

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TRABAJO PROFESIONAL

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

QUE PRESENTA:

ESTIFER OCAÑA SANTIAGO

CON EL TEMA:

“Propuesta de un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en: Refrigeradores, Equipo de Bombeo Hidráulico y Maquinaria Agrícola, en la Escuela Preparatoria Agropecuaria Juan Sabines Gutiérrez, aplicando T.P.M.”

MEDIANTE:

**OPCIÓN T.I.
(TITULACIÓN INTEGRAL)**

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

MAYO 2015.



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

INDICE OFICIAL

"2014, Año de Octavio Paz"

DIRECCIÓN
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. **06 de septiembre del 2014**

OFICIO DEP-CT-442-2014

C. ESTIFER OCAÑA SANTIAGO
PASANTE DE LA CARRERA DE **INGENIERÍA INDUSTRIAL**
EGRESADO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.
P R E S E N T E.

Habiendo recibido la liberación del informe técnico del proyecto denominado:

" PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN REFRIGERADORES EQUIPO DE BONBEO HIDRÁULICO Y MAQUINARIA AGRÍCOLA EN LA ESCUELA PREPARATORIA AGROPECUARIA JUAN SABINES GUTIÉRREZ APLICANDO T.P.M.)

Y en cumplimiento con los requisitos normativos para obtener el Título Profesional, comunico a Usted que se **AUTORIZA** la impresión del Trabajo Profesional.

Sin otro particular quedo de usted reiterándole mis más finas atenciones.

ATENTAMENTE
"CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO"


ING. JUAN JOSÉ ARREOLA ORDAZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES.
C.c.p. - Departamento de Servicios Escolares
C.c.p. - Expediente
LJJAQ/leam


Secretaría de Educ. Pública
Instituto Tecnológico
de Tuxtla Gutiérrez,
Div. de Est. Profesionales


Carretera Panamericana Km. 1460 y 1/2, 29000, Apertura Postal 2900
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Méx. (961) 51 14285 al 34461
www.itg.edu.mx





ÍNDICE GENERAL

Lista de Tablas.....	05
Lista de Figuras.....	06
Introducción.....	07

Capítulo 1. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO

1.1. Antecedentes del Problema.....	10
1.2. Definición del Problema.....	11
1.3. Objetivo General.....	11
1.4. Objetivos Especifico	12
1.5. Hipótesis.....	12
1.6. Justificación.....	12
1.7. Delimitación.....	13
1.8. Impactos (ético, social, tecnológico, económico y/o ambiental).....	14

Capítulo 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1. Caracterización de la empresa.....	16
2.1.1.- ubicación de la empresa.....	16
2.1.2.- micro localización.....	16
2.1.3.- antecedentes.....	16
2.1.4.- distribución de planta.....	16
2.1.5.- misión.....	17
2.1.6.- visión.....	17
2.1.7.- productos o servicios.....	17

Capítulo 3. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación.....	19
3.2. Tipos de mantenimiento.....	20
3.3. Gestión del mantenimiento.....	23



3.4. Implementación de las técnicas.....	24
3.5. Bases teorías.....	30
Capítulo 4. DIAGNÓSTICO	
4.1. Tipo de estudio.....	34
4.2. Diseño de la investigación.....	34
4.3. Flota de equipos.....	34
4.4. Fuerza laboral de la empresa.....	44
Capítulo 5. MÉTODO PROPUESTO	
5.1. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	49
5.2. Análisis y alternativas.....	49
5.3. Actividades del Mantenimiento de la Bomba.....	50
5.4. Actividades del Mantenimiento de Refrigeradores.....	51
5.5. Actividades del Mantenimiento del Tractor.....	52
Capítulo 6. RESULTADOS	
6.1. Factibilidad de la aplicación del mantenimiento predictivo.....	54
6.1.1. Programa de mantenimiento en bombas (3 meses).....	55
6.1.2. Programa de mantenimiento en bombas (12 meses).....	57
6.1.3. Programa de mantenimiento en refrigeradores.....	59
6.1.4. Programa de mantenimiento en tractor agrícola Kubota.....	61
Capítulo 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1. Conclusiones.....	66
7.2. Recomendaciones.....	67
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	68
ANEXOS.....	70



