorrar tiempo y dinero.

Entre otras características EasyMaint® le ofrece una Gestión del Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo, Mantenimiento Productivo Total (TPM), Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), Administración de Órdenes de Trabajo, Administración de Inventarios y Compras, Amplia información de Costos, Reportes y Análisis e Indicadores de mantenimiento.

### **2.10.3 MP SOFTWARE®**

El MP es un CMMS (gestión de mantenimiento asistido por computadora), de sus siglas en inglés Computerized Maintenance Management System. El objetivo principal del MP es ayudarle a administrar la gestión de mantenimiento de una manera eficiente, manteniendo toda la información de su departamento de mantenimiento documentada y organizada.

Sus principales características son:

- Puede Documentar en el MP toda la información referente a sus equipos e instalaciones, como por ejemplo planos, diagramas, especificaciones, localización, datos del proveedor, etc.
- Puede Documentar los planes o rutinas de mantenimiento de cada uno de sus equipos y genere con el MP los calendarios de mantenimiento en forma automática.
- Día con día, el MP informa sobre los trabajos de mantenimiento que se deben realizar y una vez que se realizan, el MP reprograma la fecha próxima para cuando deban volver a realizarse, ajustando automáticamente los calendarios de mantenimiento.
- Automatice y simplifique con el MP el proceso de generación, control y seguimiento de las órdenes de trabajo.
- Mantenga control total sobre su inventario de repuestos y disminuya niveles de inventario mediante la adquisición de repuestos justo a tiempo.
- Mantenga organizada y disponible para consulta toda la información histórica referente a trabajos realizados y recursos utilizados.
- Genere gran cantidad de reportes, índices y gráficas relacionados con la gestión de mantenimiento.

### 2.10.4 Infomante ®

Es un CMMS (Computerized Maintenance Management System, por sus siglas en inglés) o sistema de información de mantenimiento por computador, también conocido como EAM (Enterprise Asset Management, por sus siglas en inglés).

Las técnicas de mantenimiento y el manejo de información sobre los activos se han desarrollado de manera notable, así como las expectativas de las organizaciones con respecto a las mismas, es importante entonces contar con sistemas que soporten estas nuevas necesidades en un entorno de mejoramiento continuo, Infomante® es la mejor herramienta para cumplirlas y superarlas.

Infomante® ha sido implementado desde hace 20 años en más de 10 países en empresas de manufactura, servicios, transporte, construcción, hoteles, hospitales y comercio, ya que sus conceptos son universales y fácilmente parametrizables para cualquier tipo de organización.

### 2.10.5 MyS Asociados Software®

El sistema dedicado al mantenimiento, es un elemento vital para proporcionar a producción su máxima disponibilidad de equipo. Un sistema de mantenimiento bien cimentado no solo proporciona disponibilidad de máquinas, equipos herramientas, y recursos, sino que, incrementa su tiempo de vida y reduce su costo operativo.

Es por eso que, la conjunción de un sistema de información automatizado con la teoría aplicada en la Gestión de Mantenimiento, asegura que por lo menos las actividades sean planificadas de manera correcta. Generando avisos que mantengan alerta a los administradores de la ejecución de actividades venideras.

Actualmente, un exitoso sistema de mantenimiento requiere un fuerte compromiso gerencial, participación y soporte. Todos los niveles gerenciales de los departamentos deben estar dedicados a sanear las prácticas del mantenimiento.

Para facilidad de nuestros clientes, hemos desarrollado un Sistema de control de la Gestión de Mantenimiento, la cual tenemos en la versión multiplataforma en ambiente web "WebMyS". Y la filosofía utilizada en estos sistemas se basa en la siguiente:

Beneficios

- Levantamiento, ordenamiento y registro de información de cada objeto a mantener
- Programación de las actividades de Mantenimiento Rutinario y Programado
- Cuantificación de mano de obra requerida
- Sistema de Solicitudes de Servicio
- Emisión de Chequeos, Inspecciones y Recorridos programados
- Sistema de Ordenes de Trabajo
- Control de ejecución de las actividades de mantenimiento y registro de información de fallas
- Registro de información de cada tipo de acción y tipo de mantenimiento ejecutado
- Seguimiento y control de las actividades planificadas y programadas
- Manejo de frecuencias tipo calendario, recorrido, trabajo realizado, unidades producidas

- Generación de Índices e Indicadores de Gestión
- Programación puntual o agenda de actividades
- Adaptación de la organización a un proceso administrativo con sus actividades de: planificación, programación, supervisión, seguimiento, control y evaluación.

## **2.11 Cooperativa Palmas Risaralda Ltda.**

La Cooperativa Palmas Risaralda es una empresa dedicada a la extracción de aceite de palma, para ello cuenta con cultivos propios y compra de fruta a empresas aliadas y productores particulares.

Dentro de los proyectos afines a la actividad de COOPAR se encuentran:

- Producción de Biodiesel: Planta Iniciando operación.
- Vivero: Se cuenta con todas las fases para obtener material vegetal.
- Gestión Ambiental.

Adicionalmente, dentro de los compromisos más importantes para la empresa está la responsabilidad social, aspecto que se planea y ejecuta ardua y permanentemente.

La investigación es otro punto importante que está en proceso de crecimiento y abarca todas las áreas de la empresa.

### **2.11.1 Reseña Histórica**

Los asociados con que cuenta la cooperativa recibe la planta y el predio sin contar con apoyo económico para desarrollar la actividad productiva de la Cooperativa, se requería dinero para las inversiones inmediatas tales como la compra de insumos, herramientas, así como las labores de mantenimiento del cultivo. Con mucho esfuerzo y conforme a sus capacidades con recursos propios sus asociados fueron cubriendo las necesidades más prioritarias, situación que fue una constante durante 15 años de existencia. En marzo del 2006 La Cooperativa da un giro organizacional a través de la implementación de nuevas políticas para obtención de recursos financieros que permitieron realizar inversiones importantes en el mejoramiento y modernización de los equipos de la planta extractora, la renovación del cultivo recibido y en última instancia la puesta en funcionamiento de una planta de producción de biodiesel a partir de aceite crudo de palma.

### **2.11.2 Misión**

1. En el aspecto social está la satisfacción de las necesidades básicas de sus asociados y de la comunidad que hace parte del entorno de la planta extractora. Buscar el mejoramiento de la calidad de vida en lo social y económico de las familias de sus asociados y de su entorno. Generando desarrollo social y económica para la región.
2. En el aspecto empresarial, Satisfacer las necesidades de nuestros clientes, con cultivos de palma africana, producción de aceite crudo de palma africana, biodiesel y abonos orgánicos con excelente calidad, manteniendo relaciones comerciales estratégicas que

garanticen el posicionamiento de la empresa en el mercado local, nacional e internacional.

### 2.11.3 Visión

Para el año 2016 la Cooperativa Palmas Risaralda Ltda., será una empresa reconocida y competitiva de calidad; se logrará incursionar en el mercado nacional e internacional de la producción de aceite de palma; que conjuntamente con sus asociados, funcionarios y proveedores cumplan con las necesidades de los clientes, implemente nuevas tecnologías, aplique un sistema de control de calidad eficiente y desarrolle una gestión empresarial basada en el humanismo.

### 2.11.4 Planta extractora

Cooperativa Palmas Risaralda Ltda., cuenta dentro de su cadena productiva de aceite de palma con una planta de beneficio primario con capacidad para 10 TON RFF/ HORA, con proyecciones de ampliación a 20 TON RFF/HORA, en donde se integran todas las etapas necesarias para la extracción de aceite crudo, como producto principal y la obtención de almendra, como subproducto.

En dichas etapas se controlan todas las variables operativas necesarias (presión, temperatura, tiempo de retención, etc.) para entregar un producto en excelentes condiciones a nuestros clientes a nivel nacional e internacional, garantizando un proceso eficiente y competitivo.

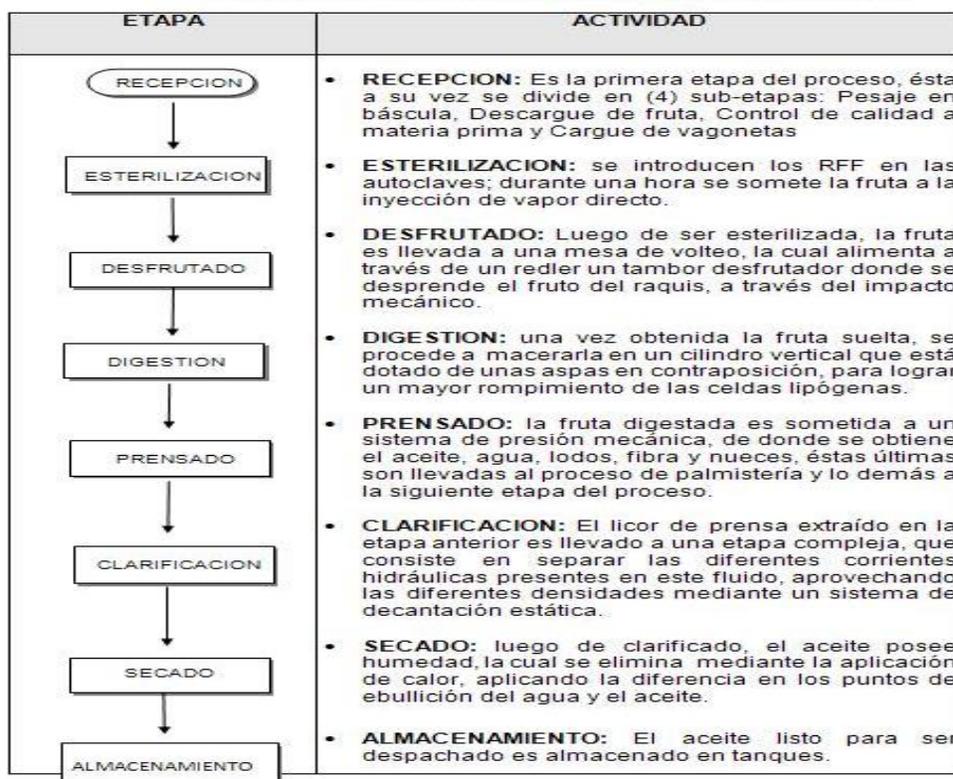


Imagen 2 Etapas de proceso de extracción de aceite. Fuente COOPAR

## **2.12 Norma ISA S5.1**

Esta norma establece de manera uniforme y estándar los medios de representación, la identificación y funciones propias de los instrumentos o dispositivos, sistemas de instrumentación utilizados para la medición, seguimiento y control, presentando un sistema de designación que incluye sistemas de identificación y símbolos gráficos. Esta norma tiene por objeto satisfacer los distintos procedimientos de los diversos usuarios que necesitan para identificar y representar gráficamente equipos de medición y control y sistemas. Estas diferencias se reconocen cuando son coherentes con los objetivos de esta norma, proporcionando símbolos de alternativas y métodos de identificación. Esta norma es conveniente para el uso en diferentes sectores de la industria, ya que esta requiere el uso de esquemas de sistemas de control, diagramas funcionales y esquemas eléctricos para describir la relación con el equipo de procesamiento y la funcionalidad de equipos de medida y control.[5]

### **2.12.1 Diagramas de instrumentación P&ID**

Se denomina diagrama P&ID (Piping and instrumentación Diagram) o Diagrama de instrumentación y canalizaciones de la planta, al esquema donde se registra toda la instrumentación sobre un diagrama de flujo de proceso. Permiten asociar a cada elemento de medición y/o control un código al que comúnmente se denomina "tag" del instrumento. Los símbolos y nomenclatura que se utilizan en los diagramas de instrumentación están desarrollados en diversos estándares. Una norma muy difundida a nivel mundial son las publicadas por ISA (Instrument Society of América), en particular la S5.1. Los sistemas de control de procesos se representan en diagramas de tuberías e instrumentos (P&ID) utilizando símbolos normalizados. Se representan: instrumentación, tuberías, bombas, motores y otros elementos auxiliares. Los instrumentos del lazo de control se representan por un círculo con las letras de designación del instrumento, así como el número identificativo del lazo de control al que pertenecen (Norma ISA-S5.1).[5]

## **2.13 Metodología**

Dada la problemática que se tenía en los mantenimientos de los motores eléctricos y tableros eléctricos y a la necesidad de prolongar su funcionamiento, se establecieron pautas determinadas para contribuir en el diseño y desarrollo del plan de mantenimiento, estas pautas o actividades fueron:

### **2.13.1 Familiarización con la planta extractora y equipos de producción**

Conocer de primera mano con los equipos que se va a utilizar es un factor importante ya que tener contacto con ellos es fundamental para conocer cómo funciona, qué papel desempeña, su área de operación, factores importantes a la hora de establecer acciones que contribuyan a su mantenimiento.

### **2.13.2 Levantamiento de información y elaboración de hojas de vida**

Dado que se llevaba una información algo pobre de motores y que no se contaba con unas hojas de vida de mantenimiento, se realizó una actualización de la información de los motores, donde se verificó motor por motor su información técnica, de los cuales el 70% no se contaba con chapa y los datos

vinculados al equipo fueron aproximaciones al valor real proporcionados por el técnico eléctrico, cerca de los 60 motores y 11 tablero se le elaboro su respectiva hoja de vida.

### 2.13.3 Levantamiento de planos P&ID de la caldera

Una vez conocido en gran medida el funcionamiento de los procesos de producción de los equipos que intervienen se centra en el área de la caldera para mirar en más detalle los elementos que lo componen para el diseño del plano P&ID eléctrico del área de la caldera en el cual gracias a la ayuda del técnico eléctrico se logra el óptimo levantamiento de la información para hacer el diseño en AutoCAD los cuales se dividieron en dos planos

### 2.13.4 Criticidad de equipos de produccion

En base al poco historial que se tiene sobre los mantenimientos que se les han hecho a los equipos se hizo una recopilación de los reportes de trabajo para establecer los niveles de criticidad de estos equipos esto con el fin de establecer que tan críticos son estos equipos en caso de fallas.