LISTA DE TABLAS

Tabla 3.4.2 Significado de las 5´s.....	27
Tabla 4.3.1. Registro de equipo de bombeo.....	34
Tabla 4.3.2. Equipo de refrigeración.....	38
Tabla 4.3.3 Tractor agrícola e implementos.....	41
Tabla 4.3.4 Revisión del tractor.....	42
Tabla 6.1.1 Programa de Mantenimiento en Bombas (tres meses).....	55
Tabla 5.1.2 Programa de Mantenimiento en Bombas (anual).....	57
Tabla 6.1.3 Programa de Mantenimiento en Refrigerador.....	59
Tabla 6.1.4 Programa de Mantenimiento en Tractor Agrícola KUBOTA.....	61



LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Ubicación de la empresa.....	16
Figura 3.5.1 Bomba monofásica.....	31
Figura 3.5.1.1 Especificaciones bomba monofásica.....	31
Figura 4.3.1.1. Comportamiento de las bombas.....	35
Figura 4.3.1.2. Demoras por equipo.....	35
Figura 4.3.1.3. Cantidad de fallas del Equipo 1.....	36
Figura 4.3.1.4. Equipo de bombeo No.1.....	36
Figura 4.3.1.5. Diagrama de espina de pescado del Equipo 1.....	37
Figura 4.3.2.1. Porcentaje de efectividad de los refrigeradores.....	39
Figura 4.3.2.2. Congelador torrey.....	39
Figura 4.3.2.3. Diagrama de espina de pescado (Torrey).....	40
Figura 4.3.3. Tractor agrícola KUBOTA.....	42
Figura 4.3.4. Diagrama de espina de pescado del tractor.....	43
Figura 4.4. Organigrama.....	45
Figura 4.5. Deficiencia en ejecución del mantenimiento.....	46



INTRODUCCIÓN

La Escuela Preparatoria Agropecuaria “Juan Sabines Gutiérrez” (EPAJSG), se dedica a la formación de alumnos del nivel medio superior, bachillerato con la especialidad en técnicos agropecuarios, brindándoles con esto último, la oportunidad de emplearse de inmediato al término de su formación académica, en caso de no poder seguir con sus estudios.

Dentro de la institución se cuenta con los servicios de comedor y dormitorio, para los alumnos de escasos recursos económicos que desean seguir estudiando, además de contar con el sector agropecuario productivo, el cual se dedica a la producción de maíz y sorgo, principalmente para el consumo de los animales, así como para el sustento de la misma institución.

En el sector de producción se cuenta con equipos, que permiten ejecutar de manera eficiente el proceso productivo, por ende, surge la necesidad de realizar un plan de mantenimiento para garantizar que estos equipos se encuentren en un estado óptimo y confiable.

Actualmente las instalaciones se encuentran en remodelación, por ello es necesario un plan de mantenimiento para garantizar y optimizar el buen funcionamiento de los equipos. Para lograrlo se requiere una buena programación y ejecución por parte del equipo de operaciones y de mantenimiento.

El mantenimiento cobra gran importancia, ya que permite que el equipo se pueda operar de manera eficiente a lo largo de su vida útil ya que su ejecución es programada.

En el presente trabajo de investigación, se propone un plan de mantenimiento preventivo para establecer las actividades y hacer un análisis del estado de funcionamiento de los equipos en la actualidad y programar las actividades de mantenimiento que se aplicaran a los equipos más críticos que se encuentran operando en el área de comedor y dormitorio, específicamente en los equipos de bombeo hidráulico y refrigeración, que además permanecerán en la institución en una determinada parada; también se aplicara dicho programa a los equipos de maquinaria agrícola, el cual permitirá que la persona encargada de realizar la programación de las Reparaciones Programadas (RP), en cada parada pueda llevar un seguimiento al cumplimiento de estos planes, por medio del cual se especifica en forma detallada todas las tareas de mantenimiento que se ejecutan en la misma.



Cabe mencionar que la institución no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo programado, ni con el personal adecuado para realizar las labores de mantenimiento a los equipos, así que, el objetivo principal es crear el programa seguido de la capacitación del personal, para lograr que dicho programa sea exitoso.

En el capítulo primero se presenta la información correspondiente a las características básicas del proyecto, tales como los objetivos, los antecedentes del problema, la justificación y delimitación de las áreas en que se desarrolla la investigación.

La descripción de la empresa se encuentra en el capítulo segundo, que es donde se especifican las características tales como: Ubicación, localización, misión, visión y propiedades como servicio.

En lo que respecta al marco teórico, desarrollado en el capítulo tercero, se presentan los diferentes tipos de mantenimiento, sus características, además de presentar las bases teóricas acerca de las bombas hidráulicas, los refrigeradores y la maquinaria agrícola, en específico el tractor.

En el diagnóstico, presentado en el capítulo cuarto, se realiza el análisis de los diferentes equipos, objetos de estudio, se determina el tipo de estudio, el tipo de investigación, y se desarrolla un análisis detallado de los equipos, con ayuda del personal de la empresa.

A través del capítulo quinto se desarrollan las técnicas de investigación utilizadas, para determinar los tipos de análisis y las alternativas de solución, también se desarrollan las actividades de mantenimiento programadas a las bombas hidráulicas de la institución, los refrigeradores y el tractor respectivamente.

Específicamente en el capítulo sexto se presentan los programas de mantenimiento de las bombas hidráulicas, los refrigeradores y la maquinaria agrícola, como resultado de las actividades y análisis aplicados a los equipos de la institución.

En el capítulo séptimo se presenta un listado de conclusiones como resultado de la investigación, seguido de un listado de sugerencias para mejorar el sistema. Y como parte final se agregan algunas fotografías.



Capítulo 1

CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO



1.1.- ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

El desarrollo vertiginoso de los procesos industriales en el ámbito nacional, la introducción de nuevas tecnologías en la producción, situación cultural, social y política, además de las nuevas exigencias del mercado, han conllevado al establecimiento de una estructura mínima para el mantenimiento en la mayoría de las empresas, con funciones que pueden ir desde una simple inspección y mantenimiento rutinario hasta la administración y ejecución en actividades de mantenimiento mayor.

En México, la competitividad internacional, la dependencia tecnológica y la situación financiera, han sido razones para reflexionar sobre la eficacia de las maquinarias y equipos existentes. Esta situación aunada al incremento en los costos de maquinaria y equipos de toda índole, ha llevado a mejorar los sistemas de mantenimiento para reducir los costos de operación y alargar la vida útil de los mismos.

En este orden de ideas, aunque un poco de manera indirecta se encuentra inmersa la Escuela Preparatoria Agropecuaria “Juan Sabinés Gutiérrez”, la cual se caracteriza por el desarrollo de jóvenes emprendedores con preparación agropecuaria y tecnológica, promoviendo la aplicación de nuevas técnicas de cultivo y producción agrícola, además de fomentar las actividades de: planificar, coordinar, supervisar y controlar las funciones operativas dentro de sus sectores de servicios y productivos respectivamente.

Para este proceso se utilizan diferentes equipos, herramientas y mano de obra, destacándose las bombas hidráulicas, los equipos de refrigeración y la maquinaria agrícola. En lo que a las bombas respecta, juegan un papel muy importante dentro de la institución, ya que a través de éstas se desplazan los líquidos (agua), para satisfacer la demanda del comedor y dormitorio, siendo el almacenamiento en cisternas una eficaz forma de evitar contingencias.

En lo que respecta a la maquinaria agrícola, es la encargada de generar la producción de granos (maíz, sorgo), utilizados principalmente para la alimentación de los animales de los diferentes sectores agropecuarios, en este caso: bovinos, caprinos, cerdos, ovinos y aves de corral. Basando la producción en la eficacia del tractor agrícola, el cual a su vez una parte del año se encuentra a la intemperie y fuera de servicio, expuesta a corrosión y falta de lubricación en partes específicas de las mismas, poniendo en riesgo la funcionalidad de las mismas.