### 2.13.5 Calculo de criticidad:

Para establecer en nivel de criticidad de un equipo se calcula a partir de las frecuencias de fallo reportados utilizando la fórmula:

$$C = (IO \times FO) + CM + SHA \quad (1)$$

Donde,

FF=frecuencia de fallos

IO=Impacto operacional

FO=Flexibilidad operacional

CM=Costes de mantenimiento

SHA= Seguridad, Higiene y ambiente

C= Consecuencia

Con relación a la consecuencia y los fallos se calcula la criticidad del equipo

$$CTR = FF \times C \quad (2)$$

Donde,

CTR= Criticidad

FF= Frecuencia de fallos

C= Consecuencia

### 2.13.6 Parámetros para la criticidad

Para establecer la criticidad de un equipo se hace en relación a parámetros cuantitativos que asigna una puntuación respecto a los alcances que se tendría respecto a si falla el equipo

<b>frecuencia de fallos (FF)</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	
	frecuente: mayor a 2 eventos al año	Promedio: 1 y 2 eventos al año	Bueno: entre 0,5 y un evento al año	Excelente: menos de 0,5 eventos al año	
<b>Impacto operacional</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
	Pérdidas de producción superiores al 75%	Pérdidas de producción entre el 50% y el 74%	Pérdidas de producción entre el 25% y el 49%	Paridas de producción entre el 10% y 24%	Pérdidas de producción menor al 10%
<b>Flexibilidad operacional (FO)</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		
	No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logísticas es muy grandes	Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempo de reparación y logísticas intermedios	Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos y reparaciones y logísticas pequeños		
<b>Costes de mantenimiento (CM)</b>	<b>2</b>	<b>1</b>			
	Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a	Coste reparación, materiales y manos de obra inferiores a			
<b>Seguridad, Higiene y ambiente (SHA)</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	
	Riesgos alto de perdida de vida, daños graves a la salud del personal y/o incidente ambiental mayor que exceden los límites permitidos	Riesgo medio de perdida de vida, daños importantes a la salud y/o incidente ambiental de difícil restauración	Riesgo mínimo de perdida de vida y afección a la salud(Recuperable en corto plazo) y/o incidente ambiental menor(controlable), derrames fáciles de contener y fugas repetitivas.	No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños ambientales	

Tabla 1 Parámetros de criticidad [6]

## 3.

---

# Resultados

---

3.1	Planos P&ID área de la caldera .....	32
3.2	Criticidad de equipos.....	34
3.3	Plan de Mantenimiento Eléctrico y Electrónico .....	35
3.3.1	Políticas de Mantenimiento Eléctrico.....	35
3.3.2	Organigrama Plan de mantenimiento .....	36
3.3.3	Protocolos de Mantenimiento .....	37
3.3.3.1	Motores.....	37
3.3.3.1.1	Inspecciones:.....	37
3.3.3.1.1.1	Inspección visual:.....	37
3.3.3.1.1.2	Inspección bornera: .....	37
3.3.3.1.1.3	Inspección de impulsor: .....	37
3.3.3.1.1.4	Inspección de consumo: .....	37
3.3.3.1.1.5	Inspección de voluta: .....	38
3.3.3.1.1.6	Inspección de correas:.....	38
3.3.3.1.2	Cambios: .....	38
3.3.3.1.2.1	Cambio impulsor:.....	38
3.3.3.1.2.2	Cambio voluta: .....	38
3.3.3.1.2.3	Cambio rodamientos:.....	39
3.3.3.1.2.4	Cambio correa: .....	39
3.3.3.1.3	Limpieza: .....	39
3.3.3.2	Tablero .....	39
3.3.3.2.1	Inspección: .....	39
3.3.3.2.1.1	Inspección de pulsadores e indicadores .....	40
3.3.3.2.1.2	Inspección de cableado: .....	40
3.3.3.2.1.3	Inspección de protección: .....	40
3.3.3.2.2	Ajustes:.....	40
3.3.3.2.2.1	Ajustar las conexiones y borneras: .....	40
3.3.3.2.2.2	Ajustar relés térmicos: .....	40
3.3.3.2.3	Limpieza: .....	40
3.3.4	Codificación de Equipos .....	41
3.3.5	Tabla frecuencial de mantenimientos .....	44
3.3.6	Cronograma de Mantenimientos .....	46
3.3.7	Tabla de repuestos .....	53

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO PARA LA EMPRESA COOPAR**

3.3.8	Formatos .....	56
3.3.8.1	Orden de Trabajo.....	56
3.3.8.2	Reporte de Mantenimiento .....	57
3.3.8.3	Hoja de vida de equipos .....	58
3.3.8.3.1	Motores.....	58
3.3.8.3.2	Tableros:.....	59
3.3.9	Implementación plan de mantenimiento en el GMAO .....	59
3.3.9.1	Configuración inicial.....	59
3.3.9.2	Protocolos de mantenimientos.....	62
3.3.9.3	Plan de mantenimiento .....	63
3.3.9.4	Ordenes de trabajo preventivos.....	63
3.3.9.5	Avisos .....	65
3.3.9.6	Repuestos .....	66
3.4	Validacion del plan de mantenimiento.....	66
3.4.1	Analisis económico.....	66
3.4.2	Análisis economico de perdidas por fallos.....	68

### 3.1 Planos P&ID área de la caldera

Teniendo en cuenta la normativa ISA S5 y de la información recopilada del área de la caldera se dividen en dos planos, caldera y tanque caldera para ver en detalle los planos de acuerdo como se observa en el anexo C.

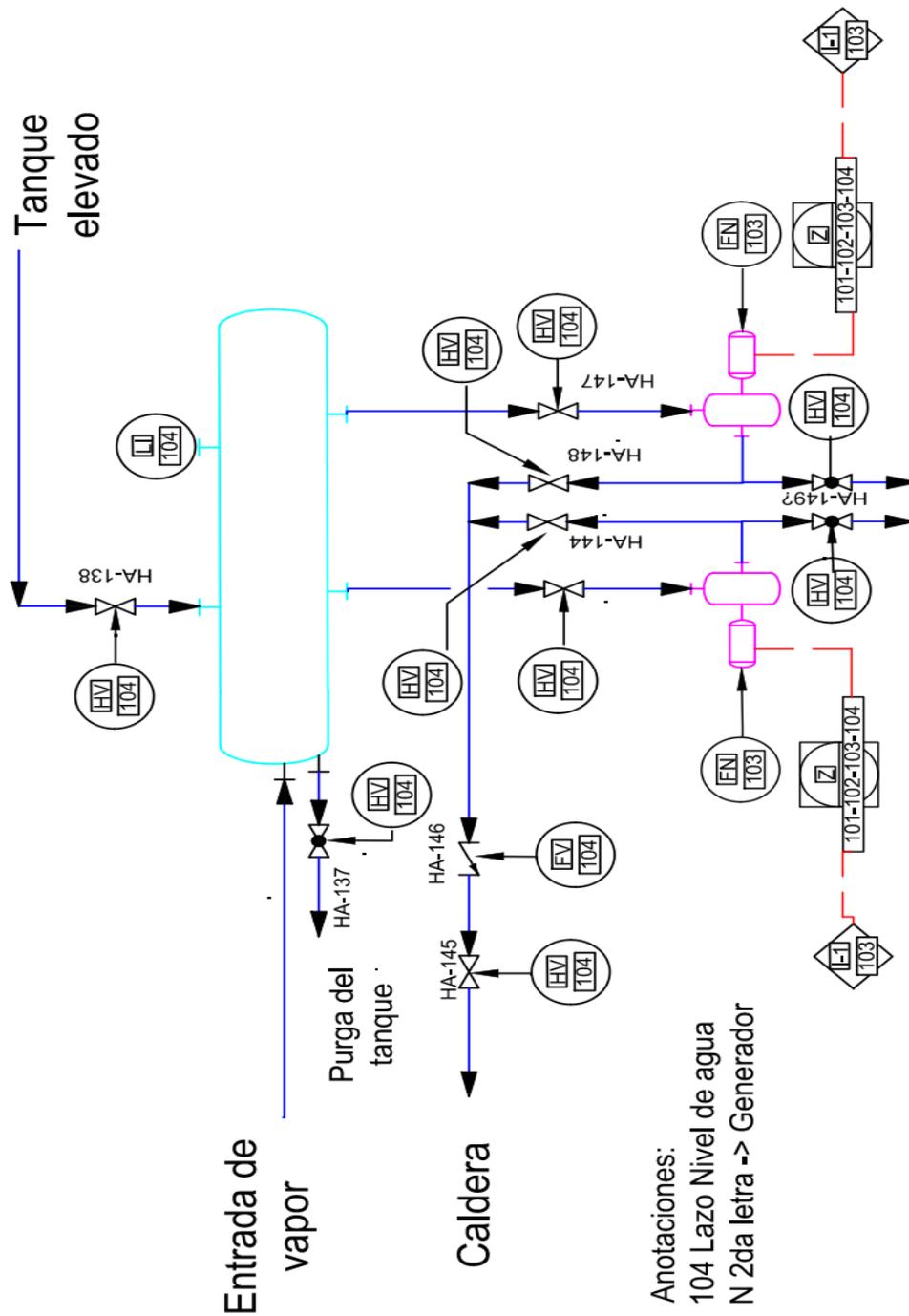


Imagen 3 Diagrama P&ID Tanque alimentador caldera Fuente COOPAR

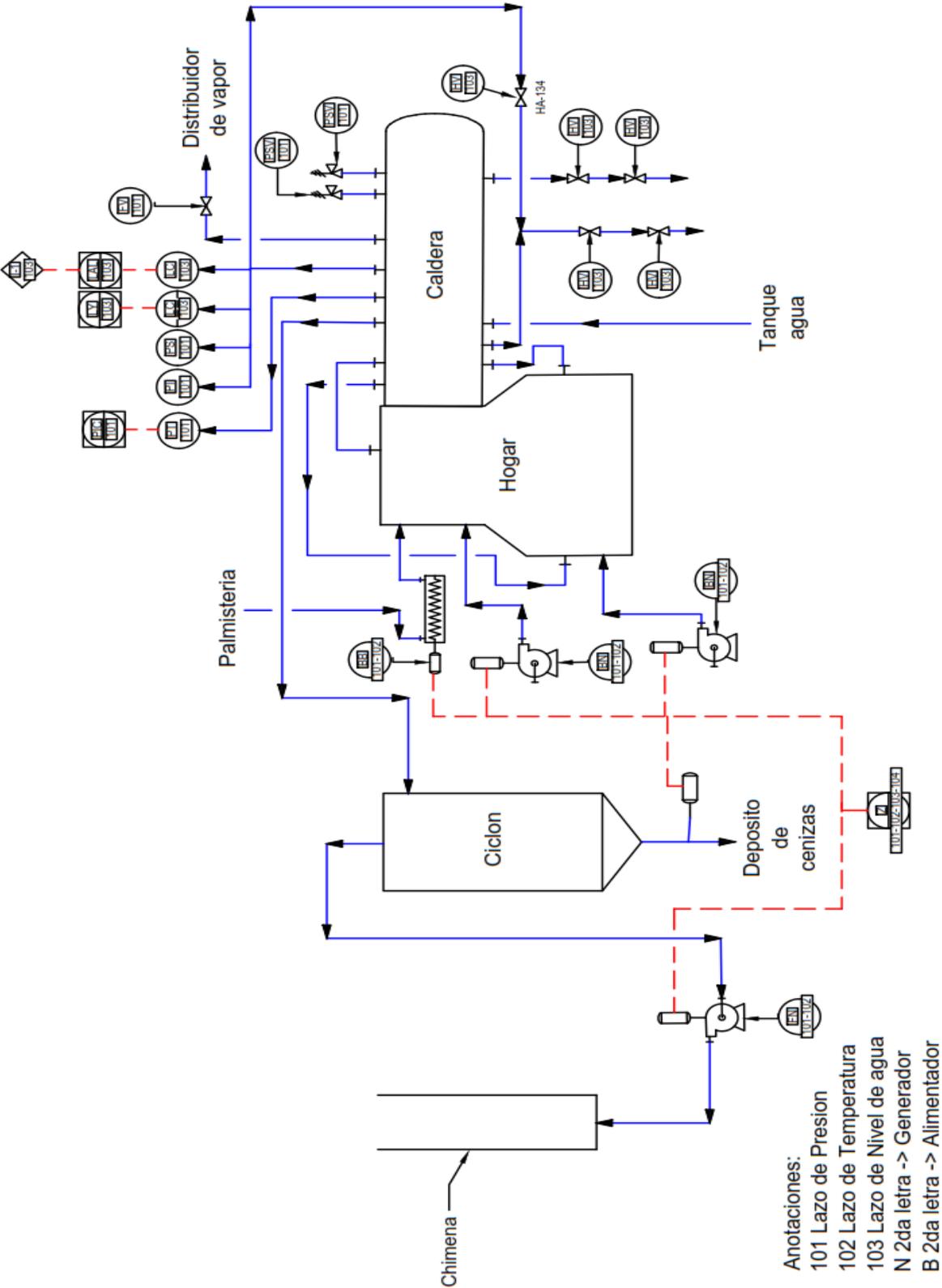


Imagen 4 Diagrama P&ID Caldera Fuente: Autor

### 3.2 Criticidad de equipos

Con base al registro de reporte de mantenimientos recopilados (historial único de 6 meses) del anexo D, se estableció la criticidad de los equipos eléctricos en los cuales de acuerdo a los parámetros establecidos.

EQUIPO / PARAMETROS	FF	IO	FO	CM	SHA	C	CTR
BOMBA CARCAMO 1	3	1	2	1	3	6	18
CENTRIFUGA 1	1	3	2	2	1	9	9
CENTRIFUGA 2	2	3	2	2	1	9	18
CONTRA INCENDIOS	1	1	3	1	1	5	5
DESFRUTADOR	1	5	3	2	1	18	18
DIGESTOR 1	1	4	2	2	2	12	12
DIGESTOR 2	1	4	2	2	2	12	12
EXCLUSA CENIZA	1	1	2	1	3	6	6
BOMBA LODOS	2	2	1	2	2	6	12
BOMBA CARCAMO 2	1	1	2	1	3	6	6
PRECLARIFICACION	3	3	2	2	1	8	24
MOTOBOMBA 1	1	3	2	2	3	11	11
MOTOBOMBA 2	1	3	2	2	3	11	11
MOTOBOMBA POZO 1	1	4	2	2	2	12	12
PRENSA 2	2	4	2	2	2	12	24
ROMPE TORTA	2	5	3	2	2	19	38
T. FORZADO	2	5	2	2	4	16	32
T. INDUCIDO	3	5	3	2	3	20	60
TAMIZ 1	4	3	2	1	1	8	32
TAMIZ 2	2	3	2	1	1	8	16
VENTILADOR CASCARILLA	1	1	2	1	1	4	4
VENTILADOR FIBRA	2	2	2	2	1	7	14

Tabla 2 Criticidad de equipos

Donde,

FF=frecuencia de fallos

IO=Impacto operacional

FO=Flexibilidad operacional

CM=Costes de mantenimiento

SHA= Seguridad, Higiene y ambiente

C= Consecuencia

CTR= Criticidad

Dado que son equipos más usados y a los que se le ha realizado mantenimientos correctivos esta criticidad es base para establecer el plan de mantenimiento general.

### **3.3 Plan de Mantenimiento Eléctrico y Electrónico**

Con el fin de estructurar el plan de mantenimiento se diseña una modelo guía para que la empresa desarrolle un adecuado sistema de mantenimiento con el propósito de mantener una adecuada gestión, por ello se diseñó a partir de la tabla 2 como base para el siguiente plan de mantenimiento ya que me brinda soporte histórico de falla de esos equipos y se toma como estimación a otros equipos similares.

#### **3.3.1 Políticas de Mantenimiento Eléctrico**

El Plan De Mantenimiento Preventivo Eléctrico y Electrónico de Cooperativa Palmas Risaraldas Ltda. se rige a partir de la sostenibilidad y confiabilidad del equipo eléctrico y electrónico para prolongar su funcionamiento, las políticas que se deben tener presente para la ejecución de este plan de mantenimiento son:

- La supervisión y ejecución del plan de mantenimiento debe estar a cargo del Jefe de mantenimiento o Director de planta en caso de ausencia del primero.
- Para un óptimo funcionamiento del plan de mantenimiento el ejecutor debe llevar las pautas adecuadas para la ejecución del mismo, de igual forma realizar una retroalimentación del plan respecto al comportamiento de los equipos para una posible modificación a mantenimientos programados.
- El ejecutor del plan de mantenimiento debe gestionar y garantizar que existan los respectivos repuestos para los mantenimientos sea correctivos o programados.
- Todo trabajo de mantenimiento preventivo y/o correctivo debe ser solicitado a través de órdenes de trabajo para un control de seguimiento en el registro de mantenimientos.
- Las actividades de mantenimiento eléctrico solo deberán ser realizadas por el personal capacitado en el área para realizar dicha actividad.
- Se debe garantizar que el personal de mantenimiento tenga el equipo de protección y seguridad adecuado para la ejecución de las actividades, ya sea para trabajar con equipo energizado o sea el caso.
- Las manipulaciones de equipos eléctricos sea tableros eléctricos o motores eléctricos solo se debe hacer por parte del técnico eléctrico a cargo y no por ningún operario de la planta, esto garantiza el análisis de falla, la solución de la falla y el reporte de la falla.
- Se debe llevar registro adecuado y oportuno de los mantenimientos que se realizaron.
- Ante cualquier parada de mantenimiento no eléctrico en la planta y que amerite varias horas se puede adelantar las próximas fechas de mantenimiento eléctrico en el que es necesario que el proceso este parado para la intervención del equipo

### 3.3.2 Organigrama Plan de mantenimiento

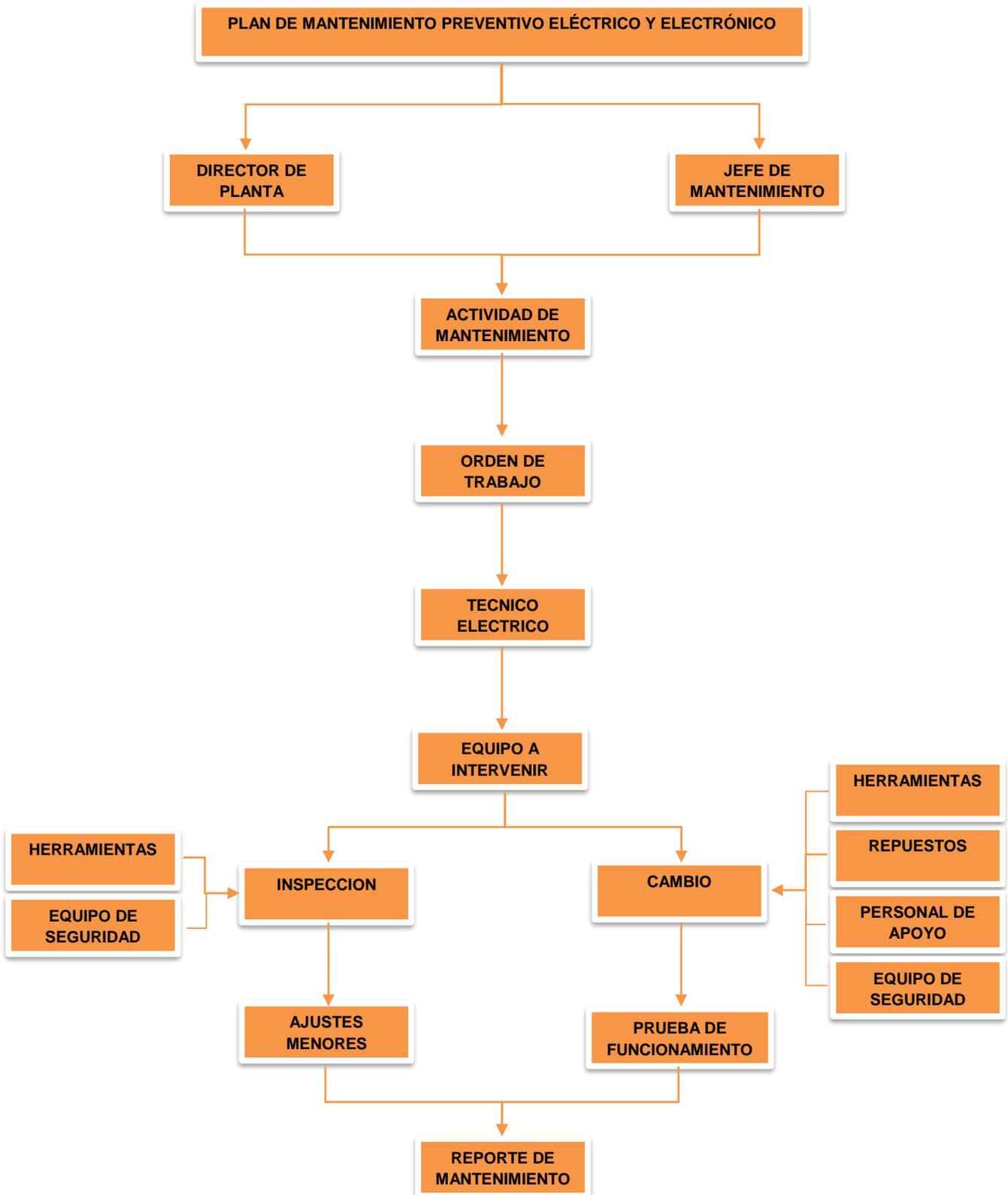


Imagen 5 Organigrama Plan de mantenimiento

### 3.3.3 Protocolos de Mantenimiento

Para un control adecuado del plan de mantenimiento se estipula el protocolo a seguir para garantizar su óptimo cumplimiento, para ello se describen los pasos que se deben seguir respecto a las actividades de mantenimiento.

#### 3.3.3.1 Motores

##### 3.3.3.1.1 Inspecciones:

El personal encargado debe corroborar como se encuentra el equipo y sus accesorios por eso es indispensable estar atento al funcionamiento, al estado y realizar un chequeo de ello para llevar un registro adecuado y hacer un diagnóstico para un próximo mantenimiento ante una anomalía, cualquier irregularidad o deterioro del equipo o accesorio se debe pasar el reporte correspondiente para gestionar el repuesto en caso de ser un accesorio.

Entre las inspecciones se encuentran:

##### 3.3.3.1.1.1 Inspección visual:

Se observa el comportamiento del motor, si tiene vibraciones, si se percibe ruido ajeno al funcionamiento propio del equipo, existencia de algún agente que pueda afectar al equipo.

**Tiempo estimado:** 3 min.

##### 3.3.3.1.1.2 Inspección bornera:

Se debe destapar la bornera y revisar las conexiones del motor estado del cableado si presenta sulfatación en el cableado.

**Tiempo estimado:** 3 min.

##### Herramientas necesarias:

- Destornillador de estría
- Destornillador de pala
- Alicata
- Llave 1/2
- Llave 9/16
- Guantes tipo Ingeniero

##### 3.3.3.1.1.3 Inspección de impulsor:

Para esta inspección se debe desmontar el motor de la caja impulsora, se quita la voluta y se comprueba el estado del impulso, si presenta desgaste por corrosión del aceite, lodo o agua, el equipo debe estar detenido.

**Tiempo estimado:** 7 min.

##### Herramientas necesarias:

- Llave 1/2
- Llave 9/16
- Guantes tipo Ingeniero

##### 3.3.3.1.1.4 Inspección de consumo:

Para esta inspección se debe solo basta tomar la pinza voltiamperimétrica y hacer medición en uno de los cables que sale ya sea del contactor o relé al motor

**Tiempo estimado:** 2 min.

##### Herramientas necesarias:

- Pinza Voltiamperimetrica

#### 3.3.3.1.1.5 Inspección de voluta:

Para esta inspección se debe desmontar el motor de la caja impulsora, se desmonta la voluta y se comprueba el estado, si presenta desgaste por corrosión del aceite, lodo o agua, el equipo debe estar detenido.

**Tiempo estimado:** 7 min.

**Herramientas necesarias:**

- Destornillador de estría
- Destornillador de pala
- Alicata
- Llave 1/2
- Llave 9/16

#### 3.3.3.1.1.6 Inspección de correas:

Verificar el estado de la correa, presencia de desgaste, pérdida de elasticidad, el equipo debe estar detenido.

**Tiempo estimado:** 1 min.

**Herramientas necesarias:**

#### 3.3.3.1.2 Cambios:

Se debe garantizar y gestionar que exista el repuesto en almacén para disminuir los tiempos de reparación del equipo y los tiempos de parada del mismo o de producción, de igual forma tener a disposición las herramientas adecuadas para hacer el cambio.

Los cambios a tener en consideración son:

##### 3.3.3.1.2.1 Cambio impulsor:

Presenta desgaste considerado en sus aspas y/o estructura, se debe tener presente el cambio del sello mecánico.

**Tiempo estimado:** 15 min.

**Herramientas necesarias:**

- Llave 1/2
- Llave 9/16
- Guantes tipo ingeniero

##### 3.3.3.1.2.2 Cambio voluta:

Presenta desgaste considerable por la corrosión del fluido

**Tiempo estimado:** 15 min.

**Herramientas necesarias:**

- Llave 1/2
- Llave 9/16
- Guantes tipo ingeniero

### 3.3.3.1.2.3 Cambio rodamientos:

Se debe verificar el estado del rodamiento, para su cambio se debe usar el extractor de rodamientos para evitar daños en el eje del motor por técnicas y herramientas inapropiadas.

**Tiempo estimado:** 2 hrs

**Herramientas necesarias:**

- Destornillador de estría
- Destornillador de pala
- Alicata
- Llave 3/4
- Llave 1/2
- Llave 9/16
- Guantes tipo ingeniero
- Extractor de rodamientos
- Llave expansiva (según el motor)

### 3.3.3.1.2.4 Cambio correa:

Presenta desgaste, pérdida de elasticidad.

**Tiempo estimado:** 15 min.

**Herramientas necesarias:**

- Llave 3/4
- Llave 9/16
- Guantes tipo ingeniero
- Llave expansiva

### 3.3.3.1.3 Limpieza:

Mantener el exterior del motor libre de acumulación de capas de agente abrasivos o fibra que pueden generar el recalentamiento del motor, limpiar en lo posible y dejar despejada las rendijas de ventilación del estator y la canastilla del ventilador para que exista un flujo adecuado de aire. Esta limpieza se puede realizar con el motor encendido o apagado, de igual forma limpiar el ventilador del motor siempre y cuando el motor se encuentre apagado.

En caso de hacer reemplazo de un motor y se le hace mantenimiento en el taller se recomienda hacer una limpieza en el interior del mismo usando ACPM para eliminar cualquier suciedad interna del motor, teniendo cuidado con los bobinados y secar completamente con sopladora.

**Tiempo estimado:** 10 min.

**Herramientas necesarias:**

- Destornillador de estría
- Destornillador de pala
- Trapo
- Desengrasante
- Brocha o cepillo

### 3.3.3.2 Tablero

Solo el personal eléctrico está en la facultad de hacer intervenir en los tableros, para las intervenciones de modificación y/o inspecciones es de gran importancia tener los planos eléctricos con la finalidad de disminuir los tiempos de intervención en mantenimientos correctivos o preventivos

#### 3.3.3.2.1 Inspección:

Las inspecciones referentes a los tableros se postulan:

### 3.3.3.2.1.1 Inspección de pulsadores e indicadores

Se revisa si están en funcionamiento y en buen estado, en caso de deterioro o falla realizar su respectivo cambio.

### 3.3.3.2.1.2 Inspección de cableado:

Revisar si no presenta deterioro del encauchetado como también sulfatación, que no se encuentre partido el cable.

### 3.3.3.2.1.3 Inspección de protección:

Revisar si se encuentran en buen estado si conmutan adecuadamente si no presenta sobrecalentamiento.

**Tiempo estimado:** 15 min.

#### Herramientas necesarias:

- Destornillador de estría
- Destornillador de pala
- Guantes tipo ingeniero
- Guantes de goma aislante

### 3.3.3.2.2 Ajustes:

#### 3.3.3.2.2.1 Ajustar las conexiones y borneras:

Evitar falso contactos.

**Tiempo estimado:** 30 min.

#### Herramientas necesarias:

- Destornillador de estría
- Destornillador de pala
- Guantes tipo ingeniero
- Guantes de goma aislante
- Llaves Bristol

#### 3.3.3.2.2.2 Ajustar relés térmicos:

Con base a la inspección de consumo reajustar en la escala de protección adecuada para el motor correspondiente si este lo amerita.

**Tiempo estimado:** 30 min.

#### Herramientas necesarias:

- Destornillador de estría
- Destornillador de pala
- Guantes tipo ingeniero
- Guantes de goma aislante
- Llaves Bristol

### 3.3.3.2.3 Limpieza:

La limpieza de los tableros se debe ser cuidadoso al trabajar en caliente, no usar herramientas conductoras, se debe realizar con sopladora para eliminar polvo, tela araña, en caso de evidenciar acumulación de grasa se usa cepillo o brocha con un poco de desengrasante

teniendo cuidado de no tocar barrajes y posterior pasar de nuevo sopladora para no dejar puntos húmedos.

**Tiempo estimado:** 2 hrs.

**Herramientas necesarias:**

- Destornillador de estría
- Destornillador de pala
- Trapo
- Desengrasante
- Brocha o cepillo
- Guantes tipo ingeniero
- Guantes de goma aislante
- Sopladora

### 3.3.4 Codificación de Equipos

La codificación de los equipos de la planta está basada en la estructura jerárquica que maneja el software Renovefree en la cual se establecen niveles o eslabones relacionados, esta codificación se maneja de la siguiente forma:

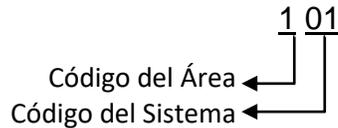
#### Área

Código área: Se asigna con respecto al número áreas que maneja la planta



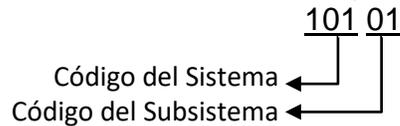
#### Sistema

Código sistema: Se relación con el área



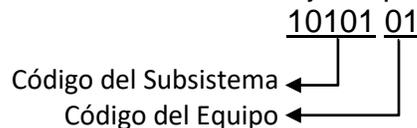
#### Subsistema

Código subsistema: Se relaciona el sistema al que pertenece



#### Equipo

Código equipo: Relaciona toda la estructura jerárquica



	<b>COOPERATIVA PALMAS RISARALDA LTDA.</b>							
	<b>CODIFICACIÓN DE EQUIPOS ELECTRICOS</b>						<b>VERSION: 1.0</b>	

COD CENTRO	CENTRO	COD AREA	AREA	COD SISTEMA	SISTEMA	COD SUBSISTEMA	SUBSISTEMA	COD EQUIPO	EQUIPO				
1	COOPAR	1	ESTERILIZACION	101	ESTERILIZACION	10101	TANQUE	1010101	MOTOBOMBA # 1				
								1010102	MOTOBOMBA # 2				
							10102	CALDERA	1010201	TIRO FORZADO			
									1010202	TIRO INDUCIDO			
									1010203	TORNILLO SIN FIN CALDERA 1			
				1010204		TORNILLO SIN FIN CALDERA 2							
				1010205		TORNILLO SIN FIN ZORRA							
				10103		AUTOCLAVES	1010301	WINCHER					
							102	TABLERO	10201	TABLERO CALDERA			
									10202	TABLERO AUXILIAR			
		20101	MESA DE VOLTEO		2010101		MESA DE VOLTEO						
					2010102		TABLERO AUXILIAR						
		2	DESFRUTADO	201	DESFRUTADOR	20102	DESFRUTADO	2010201	ELEVADOR DE FRUTA	2010201	ELEVADOR DE FRUTA		
										2010202	TAMBOR DESFRUTADOR		
										2010203	REDLER DE RAQUIS		
										2010204	TORNILLO SIN FIN BAJO		
										2010205	ELEVADOR DE CANGLIONES		
				202		TABLERO	20201	TABLERO					
							2020101	TABLERO DESFRUTADO					
							30101	DIGESTION					
							30102	PRENSADO	3010201	PRENSA # 1			
									3010202	PRENSA # 2			
		3010203	UNIDAD HIDRAÚLICA # 1										
		3010204	UNIDAD HIDRAÚLICA # 2										
		3010205	ROMPEDOR DE TORTA										
		302	TABLERO	30201	TABLERO								
		4	PALMISTERIA	401	PALMISTERIA	40101	NUEZ	4010101	ELEVADOR DE NUEZ	4010101	ELEVADOR DE NUEZ		
										4010102	TAMBOR CLASIFICADOR		
										40102	TRITURACION	4010201	TRITURADOR DE NUEZ # 1
												4010202	TRITURADOR DE NUEZ # 2
												4010203	TORNILLO SIN FIN BAJO REPPERS
				40103		ALMENDRA	4010301	ELEVADOR DE ALMENDRA					
4010302	VENTILADOR SILO ALMENDRA												
40104	FIBRA			4010401		VENTILADOR DE FIBRA							
				4010402		VÁLVULA ESCLUSA FIBRA							
40105	CASCARILLA			4010501		VÁLVULA CASCARILLA # 1							
				4010502		VENTILADOR CASCARILLA							
				4010503		VÁLVULA CASCARILLA # 2							
402	TABLERO			40201		TABLERO							
4020101	TABLERO PALMISTERIA												