Los equipos existentes en este proceso se encuentran sometidos a una mayor exigencia de trabajo, considerando que parte del mecanismo está trabajando a la intemperie, careciendo de un plan de mantenimiento preventivo, influyendo esto directamente en el tiempo de vida del equipo y la producción.

Considerando lo anteriormente evidenciado, se procede al análisis de este proceso productivo mediante la aplicación de diversas técnicas, a fin de lograr un plan de mantenimiento preventivo para las bombas, refrigeradores y maquinaria agrícola respectivamente.

Basados en los lineamientos antes mencionados, la Escuela Preparatoria Agropecuaria “Juan Sabines Gutiérrez” (EPAJSG), busca con esta investigación la optimización del proceso del sistema de abasto de agua a las áreas de dormitorio, comedor y sanitarios de la misma, además de optimizar el funcionamiento de la maquinaria agrícola, con el propósito de disminuir las paradas imprevistas y aumentar la producción; lo cual permite aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, ofreciendo la continuidad del proceso, y disminuyendo los eventos no deseados en el sistema.

No obstante, este plan de mantenimiento programado preventivo también es de mucha utilidad al momento de estimar la duración de cada parada (RP), para el cumplimiento de dicho programa de mantenimiento.

1.2.- DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

El estudio se realiza en la Escuela Preparatoria Agropecuaria “Juan Sabines Gutiérrez” (EPAJSG), y abarca proponer un Programa de Mantenimiento Preventivo de las Reparaciones Programadas (RP), para los equipos más críticos presentes en el sector agropecuario productivo (maquinaria agrícola), y en las áreas de dormitorio y comedor (bombas hidráulicas y equipos de refrigeración), que continuarán operando una vez terminada la instalación del proyecto de mantenimiento, de tal forma que permita preservar el correcto funcionamiento de los equipos, para que puedan alcanzar su vida útil y llevar un control del mantenimiento de los mismos.

1.3.- OBJETIVO GENERAL.

Diseñar un programa de mantenimiento preventivo, a través del estudio de las bombas hidráulicas del sistema de inyección de agua en estaciones de descargas, y del análisis de la maquinaria agrícola utilizando las metodologías de causa-efecto y de las 5 S's, en la Escuela Preparatoria Agropecuaria “Juan Sabines Gutiérrez”.



1.4.- OBJETIVO ESPECÍFICO.

- Evaluar las condiciones de trabajo de las bombas Hidráulicas, maquinaria agrícola y refrigeradores, para dar a conocer su impacto en el sistema de distribución de agua, de producción de granos y conservación de los alimentos respectivamente.
- Maximizar la disponibilidad de la maquinaria y equipos para la producción.
- Preservar el valor de las instalaciones, evitando su deterioro.
- Conseguir las metas fijadas en la forma más económica posible y a largo plazo.
- Establecer actividades y formatos para el control del equipo, trabajo e inventario de las bombas y maquinaria en el sistema de distribución de agua y producción agrícola.
- Elaborar un programa para la ejecución y control del mantenimiento.
- Establecer procedimientos para la implementación eficaz del programa.

1.5.- HIPÓTESIS.

Mediante la implementación del programa de mantenimiento, se optimizará el rendimiento de las bombas, de la maquinaria agrícola y de los refrigeradores garantizando un buen servicio en el área de comedor y dormitorio de la escuela, así como también de garantizar la producción en el sector agropecuario.

1.6.- JUSTIFICACIÓN.

Este estudio permite definir cuáles son los equipos que necesitan ser intervenidos para realizarle mantenimiento, cuales son las piezas a reemplazar, con qué frecuencia debe ser intervenido cada equipo, controlar el mantenimiento a ejecutar, establecer parámetros de mantenimiento, entre otros, durante cada parada de las RP (Reparaciones Programadas).