Imagen 6 Codificación de equipos 1era parte. Fuente: COOPAR

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO PARA LA EMPRESA COOPAR**

	<b>COOPERATIVA PALMAS RISARALDA LTDA.</b>	
	<b>CODIFICACIÓN DE EQUIPOS ELECTRICOS</b>	<b>VERSION: 1.0</b>

COD CENTRO	CENTRO	COD AREA	AREA	COD SISTEMA	SISTEMA	COD SUBSISTEMA	SUBSISTEMA	COD EQUIPO	EQUIPO		
1	COOPAR	5	PRE-CLARIFICACION	501	PRE-CLARIFICACION	50101	CARCAMO	5010101	BOMBA CÁRCAMOS # 1		
						50102		5010102	BOMBA CÁRCAMOS # 2		
						50102	TAMIZ	5010201	BOMBA TAMIZ CIRCULAR		
								5010202	TAMIZ CIRCULAR		
				5010203	BOMBA TANQUE PRE						
		502	TABLERO	50201	TABLERO	5020101	TABLERO PRE-CLARIFICACIÓN				
				5020102	TABLERO DE CARCAMO						
		6	CLARIFICACION	601	CLARIFICACION	60101	CLARIFICACION	60101	CLARIFICACION	6010101	BOMBA AGUA # 1
										6010102	BOMBA PRESIÓN
										6010103	TAMIZ RECTANGULAR
										6010104	BOMBA TAMIZ RECTANGULAR
										6010105	MOTOR BATIDOR ACEITE
										6010106	FILTRO CEPILLO # 2
										6010107	CENTRÍFUGA # 1
										6010108	CENTRÍFUGA # 2
										6010109	BOMBA TANQUE SECADOR
		602	TABLERO	60201	TABLERO	6020101	TABLERO CLARIFICACIÓN				
		7	FLORENTINOS	701	FLORENTINO	70101	BOMBAS	70101	BOMBAS	7010101	BOMBA DE AGUA
										7010102	BOMBA LODOS
		702	TABLERO	70201	TABLERO	70201	TABLERO	7020101	TABLERO	7020101	TABLERO FLORENTINO
										801	BOMBEO
		802	TABLERO	80201	TABLERO	80201	TABLERO	8020101	TABLERO	8020101	TABLERO BOMBEO POZO
										901	INCENDIOS
		902	TABLERO	90201	TABLERO	9020101	TABLERO RED CONTRA INCENDIOS				
								1001	CARGUE	100101	CARGUE
1002	TABLERO	100201	TABLERO	10020101	TABLERO CARGUE						
						1101	TABLEROS	110101	TABLEROS	11010101	TABLERO DE TRANSFERENCIA
11010102	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN										
		11010103	TABLERO CONDENSADORES								
11020101	VARIADORES	110201	VARIADORES	11020101	VARIADOR PRENSA 1						
					11020102	VARIADOR PRENSA 2					
12010101	TALLER	1201	TALLER	120101	TALLER	120101	TALLER	12010101	MOTOR 1		
								12010102	MOTOR 2		
								12010103	MOTOR 3		
								12010104	MOTOR 4		
								12010105	MOTOR 5		
								12010106	MOTOR 6		
								12010107	MOTOR 7		
								12010108	MOTOR 8		
								12010109	MOTOR 9		
								12010110	MOTOR 10		
								12010111	MOTOR 11		
								12010112	MOTOR 12		
								12010113	MOTOR 13		

Imagen 7 Codificación de equipos 2da parte. Fuente COOPAR

### 3.3.5 Tabla frecuencial de mantenimientos

Dada las condiciones de los equipos se hace una estimación a partir del registro del anexo C y de la criticidad de los equipos que se obtuvo en la tabla 2, a partir de ello se estipulan las frecuencias de mantenimiento iniciales

COOPERATIVA PALMAS RISARALDA LTDA.													
TABLA FRECUENCIAL DE MANTENIMIENTOS MOTORES ELECTRICOS													
Lectura: Semanal → <span style="background-color: yellow;">■</span> Quincenal → <span style="background-color: red;">■</span> Mensual → <span style="background-color: purple;">■</span> Bimestral → <span style="background-color: orange;">■</span> Trimestral → <span style="background-color: cyan;">■</span> Semestral → <span style="background-color: green;">■</span> Anual → <span style="background-color: blue;">■</span>													
Area	Código	Motor	Inspección de impulsor y voluta	Inspección de bombas	Inspección de funcionamiento	Inspección de correas	Inspección de consumo	Inspección pintural	Limpieza exterior	Cambio de impulsor	Cambio de voluta	Cambio de correa	Cambio de rodamientos
Caldera	1010101	Motobomba # 1	/										
	1010102	Motobomba # 2	/										
	1010201	Tiro forzado	/										
	1010202	Tiro inducido	/										
	1010203	Tornillo sin fin caldera 1	/										
	1010204	Tornillo sin fin caldera2	/										
	1010205	Tornillo sin fin zorra	/										
	1010206	Valvula exclusiva ceniza	/										
1010207	Ventilador de fibra	/											
1010301	Wincher	/											
Área de volteo	2010101	Mesa de volteo	/										
	2010201	Elevador de fruta	/										
	2010202	Tambor desfrutador	/										
	2010203	Redler de raquis	/										
	2010204	Tornillo sin fin bajo	/										
	2010205	Elevador de canglijones	/										
	2010206	Sin fin digestores	/										
2010207	Sin fin murrio	/											

Imagen 8 Tabla frecuencial de mantenimiento motores eléctricos 1era parte

Digestión y prensado	3010101	Digestor # 1	/										
	3010102	Digestor # 2	/										
	3010201	Prensa # 1	/										
	3010202	Prensa # 2	/										
	3010203	Unidad hidráulica # 1	/										
	3010204	Unidad hidráulica # 2	/										
3010205	Rompedor de torta	/											
Palmistería	4010101	Elevador de nuez	/										
	4010102	Tambor clasificador	/										
	4010201	Triturador de nuez # 1	/										
	4010202	Triturador de nuez # 2	/										
	4010203	Tornillo sin fin bajo reppers	/										
	4010301	Elevador de almendra	/										
	4010302	Ventilador silo almendra	/										
	4010401	Ventilador de fibra	/										
	4010402	Válvula esclusa fibra	/										
	4010501	Válvula cascarilla # 1	/										
4010502	Ventilador cascarilla	/											
4010503	Válvula cascarilla # 2	/											
Pre-clarificación	5010101	Bomba cárcamos # 1											
	5010102	Bomba cárcamos # 2											
	5010201	Bomba tamiz circular											
	5010202	Tamiz Circular											
	5010203	Bomba tanque pre											

Imagen 9 Tabla frecuencial de mantenimientos motores eléctricos 2da parte

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO PARA LA EMPRESA COOPAR**

Clarificación	6010101	Bomba agua # 1				/							
	6010102	Bomba presión	/			/					/	/	/
	6010103	Tamiz rectangular	/								/	/	/
	6010104	Bomba tamiz rectangular	/			/					/	/	/
	6010105	Motor batidor aceite	/								/	/	/
	6010106	Filtro cepillo # 2	/			/					/	/	/
	6010107	Centrífuga # 1	/								/	/	/
	6010108	Centrífuga # 2	/								/	/	/
	6010109	Bomba tanque secador				/					/	/	/
Florentinos	7010101	Bomba de agua				/					/	/	/
	7010102	Bomba lodos				/					/	/	/
Bombeo	8010102	bomba pozo # 1				/					/	/	/
	8010103	bomba pozo # 2				/					/	/	/
Red contra incendios	9010101	Red contra incendios				/					/	/	/
Cargue	10010101	Bomba de cargue	/			/					/	/	/

Imagen 10 Tabla frecuencial mantenimiento de motores eléctricos 3era parte

		COOPERATIVA PALMAS RISARALDA LTDA					
		TABLA FRECUENCIAL DE MANTENIMIENTOS TABLEROS ELECTRICOS					
		Lectura: Semanal → Quincenal → Mensual → Bimestral → Trimestral →					
Area	Código	Tablero	Limpeza	Inspección de pulsadores e indicadores	Inspección de cableado	Inspección de protección	Ajustes de conexiones, borneras.
Esterilización	1020101	TABLERO CALDERA					
	1020102	TABLERO AUXILIAR					
Desfrutado	2020101	TABLERO DESFRUTADO					
Digestión y prensado	3020101	TABLERO DIGESTIÓN					
Palmisteria	4020101	TABLERO PALMISTERIA					
Pre-clarificación	5020101	TABLERO PRE-CLARIFICACIÓN					
Clarificación	6020101	TABLERO CLARIFICACIÓN					
Florentinos	7020101	TABLERO FLORENTINO					
Bombeo	8020101	TABLERO BOMBEO POZO					
Red contra incendios	9020101	TABLERO RED CONTRA INCENDIOS					
Cargue	10020101	TABLERO CARGUE					
Subestación	11010101	TABLERO DE TRANSFERENCIA					
	11010102	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN					
	11010103	TABLERO CONDENSADORES					
	11020101	VARIADOR PRENSA 1					
	11020102	VARIADOR PRENSA 2					

Imagen 11 Tabla frecuencial de mantenimientos de tableros eléctricos





DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO PARA LA EMPRESA COOPAR

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELECTRICO Y ELECTRONICO ANUAL												VERSION: 1.0						
		Frecuencia	Semanal	Mensual	Bimestral		Trimestral		Semestral		Anual		MARZO	FEBRERO	MARZO					
					→ M →	→ B →	→ T →	→ S →	→ S →	→ A →										
AREA	CODIGO	EQUIPO	QUINCENAL	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO				
Digestión y prensado	130101	Digestor # 1	PREC	S	Q	M	SN	M	SN	M	SN	M	SN	M	SN	M	SN			
			Comprobación de rodamientos																	
			limpieza exterior																	
			Revisión borneras																	
			Inspección visual																	
			Inspección de correas																	
			Cambio correa																	
			Inspección de consumo																	
			Inspección pitultral																	
			Comprobación de rodamientos																	
			limpieza exterior																	
			Revisión borneras																	
	Inspección visual																			
	Inspección de correas																			
	Cambio correa																			
	Inspección de consumo																			
	Inspección pitultral																			
	Comprobación de rodamientos																			
	limpieza exterior																			
	Revisión borneras																			
	Inspección visual																			
	Inspección de consumo																			
	Inspección pitultral																			
	Comprobación de rodamientos																			
limpieza exterior																				
Revisión borneras																				
Inspección visual																				
Inspección de consumo																				
Inspección pitultral																				
Comprobación de rodamientos																				
limpieza exterior																				
Revisión borneras																				
Inspección visual																				
Inspección de consumo																				
Inspección pitultral																				
Comprobación de rodamientos																				
limpieza exterior																				
Revisión borneras																				
Inspección visual																				
Inspección de consumo																				
Inspección pitultral																				
Comprobación de rodamientos																				
limpieza exterior																				
Revisión borneras																				
Inspección visual																				
Inspección de consumo																				
Inspección pitultral																				
Comprobación de rodamientos																				
limpieza exterior																				
Revisión borneras																				
Inspección visual																				
Inspección de consumo																				
Inspección pitultral																				
Comprobación de rodamientos																				
limpieza exterior																				
Revisión borneras																				
Inspección visual																				
Inspección de consumo																				
Inspección pitultral																				
Comprobación de rodamientos																				
limpieza exterior																				
Revisión borneras																				
Inspección visual																				
Inspección de consumo																				
Inspección pitultral																				
Comprobación de rodamientos																				
limpieza exterior																				
Revisión borneras																				
Inspección visual																				
Inspección de consumo																				
Inspección pitultral																				
Comprobación de rodamientos																				
limpieza exterior																				
Revisión borneras																				
Inspección visual																				
Inspección de consumo																				
Inspección pitultral																				
Comprobación de rodamientos																				
limpieza exterior																				
Revisión borneras																				
Inspección visual																				
Inspección de consumo																				
Inspección pitultral																				
Comprobación de rodamientos																				
limpieza exterior																				
Revisión borneras																				
Inspección visual																				
Inspección de consumo																				
Inspección pitultral																				
Comprobación de rodamientos																				
limpieza exterior																				
Revisión borneras																				
Inspección visual																				
Inspección de consumo																				
Inspección pitultral																				
Comprobación de rodamientos																				
limpieza exterior																				
Revisión borneras																				
Inspección visual																				
Inspección de consumo																				
Inspección pitultral																				
Comprobación de rodamientos																				
limpieza exterior																				
Revisión borneras																				
Inspección visual																				
Inspección de consumo																				
Inspección pitultral																				
Comprobación de rodamientos																				
limpieza exterior																				
Revisión borneras																				
Inspección visual																				
Inspección de consumo																				
Inspección pitultral																				
Comprobación de rodamientos																				
limpieza exterior																				

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO ANUAL												VERSION: 1.0								
AREA	CODIGO EQUIPO	ACTIVIDAD	Cuatrimestral			Semestral			Trimestral			Anual										
			MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO							
FREC	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4		
Palmistería	140-10101	Comprobación de rodamientos																				
		Inspección visual																				
		Revisión borneras																				
	140-10102	Inspección de consumo																				
		Inspección pituitural																				
		Inspección de rodamientos																				
	140-10201	Inspección de rodamientos																				
		Inspección de consumo																				
		Inspección pituitural																				
	140-10202	Inspección de rodamientos																				
		Inspección de consumo																				
		Inspección pituitural																				
140-10203	Inspección de rodamientos																					
	Inspección de consumo																					
	Inspección pituitural																					
140-10301	Inspección de rodamientos																					
	Inspección de consumo																					
	Inspección pituitural																					
140-10302	Inspección de rodamientos																					
	Inspección de consumo																					
	Inspección pituitural																					
140-10401	Inspección de rodamientos																					
	Inspección de consumo																					
	Inspección pituitural																					
140-10402	Inspección de rodamientos																					
	Inspección de consumo																					
	Inspección pituitural																					
140-10501	Inspección de rodamientos																					
	Inspección de consumo																					
	Inspección pituitural																					
140-10502	Inspección de rodamientos																					
	Inspección de consumo																					
	Inspección pituitural																					
140-10503	Inspección de rodamientos																					
	Inspección de consumo																					
	Inspección pituitural																					
140-20101	Inspección de rodamientos																					
	Inspección de consumo																					
	Inspección pituitural																					

Imagen 15 Cronograma anual del área de Palmistería

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO PARA LA EMPRESA COOPAR

		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO ANUAL												VERSION: 1.0							
AREA	CODIGO	EQUIPO	ACTIVIDAD	FREC	Cuincenal			Mensual			Trimestral			Semestral			Anual				
					MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO				
Pre-Clarificación	150101	Bomba cárcamos # 1	Revisión impulsor y voltia	SN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
			Cambio impulsor	Q	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			Cambio voltia	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Comprobación de rodamientos	S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			limpieza exterior	Q	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Revisión bornas	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	150102	Bomba cárcamos # 2	Inspección visual	SN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			Inspección de consumo	SN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			inspección pitural	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Revisión impulsor y voltia	SN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Cambio impulsor	Q	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			Cambio voltia	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15010201	Bomba tamiz circular	Comprobación de rodamientos	S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		limpieza exterior	Q	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Revisión bornas	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Inspección visual	SN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Inspección de consumo	SN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		inspección pitural	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
15010202	Tamiz Circular	Comprobación de rodamientos	S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		limpieza exterior	S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Revisión bornas	S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Inspección visual	S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Inspección de consumo	S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		inspección pitural	S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
15010203	Bomba tanque pre	Revisión impulsor y voltia	SN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		Cambio impulsor	Q	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Cambio voltia	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Comprobación de rodamientos	S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		limpieza exterior	Q	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Revisión bornas	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
15020101	Tablero	Inspección visual	SN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		Inspección de consumo	SN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		inspección pitural	A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Limpieza	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Inspección de pulsadores e indicadores	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Inspección de cableado	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Inspección de protección	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Ajustes de conexiones, bornas.	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			

Imagen 16 Cronograma anual del área de pre-clarificación





### 3.3.7 Tabla de repuestos

Con el fin de tener información a la mano el repuesto en el mantenimiento que son de primera mano para el motor se estableció el listado de rodamientos, correa, impulsores, volutas, de la gran mayoría de los motores que se tuvo acceso a la información

	COOPERATIVA PALMAS RISARALDA LTDA.			
	TABLA DE REPUESTOS MOTORES ELECTRICOS			Version: 1.0 Pag: 1/3
Área	Motor	Repuesto	Ref. Repuesto	Cant
Esterilización	Motobomba # 1	Rodamiento	6308	2
	Motobomba # 2	Rodamiento	6309	2
	Tiro forzado	Rodamiento	6208	2
		Correa	B-53	3
		chumaceras	22210	2
	Tiro inducido	Rodamiento	6212	1
			6312	1
		Correa	B71	4
	Tornillo sin fin zorra	Rodamiento	6206	1
			6205	1
	Tornillo sin fin caldera	Rodamiento	6206	2
	Válvula exclusiva ceniza	Rodamiento		
	Ventilador de fibra	Rodamiento		
		Correa	A35	2
Wincher	Rodamiento	6309	1	
		6209	1	
Desfrutador	Mesa de volteo	Rodamiento	6206	2
	Elevador de fruta	Rodamiento	6305	1
			6308	1
			Correa	B133
	Tambor desfrutador	Rodamiento		
	Redler de raquis	Rodamiento	6206	2
		Correa	5VX750	3
	Tornillo sin fin bajo	Rodamiento		
	Elevador de canglijones	Rodamiento	6205	1
			6206	1
Correa		B71	3	
Sin fin digestores	Rodamiento	6205	2	
Sin fin murrio	Rodamiento			

Imagen 19 Tabla de repuestos motores eléctricos 1era parte

	COOPERATIVA PALMAS RISARALDA LTDA.				
	TABLA DE REPUESTOS MOTORES ELECTRICOS			Version: 1.0 Pag: 2/3	
Área	Motor	Repuesto	Ref. Repuesto	Cant	
Digestión y prensado	Digestor # 1	Rodamiento	6209	2	
		Correa	B97	3	
	Digestor # 2	Rodamiento	6209	2	
		Correa	C61	3	
	Prensa # 1	Rodamiento	6308	1	
			6311	1	
	Prensa # 2	Rodamiento	6209	2	
	Unidad hidráulica # 1	Rodamiento			
Unidad hidráulica # 2	Rodamiento				
Rompedor de torta	Rodamiento	6309	2		
Palmistería	Elevador de nuez	Rodamiento	6205	1	
			6206	1	
	Tambor clasificador	Rodamiento			
	Triturador de nuez # 1	Rodamiento			
		Correa	C58	2	
	Triturador de nuez # 2	Rodamiento			
		Correa	C58	2	
	Tornillo sin fin bajo reppers	Rodamiento	6205	1	
			6204	1	
	Válvula cascarilla # 1	Rodamiento	6204	1	
			6205	1	
	Elevador de almendra	Rodamiento			
	Ventilador silo almendra	Rodamiento			
		Correa	B55	3	
Ventilador de fibra	Rodamiento	6311	1		
		6211	1		
Correa					
Válvula esclusa fibra	Rodamiento				
Ventilador cascarilla	Rodamiento	6309	2		
Válvula cascarilla # 2	Rodamiento	6205	2		
Pre-clarificación	Bomba cárcamos # 1	Rodamiento	6208	1	
			6207	1	
		Impulsor	19774	1	
		Voluta		Rosca: 19069	1
				Cuña: 24759	1
		Acople		Rosca: 25386	1
				Cuña: 25381	1
Sello Mecanico		1"1/4	1		

Imagen 20 Tabla de repuestos motores eléctricos 2da parte

	COOPERATIVA PALMAS RISARALDA LTDA.			
	TABLA DE REPUESTOS MOTORES ELECTRICOS			Version: 1.0 Pag: 3/3
Área	Motor	Repuesto	Ref. Repuesto	Cant
Pre-clarificación	Bomba cárcamos # 2	Rodamiento	6206	1
			6205	1
		Impulsor	19774	1
		Voluta	Rosca: 19069	1
			Cuña: 24759	1
		Acople	Rosca: 25386	1
			Cuña: 25381	1
	Sello Mecanico	1"1/4	1	
	Bomba tamiz circular	Rodamiento	6206	1
			6205	1
		Impulsor	19774	1
		Voluta	Rosca: 19069	1
			Cuña: 24759	1
		Acople	Rosca: 25386	1
			Cuña: 25381	1
	Sello Mecanico	1"1/4	1	
	Tamiz circular	Rodamiento		
	Bomba tanque pre	Rodamiento	6206	1
			6205	1
		Impulsor	19774	1
		Voluta	Rosca: 19069	1
			Cuña: 24759	1
		Acople	Rosca: 25386	1
			Cuña: 25381	1
Sello Mecanico	1"1/4	1		
Clarificación	Bomba agua # 1	Rodamiento	6204	1
			6205	1
	Bomba presión	Rodamiento	6206	2
	Tamiz rectangular	Rodamiento		
		Correa	B64	2
	Bomba tamiz rectangular	Rodamiento	6004	2
	Motor batidor aceite	Rodamiento	6307	1
			6207	1
	Centrífuga # 1	Rodamiento	6210	2
		Retenedor	75-100-12	1
		Aceite Hidroflow	15W-40	1
		Correa	A139	4
	Centrífuga # 2	Rodamiento	6210	2
		Retenedor	75-100-12	1
		Aceite Hidroflow	15W-41	1
Correa		A140	4	

Imagen 21 Tabla de repuestos de motores eléctricos 3era parte



**Instalación:** Planta extractora

2. **Descripción de la orden de trabajo:** Lleva información de la actividad a realizar sobre el equipo
3. **Responsable:** Líder de Mantenimiento o Director de Planta

### 3.3.8.2 Reporte de Mantenimiento

REPORTE DE MANTENIMIENTO

PÁGINA 1 DE 2  
 CÓDIGO: IFR-03  
 VERSIÓN: 4      FECHA: 19.09.13

S: **ND**      0401

Fecha: \_\_\_\_\_ Solicitante: **1** Tipo de falla: G M E I O  
 Área o Subproceso: \_\_\_\_\_ Mantenimiento: preventivo correctivo  
 Maquina o equipo: \_\_\_\_\_ Instalación: \_\_\_\_\_

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO

**2.**

Personal	Cantidad Personas	MANO DE OBRA UTILIZADA			
		Desde		Hasta	
		Fecha	Hora	Fecha	Hora
Operario					
Mecánico					
Electricista					
Externo					

**3.**

EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS	
Descripción	CANTIDAD

**4.**

TIEMPO DE PARADA DEL EQUIPO O MAQUINA: \_\_\_\_\_  
 TIEMPO MANO DE OBRA UTILIZADA: \_\_\_\_\_  
 TRABAJO RECIBIDO POR: \_\_\_\_\_

S: Sistem.s G: General M: Mecánica E: Electrica I: Instrumental O: Otras

PÁGINA 1 DE 2

Imagen 24 Reporte de mantenimiento pág. 1

1. **Fecha:** Día de ejecución de la orden de trabajo  
**Solicitante:** Persona que solicita el trabajo  
**Tipo de falla:** Seleccionar la falla que presento el equipo  
**Área:** Área de proceso en el que se realizará el trabajo  
**Mantenimiento:** Seleccionar el mantenimiento que se realizo  
**Maquina y/o equipo:** Equipo sobre el que se realizará el trabajo  
**Instalación:** Planta extractora
2. **Descripción del mantenimiento:** Se detalla el mantenimiento que se le realizo al equipo
3. **Mano de obra utilizada:** Registro del tiempo de inicio y finalización del mantenimiento
4. **Equipos y material utilizados:** Detallar las herramientas y repuestos utilizados
5. Se menciona si durante la ejecucion del trabajo se presentaron demoras ya sea para intervenir o en la adquisición de los repuestos.

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO PARA LA EMPRESA COOPAR**

	<b>REPORTE DE MANTENIMIENTO</b>	PÁGINA 2 DE 2 CÓDIGO: IFR-03	
		VERSION: 4	FECHA: 19 / 09 / 13
SE PRESENTO ALGÚN INCONVENIENTE O DEMORAS EN LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO:			
<b>5.</b>			
REALIZO MANTENIMIENTO ADICIONAL A LA MAQUINA O INSTALACIÓN:			
<b>6.</b>			
SUGIERE REALIZAR OTRO TRABAJO A ESTE EQUIPO O INSTALACIÓN:			
<b>7.</b>			
S: Sistemas G: General M: Mecánica E: Eléctrica I: Instrumental O: Otras			
<b>8.</b>			
REALIZO MANTENIMIENTO			

Imagen 25 Reporte de mantenimiento pág. 2

- 6. Describir trabajo adicional que se realizo fuera de la orden de trabajo .
- 7. Describir que se le debe realizar al equipo para otro mantenimiento.
- 8. Firma del tecnico que realizó el mantenimiento.

**3.3.8.3 Hoja de vida de equipos**

**3.3.8.3.1 Motores**

	<b>COOPERATIVA PALMAS RISARALDA LTDA.</b>		
	<b>HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN</b>		VERSION: 1.0
<b>1. DATOS TÉCNICOS</b>			
Equipo	Motobomba # 1		
Código	11010101		
Función	Bomba que suministra agua a la caldera desde el tanque de agua		
FP Planta Cos Ø	0,89		
FP Nominal Equipo	0,83		
Fabricante	WEG		
Motor	Motor con impulsor hidromac		
N° de Serie:	pendiente		
Voltaje	220		
Fases	3 -		
RPM	1755		
Amperaje Nominal (Amp)	39,3 Amp		
Amperaje en Trabajo (Amp)	18,4		
Potencia Nominal (HP)	15		
Potencia Activa "P" (W)	6240,094085		
Conexión	Arranque directo		
Protección	29 - 32 Amp Calib: 32A		
N° Rodamiento	6308 Motor: 6305(2) Bomba		
N° de Correa	N/A		
			
<b>2. HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS</b>			
Fecha	N° de Orden	Mantenimientos	Observaciones

Imagen 26 Formato hoja de vida motores eléctricos



# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO PARA LA EMPRESA COOPAR

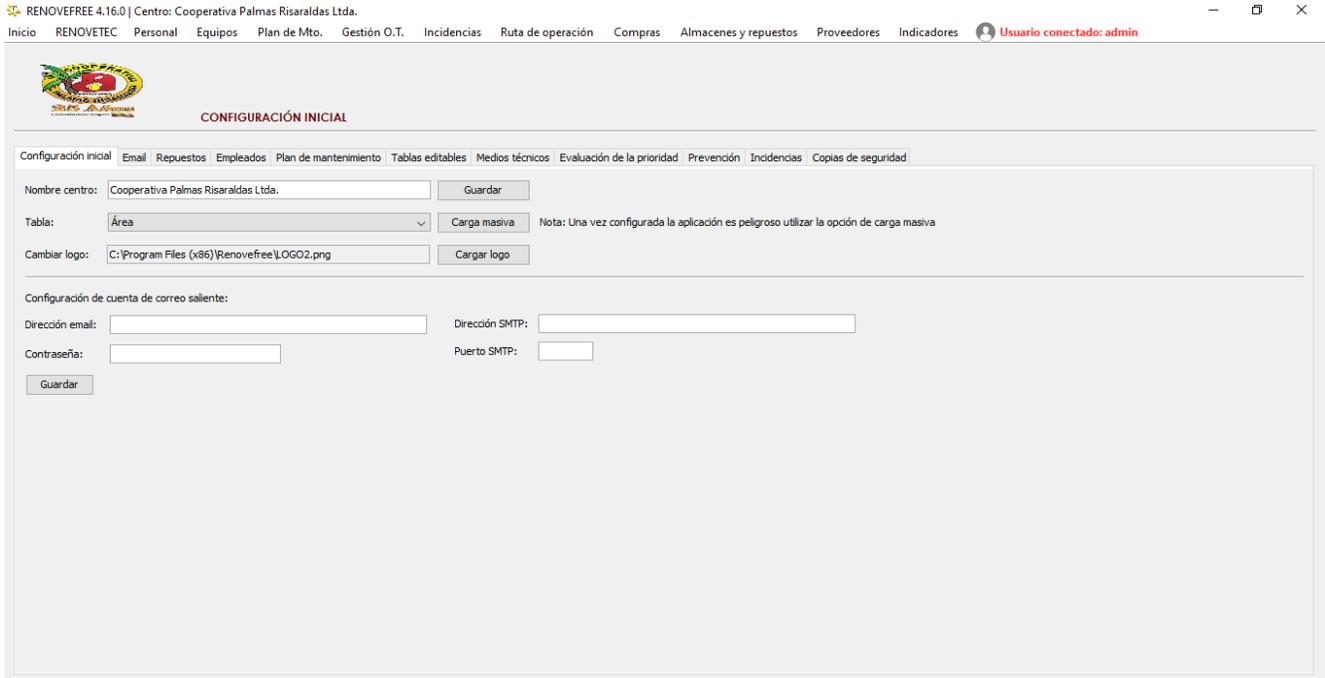


Imagen 28 Configuración inicial Renovetec

Renovetec® ofrece una opción en su plataforma de hacer una configuración rápida mediante el ingreso de cargas masivas, que tan solo es un archivo en Excel en .csv (separadas por coma) en la cual está estructurada la información a ingresar al software.

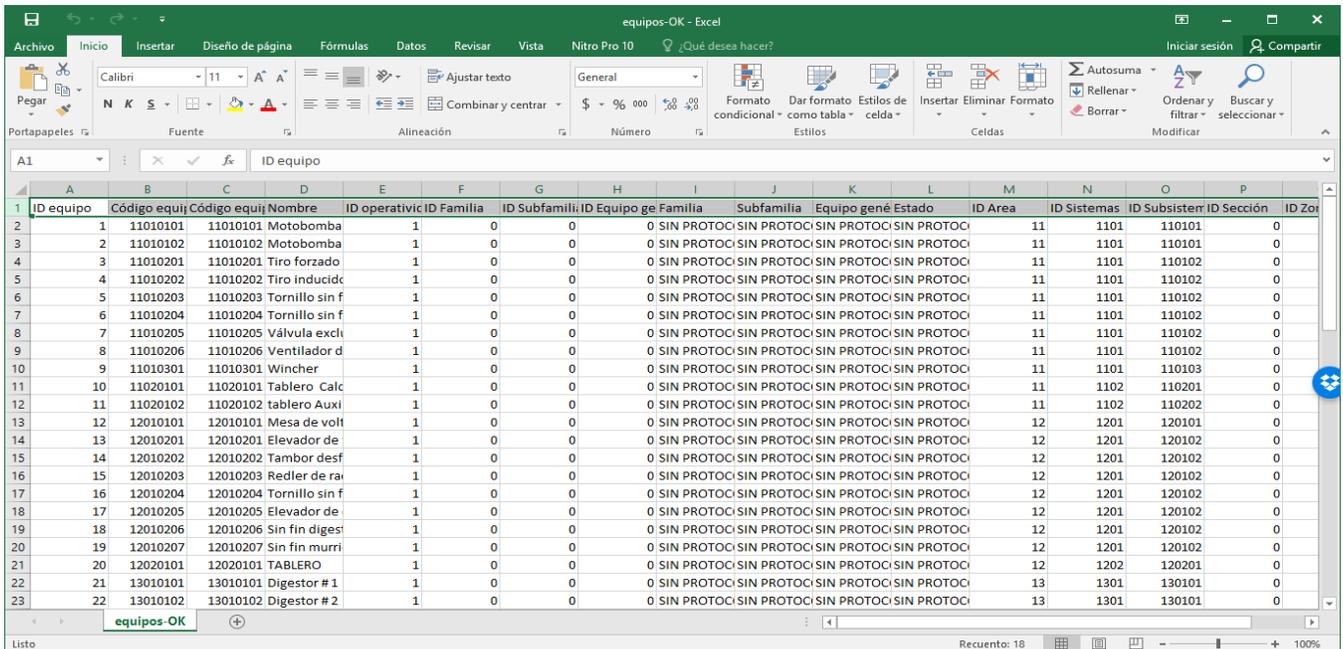


Imagen 29 Carga masiva de equipos

La información que se puede ingresar por cargas masivas es: Área, sistema, subsistema, equipos, sección, zonas, familias, subfamilias, equipos genéricos, protocolos de

mantenimientos, empleados, herramientas, etc., esta carga solo se hacen una vez ya que puede generar problemas.

Renovfree está basado en estructuras jerárquica ya sea de tipo función o tipo ubicación, en este caso se optó por una estructura jerárquica por función, que es de fácil acceso al equipo.

Esta estructura está basada en los siguientes eslabones:

- Centro
  - Área
    - Sistema
      - Subsistema
        - Equipo

Estos eslabones poseen un código único que los identifica en el sistema, que previamente se evidencio en la sección de codificación de los equipos, que está basada en esta estructura

Inicio RENOVETEC Personal Equipos Plan de Mto. Gestión O.T. Incidencias Ruta de operación Compras Almacenes y repuestos Proveedores Indicadores Usuario conectado

**renovfree** ESTRUCTURA JERÁRQUICA Centro

Estructura jerárquica del centro: RENOVFREE

- Área: BOMBEO | Código: 8
- Área: CARGUE | Código: 10
- Área: CLARIFICACION | Código: 6
- Área: DESFRUTADO | Código: 2
- Área: DIGESTION Y PRENSADO | Código: 3
- Área: ESTERILIZACION | Código: 1
  - Sistema: ESTERILIZACION | Código: 101
    - Subsistema: AUTOCLAVES | Código: 10103
    - Subsistema: CALDERA | Código: 10102**
    - Subsistema: TANQUE | Código: 10101
  - Sistema: TABLERO ESTERILIZACION | Código: 102
    - Área: FLORENTINO | Código: 7
    - Área: PALMISTERIA | Código: 4
    - Área: PRE-CLARIFICACION | Código: 5
    - Área: RED CONTRA INCENDIOS | Código: 9
    - Área: SUBESTACION | Código: 11
    - Área: TALLER | Código: 12

Listado de equipos:

- Equipo: TIRO FORZADO | Código: 1010201
- Equipo: TIRO INDUCIDO | Código: 1010202
- Equipo: TORNILLO SIN FIN CALDERA 1 | Código: 1010203
- Equipo: TORNILLO SIN FIN CALDERA 2 | Código: 1010204
- Equipo: TORNILLO SIN FIN ZORRA | Código: 1010205
- Equipo: VALVULA EXCLUSA CENIZA | Código: 1010206
- Equipo: VENTILADOR FIBRA | Código: 1010207

Desarrollado por Santiago Garcia Garrido para RENOVE TECNOLOGIA S.L.

Imagen 30 Estructura jerárquica

# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO PARA LA EMPRESA COOPAR

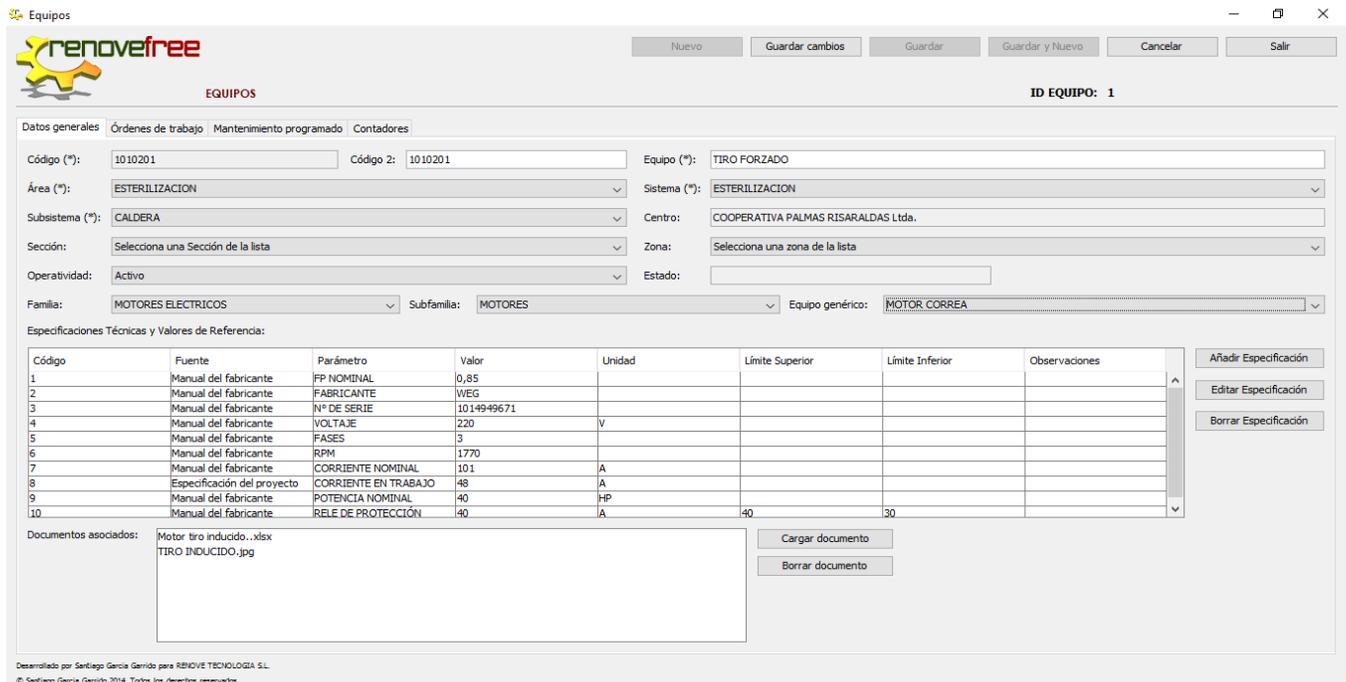


Imagen 31 Información del motor de tiro forzado en el software

Si no se hace las cargas masivas también se puede hacer la configuración de la estructura de forma manual, en los botones que se encuentran del lado derecho siguiendo con el orden de eslabones

Una vez se tiene toda la estructura jerárquica del sistema se procede a establecer los protocolos de mantenimientos, el software trae protocolos genéricos para diversos equipos, pero no uno adecuado por ello se crea uno estructurado en:

- Familia
  - Subfamilia
    - Equipo genérico
      - Tareas

## 3.3.9.2 Protocolos de mantenimientos



Imagen 32 Protocolos de mantenimiento

PROCESOS DE MANTENIMIENTO:

Cod.	Tarea	Tipo de Tarea	Frecuencia	Especialidad	Tiempo
100071	Inspección de impulsor y voluta	Realizado / No realizado	Semanal	Eléctrica	7
100072	Inspección de borneras	Realizado / No realizado	Bimestral	Eléctrica	3
100073	Inspección de funcionamiento	Realizado / No realizado	Semanal	Eléctrica	3
100074	Inspección de consumo	Lectura de parámetros	Semanal	Eléctrica	2
100075	Retoque de pintura	Realizado / No realizado	Anual	Limpieza técnica	10
100076	Limpieza exterior	Bien / Mal	Quincenal	Limpieza técnica	10
100077	Cambio impulsor	Bien / Mal	Quincenal	Eléctrica	15
100078	Cambio voluta	Bien / Mal	Mensual	Eléctrica	15
100079	Cambio de rodamientos	Realizado / No realizado	Semestral	Electromecánica	120

Desarrollado por Santiago Garcia Garrido para RENOVE TECNOLOGIA S.L.

Imagen 33 Tareas asignadas al protocolo de motobombas

Para este plan se crean dos familias Motores Eléctricos y Tableros eléctricos con sus respectivas estructuras y tareas de mantenimientos.

### 3.3.9.3 Plan de mantenimiento

Al tener los protocolos de mantenimientos se procede a generar el plan de mantenimiento basado en gamas y agrupadas en áreas para no generar un número excesivo de órdenes de trabajo

RENOVEFREE 4.16.0 | Centro: Cooperativa Palmas Risaraldas Ltda.

Inicio RENOVEETEC Personal Equipos Plan de Mto. Gestión O.T. Incidencias Ruta de operación Compras Almacenes y repuestos Proveedores Indicadores **Usuario conectado: admin**

Nº de gamas obtenidas: **72**  
 Nº de tareas del plan de mantenimiento: **452**  
 Gamas agrupadas por: **Áreas**

**PLAN DE MANTENIMIENTO**

Ordenar tabla por:  Gama  Especialidad  Frecuencia

Gama	Especialidad	Frecuencia	Próxima fecha	Contador	Tiempo estimado	Tiempo prepara...
ESTERILIZACION	Eléctrica	Bimestral	2017-04-28	0	2	30
ESTERILIZACION	Eléctrica	Mensual	2017-04-28	0	294	30
ESTERILIZACION	Eléctrica	Quincenal	2017-04-28	0	50	30
ESTERILIZACION	Eléctrica	Semanal	2017-04-28	0	40	30
ESTERILIZACION	Eléctrica	Trimestral	2017-04-28	0	20	30
ESTERILIZACION	Electromecánica	Semestral	2017-04-28	0	960	30
ESTERILIZACION	Limpieza técnica	Anual	2017-04-28	0	80	30
DESFRUTADO	Eléctrica	Bimestral	2017-04-28	0	13	30
DESFRUTADO	Eléctrica	Mensual	2017-04-28	0	184	30

**Tareas de la gama seleccionada:**

Cod Tarea	Secuencia	Tarea	Subsistema	Equipo	Tiempo
3	10	Inspección de borneras	10.102	10.10201	3
4	10	Inspección de borneras	10.102	10.10202	3
5	10	Inspección de borneras	10.102	10.10203	3
6	10	Inspección de borneras	10.102	10.10204	3
7	10	Inspección de borneras	10.102	10.10205	3
8	10	Inspección de borneras	10.102	10.10206	3
9	10	Limpieza exterior	10.102	10.10206	10
10	10	Inspección de borneras	10.102	10.10207	3
11	10	Limpieza exterior	10.102	10.10207	10
12	10	Inspección de borneras	10.103	10.10301	3
13	10	Limpieza exterior	10.103	10.10301	10
14	10	Ajustes de conexiones, borneras.	10.201	10.20101	15
15	10	Inspección de cableado	10.201	10.20101	15
16	10	Inspección de protección	10.201	10.20101	15
17	10	Inspección de pulsadores e indicadores	10.201	10.20101	15
18	10	Limpieza	10.201	10.20101	60
19	10	Ajustes de conexiones, borneras.	10.201	10.20102	15
20	10	Inspección de cableado	10.201	10.20102	15
21	10	Inspección de protección	10.201	10.20102	15

Desarrollado por Santiago Garcia Garrido para RENOVE TECNOLOGIA S.L.

Imagen 34 Plan de mantenimiento

### 3.3.9.4 Ordenes de trabajo preventivos

Al tener el plan de mantenimiento se procede a generar las ordenes de trabajo preventivas de cada gama y área

# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO PARA LA EMPRESA COOPAR

RENOVEFREE 4.16.0 | Centro: Cooperativa Palmas Risaraldas Ltda.

Inicio RENOVE TEC Personal Equipos Plan de Mto. Gestión O.T. Incidencias Ruta de operación Compras Almacenes y repuestos Proveedores Indicadores **Usuario conectado: admin**

**GENERAR O.T.'S PREVENTIVAS**

Fecha inicio (\*): 1/04/2017 Fecha fin (\*): 30/04/2017 [Importar gamas](#)

IDgama	Gama	Especialidad	Frecuencia	Proxima fecha	Contador
73	ESTERILIZACION	Eléctrica	Bimestral	2017-04-03	0
74	ESTERILIZACION	Eléctrica	Mensual	2017-04-03	0
75	ESTERILIZACION	Eléctrica	Quincenal	2017-04-03	0
76	ESTERILIZACION	Eléctrica	Quincenal	2017-04-17	0
77	ESTERILIZACION	Eléctrica	Semanal	2017-04-03	0
78	ESTERILIZACION	Eléctrica	Semanal	2017-04-10	0
79	ESTERILIZACION	Eléctrica	Semanal	2017-04-17	0
80	ESTERILIZACION	Eléctrica	Semanal	2017-04-24	0
81	ESTERILIZACION	Eléctrica	Trimestral	2017-04-03	0
82	ESTERILIZACION	Electromecánica	Semestral	2017-04-03	0
83	ESTERILIZACION	Limpieza técnica	Anual	2017-04-03	0
84	DESFRUTADO	Eléctrica	Bimestral	2017-04-10	0
85	DESFRUTADO	Eléctrica	Mensual	2017-04-10	0
86	DESFRUTADO	Eléctrica	Quincenal	2017-04-10	0
87	DESFRUTADO	Eléctrica	Quincenal	2017-04-24	0
88	DESFRUTADO	Eléctrica	Semanal	2017-04-10	0
89	DESFRUTADO	Eléctrica	Semanal	2017-04-17	0
90	DESFRUTADO	Eléctrica	Semanal	2017-04-24	0
91	DESFRUTADO	Eléctrica	Trimestral	2017-04-10	0
92	DESFRUTADO	Electromecánica	Semestral	2017-04-10	0
93	DESFRUTADO	Limpieza técnica	Anual	2017-04-10	0
94	DIGESTION Y PRENSADO	Eléctrica	Bimestral	2017-04-17	0
95	DIGESTION Y PRENSADO	Eléctrica	Mensual	2017-04-17	0
96	DIGESTION Y PRENSADO	Eléctrica	Quincenal	2017-04-17	0
97	DIGESTION Y PRENSADO	Eléctrica	Semanal	2017-04-17	0
98	DIGESTION Y PRENSADO	Eléctrica	Semanal	2017-04-24	0
99	DIGESTION Y PRENSADO	Electromecánica	Semestral	2017-04-17	0
100	DIGESTION Y PRENSADO	Limpieza técnica	Anual	2017-04-17	0
101	PALMISTERIA	Eléctrica	Anual	2017-04-24	0
102	PALMISTERIA	Eléctrica	Bimestral	2017-04-24	0

Desarrollado por Santiago Garcia Gerardo para RENOVE TECNOLOGIA S.L. Generar O.T.'S seleccionadas

Imagen 35 Ordenes de trabajo preventivo

Al seleccionar una de las ordenes de trabajo se obtiene la siguiente ventana

Ordenes de Trabajo

[Ver O.T. \(PDF\)](#) [Anular O.T.](#) [Cerrar y bloquear O.T.](#)

**ORDENES DE TRABAJO** Nº de O.T.: 58

Datos O.T. | Planificación O.T. | Permiso de trabajo (Seguridad) | Reporte O.T. | Reporte de tareas | Control económico

Datos O.T.

Código ítem: (\*) 5 Nombre ítem: (\*) PRE-CLARIFICACION

Área: PRE-CLARIFICACION Sistema: Subistema:

Equipo: Sección: Zona geografica:

Proyecto O.T.: (\*) Preventivo programado Intervención tipo: PRE-CLARIFICACION, Semestral, Electromecánica

Descripción adicional:

Prioridad: Programada Tipo de O.T.: Preventivo programado Especialidad o Departamento: Electromecánica

Fecha solicitada: (\*) 10/04/2017 (Introducir sólo en caso de prioridad programada)

Condiciones para la realización:

[Imprimir O.T.](#) [Guardar](#)

Imagen 36 Orden de trabajo

En la cual nos indica el número de la orden, los datos generales de la orden de trabajo (área a intervenir, tipo de intervención, fecha de inicio, de igual forma en las otras pestañas da información del trabajo, personal, herramienta a usar como también realizar el reporte de las tareas ejecutadas.

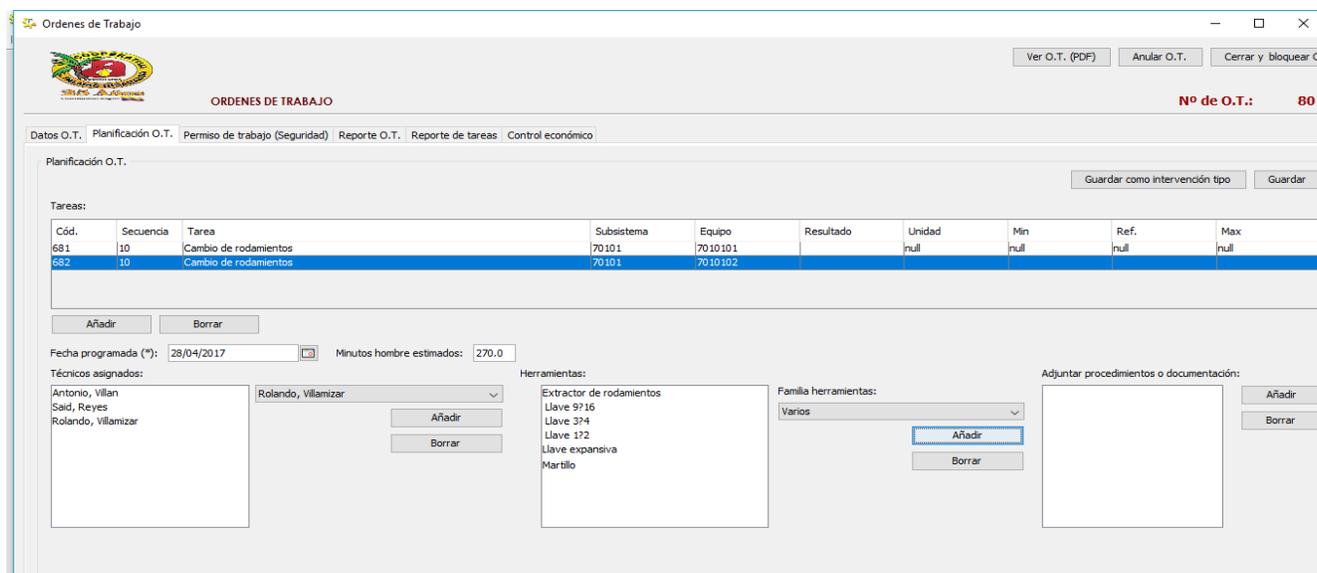


Imagen 37 Planificación de la orden de trabajo

### 3.3.9.5 Avisos

El software nos brinda una ayuda visual en su pantalla de principal por medio de los avisos en los cuales nos indica las ordenes de trabajo que se superaron y las que están próximas a ejecutar.

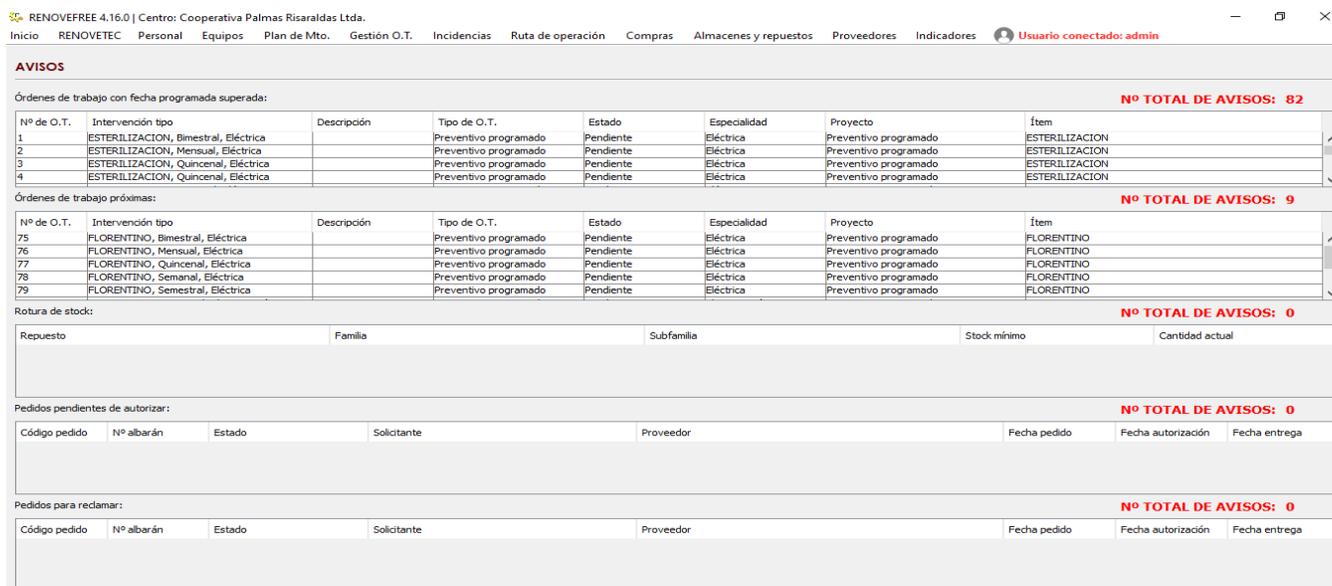


Imagen 38 Pantalla principal con avisos de mantenimientos

Debido a las limitaciones de la adquisición del software por parte de la empresa en que se realizó la pasantía, se usó la versión demo v4.16 que trae restricciones en sus herramientas una de ellas fue la generación en físico y en digital de la orden de trabajo por lo cual se siguió usando los formatos de órdenes de trabajo que se manejan y que se evidenciaron en la sección 2.8.1 Orden de Trabajo

### 3.3.9.6 Repuestos

Se hace el ingreso de los repuestos de los motores.

Imagen 39 Registro de repuestos

Una vez ingresado los repuestos se hace la consulta del listado de repuestos de los motores donde se puede evidenciar el repuesto y la referencia del mismo.

Cod	Referencia	Repuesto	Familia	Subfamilia	Stock mínimo
23	A139	Correa	Motores	motores	3
24	A140	Correa	Motores	motores	3
25	A35	Correa	Motores	motores	3
26	B133	Correa	Motores	motores	3
27	B53	Correa	Motores	motores	3
28	B55	Correa	Motores	motores	3
29	B55	Correa	Motores	motores	3
30	B71	Correa	Motores	motores	3
31	B71	Correa	Motores	motores	3
32	B97	Correa	Motores	motores	3
33	C58	Correa	Motores	motores	3
34	C61	Correa	Motores	motores	3
35	75-100-12	Retenedor	Motores	motores	2
36	75-100-13	Retenedor	Motores	motores	2
1	6004	Rodamiento	Motores	motores	2
2	6204	Rodamiento	Motores	motores	2
3	6205	Rodamiento	Motores	motores	0
4	6204	Rodamiento	Motores	motores	2
5	6206	Rodamiento	Motores	motores	2
6	6207	Rodamiento	Motores	motores	2
7	6208	Rodamiento	Motores	motores	2
8	6209	Rodamiento	Motores	motores	2

Imagen 40 Lista de repuestos

## 3.4 Validación del plan de mantenimiento

### 3.4.1 Analisis económico

Con el plan de mantenimiento no solo se busca prolongar la vida útil de los equipos, sino que también se debe analizar los costos respecto al mantenimiento y de acuerdo a como se adapte a ellos se va mitigando, es por ello que de acuerdo a él plan diseñado se hace una estimación

de los costos de mantenimiento en cuanto motores eléctricos en los cuales se detalla a continuación.

Motobomba		Motor			
		Correa		Reductor	
Repuesto	Valor	Repuesto	Valor	Repuestos	Valor
Rodamiento x2	\$70.000	Rodamiento x2	\$70.000	Rodamiento x2	\$70.000
Impulsor	\$60.000	Correa	\$60.000		
Retenedor	\$17.000				
Sello mecánico	\$71.000				
Voluta	\$64.000				
Hora x MTTO	3	Hora x MTTO	3	Hora x MTTO	2
Costo hora técnico	\$10.000	Costo hora técnico	\$10.000	Costo hora técnico	\$10.000
Costo hora total técnico	\$25.000	Costo hora total técnico	\$25.000	Costo hora total técnico	\$20.000
<b>Costo x MTTO</b>	<b>\$307.000</b>	<b>Costo x MTTO</b>	<b>\$155.000</b>	<b>Costo x MTTO</b>	<b>\$90.000</b>

Tabla 3 Costo mantenimiento unitario

El costo de cada material usado para el mantenimiento se toma a partir de registros de compra de la empresa se hace una estimación general de acuerdo al tipo de motor que se maneja en la empresa, como se puede observar el costo es unitario, si se hace la proyección anual.

Motobomba		Motor			
		Correa		Reductor	
Repuesto	Valor Anual	Repuesto	Valor Anual	Repuestos	Valor Anual
Rodamiento x2	\$140.000	rodamiento x2	\$140.000	Rodamiento x2	\$140.000
Impulsor	\$1.440.000	correa	\$240.000		
Retenedor	\$68.000				
Sello mecánico	\$284.000				
Voluta	\$768.000				
Hora x MTTO	36	Hora x MTTO	12	Hora x MTTO	2
Costo hora técnico	\$10.000	Costo hora técnico	\$10.000	Costo hora técnico	\$10.000
Costo hora total técnico	\$360.000	Costo hora total técnico	\$120.000	Costo hora total técnico	\$20.000
<b>Costo x mtto</b>	<b>\$3.060.000</b>	<b>Costo x mtto</b>	<b>\$500.000</b>	<b>Costo x mtto</b>	<b>\$160.000</b>

Tabla 4 Costos mantenimiento anual unitario

En base a estos cálculos de costo de mantenimiento anual por cambios de repuestos se hace una estimación total del costo total de mantenimiento anual de todos los motores eléctricos que la empresa maneja

Equipo	Costo Unitario Anual	Número de equipos	Costo Anual Equipos	Costo Total Equipos	Software de Mtto	Costo Total de mtto Anual
Motobomba	\$3.060.000	17	\$52.020.000	\$63.180.000	\$6.337.500 €1.950 (único pago)	<b>\$69.517.500</b>
Motor Correa	\$500.000	14	\$7.000.000			
Motor Reductor	\$160.000	26	\$4.160.000			

Tabla 5 Costos mantenimiento anual de equipos

El costo total de mantenimiento anual es de \$69.517.500 lo que debería invertir la empresa anual para el plan de mantenimiento, este valor es una aproximación y varía respecto al comportamiento del equipo puesto que de acuerdo a los tiempos y a una óptima retroalimentación estos costos se pueden reducir hasta tener menor pérdida por una prolongación de la vida útil de los equipos

Con plan de mantenimiento no solo se piensa en la prolongación de la vida útil de los equipos y de los costos que acarrea su mantenimiento, también se piensa en los costos o pérdidas que la empresa tendría por falla en equipos vitales en su producción

Producción de aceite		Producción de almendra	
Horas de producción	16	Horas de producción	16
Producción día (Tn)	26	Producción x hora-Trabajo (Kg/h)	432
Producción x hora(Tn/h)	1,625	Producción día(Kg)	6912
Ingreso x hora	\$3.350.000	Valor Kg	\$1.129
Ingreso día de producción	\$53.600.000	Ingreso día de producción	\$7.803.648
<b>Total producción diario</b>		<b>\$61.403.648</b>	
<b>Total producción mensual</b>		<b>\$1.842.109.440</b>	
<b>Total producción anual</b>		<b>\$22.105.313.280</b>	

Tabla 6 Producción de la planta

Como se puede evidenciar en la tabla 6 el valor total del día de producción en un turno normal es cercano al valor del costo total del mantenimiento anual descartando otros valores devengados que acarrea la producción, esta comparación resulta rentable para la empresa pensar en mantenimientos preventivos.

### 3.4.2 Análisis económico de pérdidas por fallos

Para la validación del plan de mantenimiento diseñado se toma con base a la tabla 2 al **motor de tiro inducción** que presenta el mayor valor de criticidad, los fallos que se presentaron fueron:

- Fallo por rodamiento
- Cambio del motor por daños en el estator
- Fallo de rodamiento y correa por vibraciones y desalineación

Por cada uno de esos fallos y tomando cifras de la tabla 6, se tiene la siguiente tabla:

Perdida por hora-producción de aceite	\$3.350.000
Perdida por hora-producción de almendra	\$487.728
Total perdidas por hora	\$3.837.728
Horas por parada	4
Total de perdidas	\$15.350.912
Intervenciones por fallos (< 6 meses)	3
<b>Total perdidas por fallos en el equipo a la empresa</b>	<b>\$46.052.736</b>

*Tabla 7 Perdidas por falla*

En la cual estas intervenciones en menos de 6 meses ocasionaron una pérdida de \$46.052.736 a la empresa, si se tiene en cuenta el fallo por daño en el estator se hablaría de:

Rebobinado estator 40HP	\$1.200.000
Rodamientos x2	\$140.000
Costo MTTO total de motor	\$1.340.000
<b>Total perdida a la empresa por fallo total del equipo</b>	<b>\$47.392.736</b>

*Tabla 8 Perdidas a la empresa por fallo total del equipo*

Estos factores que fueron incidentes de fallos se compara con el plan diseñado se puede mitigar los mantenimientos correctivos a este equipo ya que los ítems de:

- Inspección visual
- Cambio de rodamientos
- Cambio de correas

Permiten tener la garantía de que no se presenten tan seguido estas fallas como lo son cambios esto también va ligado a la inspección del equipo ya que con esto no se deja avanzar la magnitud de la intervención, puesto que al presentar o evidenciar una vibración temprana se estaría ampliando la vida útil del rodamiento como también de la correa, además al tener un tiempo estipulado de intervención preventivo se tendría en el instante los repuestos necesarios del equipo ya que está ligado directamente con los tiempos para reparar.

Con el plan de mantenimiento se estaría hablando de 2 intervenciones preventivas con parada de procesos que generaría una perdida monetaria, pero a bajo costo de producción y a tiempos.

Total perdidas por hora	\$3.837.728
Horas por parada	3
Total de perdidas	\$11.513.184
Intervenciones de paradas por mantenimiento (anual)	2
<b>Total pérdidas generadas por fallos del equipo a la empresa</b>	<b>\$23.026.368</b>

*Tabla 9 Perdidas por el equipo basado en el plan de mantenimiento*

Como se refleja las pérdidas generadas en término de un año, sería la mitad de la pérdida generada por el equipo en menos de 6 meses, esto sería benéfico para la empresa sería menos tiempos de paradas, menos perdidas y menos costo por mantenimiento.

La inversión en el software de mantenimiento se ve reflejado en cada uno de las pérdidas que se mitigan en los mantenimientos programados que proporciona la ayuda de tener el software de gestión, es decir que de las 452 tareas de mantenimiento por áreas que se es obtuvieron en el software con el plan diseñado, esa misma inversión se reflejando como parte de las pérdidas que se reducen como se evidencian con la tabla 9 comparada con la tabla 10 ya que sería puntual la intervención dadas por tareas que hace prevenir fallos de gran magnitud

5.

---

# Conclusiones

---

Conclusiones ..... 72

## Conclusiones

- La implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa es de vital importancia si se quiere prolongar la vida útil de sus equipos, de igual forma minimizar gastos por mantenimiento correctivos, pero este depende de las gestiones que se realicen para su ejecución, se deben tener en cuenta los factores que inciden en ellos como recurso humano, físico, entre otros para saber si se obtienen resultados óptimos de acuerdo a la necesidad de la empresa, ya que por tener equipos en turnos de 24 horas, con condiciones no optimas o con desconocimiento de su procedencia , es importante que la empresa analice y tome conciencia de ello si quiere seguir avanzando y mejorando
- La familiarización con los equipos eléctricos y electrónicos de la empresa, las funciones que realizan en cada uno de los procesos de producción fueron vitales para hacer un detallado diseño del plan de mantenimiento, como parte del método científico la observación cumple un papel importante en el análisis de todo, de ese análisis se logró extraer fallas, dudas y problemas que se presentaban en los equipos que se tuvieron en cuenta, de igual forma la experiencia en mantenimiento correctivo dieron ideas para la estructura de mantenimientos preventivos.
- Mantener el plan de mantenimiento preventivo no es una labor de una sola persona, para garantizar de que los mantenimientos se realicen adecuadamente, los jefes de área deben trabajar en conjunto, llevar las pautas adecuadas para la ejecución de las actividades de mantenimiento y que se tengan los recursos físicos y económicos, muchos de los mantenimientos se han dejado pasar por omisión, falta de gestión y desorganización.
- La implementación del GMAO fue de gran ayuda en un tiempo corto limitado por la licencia, permitió que se llevara un control adecuado en los mantenimientos, ya que los mantenimientos que se desarrollaban eran espontáneos a medida que el técnico eléctrico lo considerara importante, se debe tener en cuenta que cuando la empresa decide ejecutar un proyecto se debe percatar de tener los recursos económicos para llevar a cabo este tipo de proyectos, ya que lastimosamente inicialmente se había aprobado la realización de este, y por incumplimientos propios de la empresa en fechas y materiales de trabajo no fue posible la implementación por completo.
- Los diagramas P&ID son esenciales no solo para conocer el flujo del proceso, sino que permite conocer los equipos e instrumentación que se utilizan en el proceso, además para facilitar las intervenciones en los mantenimientos que se realicen sobre los equipos del proceso.

## Recomendaciones

- Realizar ingeniería inversa a los tableros eléctricos para el diseño de los planos eléctricos de cada uno de los tableros debido a su inexistencia, esto con la finalidad de facilitar las intervenciones por mantenimiento que se realicen a futuro y así disminuir los tiempos para reparar.
- Tener de motores en stock de los motores que generan parada absoluta del proceso de producción como serían los motores de: tiro inducido, tiro forzado, alimentador de caldera, redler de fruta, desfrutador, motoreductores; esto ayuda tanto a disminuir las pérdidas generadas por el tiempo parada, además de contar con el equipo adecuado para el área específica y no hacer modificaciones de momento que puedan afectar otro equipo.
- Adquirir equipo de protección y herramientas dieléctricas adecuadas para el personal encargado del área eléctrica, ya que, así como se garantiza el funcionamiento del equipo intervenido se debe garantizar las medidas necesarias para ejecutar el trabajo y más cuando se trabaja con equipos energizado.
- Señalar en los tableros eléctricos cada componente eléctrico respecto la función que se realiza, contactores, totalizadores, pulsadores, etc., esto con el fin de identificar fácilmente el componente que se está activando o que se quiera intervenir.
- Si se desea prolongar motores vitales en los cuales y sus arranques se realiza por estrella-triángulo y que son utilizados continuamente pero su operación es ON/OFF por determinado tiempo de operación lo ideal es colocarles arrancadores suave, que no solo garantiza vida útil del equipo, sino que beneficiara a la empresa en el consumo de corriente que se genera en los arranques del motor que sería entre 4 y 7 veces su valor nominal hasta llegar a tener una velocidad constante.
- Adquirir el software de mantenimiento, con la finalidad de llevar el control de los mantenimientos futuros, dar avisos oportunos en tiempo estipulados de las actividades a realizar para disminuir oportunamente los fallos y pérdidas, como también de ser una ayuda para el control de inventario de almacén y de los repuestos.

## Bibliografía

- [1] L. S. Iribarren, "IMPLANTACIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO TPM EN PLANTA DE COGENERACIÓN," *Esc. TÉCNICA Super. Ing. Ind. Y TELECOMUNICACIÓN*, pp. 1–107, 2010.
- [2] A. V. Flores, "MANUAL DE MOTORES ELECTRICOS," pp. 1–70.
- [3] P. Eléctricos and Y. M. D. E. Vibración, "Detectando fallas en rodamientos utilizando métodos de prueba eléctricos y mecánicos de vibración.," pp. 1–14, 2009.
- [4] I. Magazine, "Gestion de mantenimiento asistido por computador 'CMMS' 28," 2015.
- [5] J. Carballo Sierra and D. Romero Lara, "Tutorial norma ISA S5.1 y Diagramas P&ID," *Univ. Tecnológica Boliv.*, 2011.
- [6] J. M. Ramirez Quintero, "Criticidad y FMEA," *Univ. Pamplona*, p. 10, 2014.
- [7] V. E. Zambrano Guerrero, "DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS DE LAS LÍNEAS DE TUBERÍA ESTRUCTURAL Y CERRAMIENTOS EN LA EMPRESA ACESCO S. A .S.," *Univ. Pamplona*, 2016.
- [8] F. Sánchez, "IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO PARA LOS EQUIPOS MEDICOS DE LA E.S.E HOSPITAL EMIRO QUINTERO CAÑIZARES, OCAÑA N DE S.," *Univ. Pamplona*, 2016.
- [9] C. A. C. M. Parra Márquez, *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos*. .
- [10] L. Amendola, "Proyectos de Mantenimiento," *PMM Inst. Learn.*, pp. 1–10.
- [11] G. Sierra, "Programa de mantenimiento preventivo para la empresa METALMECÁNICA INDUSTRIAS AV S.A," *Univ. Ind. Santander*, 2004.
- [12] N. José and C. Reyes, "PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD EN EL EQUIPO MÁS CRÍTICO DEL ÁREA DE MOLINOS DE PLANTA MONACA MARACAIBO I," 2011.
- [13] E. Support, "Manual de instalacion y mantenimiento."
- [14] B. I. Cepeda Bocanegra and E. E. Carrillo Navarro, "ESTUDIO PARA LA SELECCIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADO PARA LA ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA CORPORACIÓN COUNTRY CLUB DE BARRANQUILLA," *Univ. Ind. Santander*, 2010.

### Anexos

#### Anexo A Evidencias de Pasantía



Imagen 41 Verificación de información de motores



Imagen 43 Limpieza de tablero cárcamo- Equipo desenergizado



Imagen 42 Limpieza de variador prensa 1-Equipo desenergizado



Imagen 44 Extracción de rodamiento motor tiro forzado

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO PARA LA EMPRESA COOPAR**



*Imagen 45 Cambio de rodamiento motor centrifuga 2*



*Imagen 46 Acondicionamiento de motobomba*



*Imagen 47 Instalación de horometro en tablero de Palmisteria- Equipo desenergizado*



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO PARA LA EMPRESA COOPAR**

**Anexo C Imágenes del área de la caldera**



*Imagen 51 Tanque alimentador caldera*



*Imagen 52 Control eléctrico caldera*



*Imagen 53 Caldera*

## Anexo D Recopilación de reportes de mantenimiento

MOTOR	FECHA	DESCRIPCION	REF. REPUESTO
TAMIZ 1	17/02/2017	MTTO	
CARCAMO 1	17/02/2017	MTTO	
ROMPE TORTA	17/02/2017	CAMBIO MOTOR POR MOTOR 15 HP ALMACEN- RECALENTAMIENTO EN EL ESTATOR	
TAMIZ 1	11/02/2017	CAMBIO MOTOR POR MOTOR 5 HP CAMBIO IMPULSOR CAMBIO SELLO MECANICO CAMBIO VOLUPTA	
PRECLARIFICADOR	11/02/2017	DESMONTAJE	
CENTRIFUGA 2	10/02/2017	CAMBIO RODAMIENTO CAMBIO RETENERDO HIDROFLOW CAMBIO ACEITE HIDROFLOW LIMPIEZA HIDROFLOW	6015-6210 75-100-13 15W-41
DIGESTOR 2	8/02/2017	MTTO	6209
T. FORZADO	8/02/2017	MTTO	
T. INDUCIDO	9/02/2017	MTTO	
CONTRA INCENDIOS	3/02/2017	MTTO CAMBIO RODAMIENTO CAMBIO SELLO MECANICO MONTAJE MOTOR 15 HP	6208
MOTOBOMBA 1	29/01/2017	MTTO	
MOTOBOMBA 2	30/01/2017	CAMBIO IMPULSOR CAMBIO ARAÑA	19774 1-125
VENTILADOR FIBRA	20/01/2017	CAMBIO RODAMIENTO	
DIGESTOR 1	21/01/2017	CAMBIO RODAMIENTO	6209
VENTILADOR CASCARILLA	22/01/2017	CAMBIO CHUMACERA	
DIGESTOR 1	20/01/2017	CAMBIO RODAMIENTO	6209
VENTILADOR CASCARILLA	20/01/2016	CAMBIO RODAMIENTO CAMBIO CORREA CAMBIO MANGO DE AJUSTE CAMBIO RODAMIENTO TRANSMISION	6309 B-94 22212
TAMIZ 1	28/12/2016	CAMBIO IMPULSOR	
LODOS FLORENTINOS	28/12/2016	CAMBIO RODAMIENTO CAMBIO IMPULSOR	6205-6206
POZO AGUA	18/02/2016	CAMBIO SELLO MECANICO	1/4"
MOTO 1 CARCAMO	22/12/2016	CAMBIO IMPULSOR CAMBIO VOLUPTA	
MOTO 1 FLORENTINO	2/12/2016	MTTO	
MOTO 1 CARCAMO	1/12/2016	MTTO	
MOTO 2 CARCAMO	1/12/2016	MTTO	
MOTO FLORENTINO	1/12/2016	MTTO	
TAMIZ 1	1/12/2016	MTTO	
TAMIZ 2	1/12/2016	MTTO	
MOTO PRECLARIFICACION	1/12/2016	MTTO	
MOTO 1 CALDERA	30/11/2016	INSTALACION ACOUPLE	
VENTILADOR FIBRA CALDERRA	15/11/2016	MTTO	
CENTRIFUGA 2	8/11/2016	CAMBIO RODAMIENTO CAMBIO RETENEDOR HIDROFLOW CAMBIO ACEITE HIDROFLOW	6210*2 75-100-10
TAMIZ 1	4/11/2016	CAMBIO ACOUPLE CAMBIO IMPULSOR	
TAMIZ 2	4/11/2016	CAMBIO IMPULSOR	
CENTRIFUGA 10.000	31/10/2016	CAMBIO CORREA	A140
MOTO 1 CALDERA	29/10/2016	VERIFICACION	
EXCLUSA CENIZA	28/10/2016	MONTAJE	
CARCAMO 1	24/10/2016	INSTALACION	
DEFRUTADO	20/10/2016	INSTALACION ARRANCADOR SUAVE	
PRENSA 2	18/10/2016	CONFIGURACION VARIADOR	
T. INDUCIDO	14/10/2016	CAMBIO MOTOR POR MOTOR 40 HP DAÑO EN EL ESTATOR	

*Imagen 54 Recopilación de reportes de mantenimientos*

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO PARA LA EMPRESA COOPAR

Anexo E Formatos hojas de vida equipos

	<b>COOPERATIVA PALMAS RISARALDA LTDA.</b>	
	<b>HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN</b>	VERSION: 1.0

1. DATOS TÉCNICOS			
Equipo	Elevador de almendra		
Código	14010301		
Función	Encargado de subir la almendra hacia el silo de secado		
Fabricante	SIEMENS		
Voltaje	204		
Amperaje Nominal (Amp)	5,9 Amp		
Potencia Nominal (HP)	1,8		
FP Planta Cos Ø	0,89		
FP Nominal Equipo	0,81		
Motor	Motoreductor con piñones		
N° de Serie:	N/R		
Fases	3 ~		
RPM	1700		
Amperaje en Trabajo (Amp)	2,9		
Potencia Activa "P" (W)	911,9663194		
Conexión	Arranque directo		
Protección	6,3 - 10 (6,3)		
N° Rodamiento	pendiente		
N° de paso cadena	pendiente		
Diámetro eje	pendiente		
	Piñón primario	pendiente	
	Piñón secundario	pendiente	

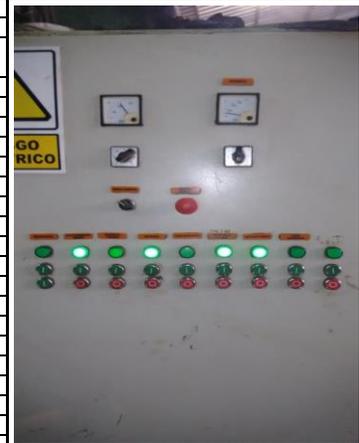


2. HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS			
Fecha	N° de Orden	Mantenimientos	Observaciones

Imagen 55 Formato hoja de vida motores eléctricos

	<b>COOPERATIVA PALMAS RISARALDA LTDA.</b>	
	<b>HOJA DE VIDA DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN</b>	VERSION: 1.0

1. DATOS TÉCNICOS			
Equipo	Tablero de Desfrutado		
Código	2020101		
Componente	Marca	Referencia	Rango de variable
Totalizador general	Schneider Electronic	EZC250N-TMD-125A-3P	250 A
Transformador de corriente S	CT Crompton Greaves	CGTC-2	75-400 A
Transformador de corriente R	CT Crompton Greaves	CGTC-2	75-400 A
Transformador de corriente T	CT Crompton Greaves	CGTC-2	75-400 A
Protector Trifásico	Breakermatic	PTE-208/220	165-215 V
Totalizador Variador	Shneider Electrics	T1B 160 TMD100-1000 3p F FC Cu	100 A
Breaker variador J100	MOELLER	PLS4-C35/3	35 A
Breaker control variador J100	MOELLER	PLS4-C35/2	35 A
Variador de frecuencia J100	Yaskawa	2A0020	19 A
Contactador inverso mesa volteo	Shneider Electrics	LC2D32	32 A
Guarda motor Cama de volteo	Shneider Electrics	GV2ME14	6 - 10 A
Contactador motor sin fin digestor	Shneider Electrics	LC1D09M7	25 A
Guarda motor sin fin Digestor	Shneider Electrics	GV2ME14	7 - 10 A
Arrancador suave desfrutador	WEG	EXSSW070085T5SZ	3 - 85 A
Guardamotor del elevador	Shneider Electrics	GV2ME20	13 - 18 A
Guardamotor del sin fin bajo	Shneider Electrics	GV2ME20	13 - 18 A
Guardamotor del raquis	Shneider Electrics	GV2ME14	6 - 10 A
Guardamotor del sin fin murrios	Shneider Electrics	GV2ME14	6 - 10 A
Guardamotor del ventilador	Shneider Electrics	GV2ME08	2,5 - 4 A



2. HISTORIAL DE MANTENIMIENTOS			
Fecha	N° de Orden	Mantenimientos	Observaciones

Imagen 56 Formato hoja de vida tableros eléctricos