Esta investigación también es importante, ya que la correcta ejecución de un plan de mantenimiento programado preventivo entre la fecha establecida (inicio y final), disminuye la probabilidad de falla y rotura de los equipos. Además, garantiza su confiabilidad, disponibilidad y evita la paralización en el proceso productivo por la reparación a un equipo crítico que presente averías, por ende, también puede servir de ayuda para el control en los costos generados por mantenimiento.

Existe una serie de conceptos para definir el mantenimiento. En el caso específico de los sistemas de abastecimiento de agua, debe tenerse en cuenta lo siguiente:



- La calidad del agua es variable.
- Se emplean diversos procesos de distribución de agua.
- No existen dos estaciones de tratamiento o distribución similares; es decir, que tengan igual tamaño, el mismo tipo de construcción y tiempo de servicio y similar calidad del agua tratada.
- No existen dos estaciones idénticas en organización, personal y control.

Existen varias razones por las cuales un sistema de tratamiento y distribución de agua debe tener un servicio organizado de mantenimiento de sus instalaciones y equipos. Una de ellas es el hecho de que el abastecimiento de agua constituye, sin lugar a dudas, el servicio más importante y no puede tener interrupciones imprevistas, además los costos se reducen, y presenta las siguientes ventajas:

- Mejor conservación de los equipos.
- Aumento de la calidad y de la productividad.
- Disminución de paralizaciones imprevistas.
- Disminución de reparaciones.

En lo que respecta a la maquinaria agrícola, desarrollar un programa de mantenimiento, reduce el riesgo de fallas mecánicas, la ruptura o fractura de piezas especiales, y se optimiza la funcionalidad y como resultado la productividad aumenta.

De todo esto se concluye que no existe un sistema único de mantenimiento, pero sí un conjunto de actividades con fines comunes. Entonces, se puede definir genéricamente al mantenimiento como la conservación o protección de componentes o equipos para una condición determinada, especialmente en lo que se refiere a su eficiencia y bajo costo de operación.

1.7.- DELIMITACIÓN.

La presente investigación se encuentra delimitada espacialmente: En la Escuela Preparatoria Agropecuaria “Juan Sabines Gutiérrez” (EPAJSG), en las áreas de dormitorio y comedor (sistema de abasto de agua y equipos de refrigeración) y en el sector productivo agropecuario (Tractor e implementos agrícolas), respectivamente y temporalmente se realizará en el lapso comprendido entre el mes de Enero del año 2014 y el mes de Junio del mismo año, período establecido para cumplir con los objetivos del presente estudio, considerando que no existen limitaciones para obtener la información y que la organización esté dispuesta a brindar la información necesaria para la elaboración de esta investigación.



1.8. IMPACTOS.

1.8.1.- ÉTICO.

Con la implantación del programa, se logrará una formación de calidad en sus alumnos, al incorporar el conocimiento de un programa de corrección y prevención de fallas de equipos y maquinaria, en su sistema de enseñanza, y por otra parte brindará las herramientas adecuadas a sus empleados para afrontar las situaciones difíciles laborales, teniendo una guía para hacerlo.

1.8.2.- SOCIAL.

Como la escuela es una empresa dedicada tanto a la producción como a brindar un servicio, logrará brindar un servicio de calidad, con garantías de servicio óptimo y producción, generando atracción de más clientes del entorno.

1.8.3.- TECNOLÓGICO.

Al tener un manual de mantenimiento, se hará un buen uso de la tecnología, se harán los ajustes y adecuaciones en las fallas de las máquinas y lo más importante se anticiparán dichas fallas para eliminar los tiempos muertos de las máquinas.

1.8.4.- ECONÓMICO.

En esta sección la reducción en los gastos por reparación de equipo será fundamental, ya que en el sector tanto agropecuario, como en el sistema hidráulico, las piezas suelen ser de alto costo y peor aún que no se consiguen de manera rápida en la región.



Capítulo 2

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1. CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA Y ÁREA EN QUE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO.

2.1.1.- UBICACIÓN DE LA EMPRESA.

La Escuela Preparatoria Agropecuaria “Juan Sabinés Gutiérrez” (EPAJSG), se encuentra ubicada en la colonia Tiltepec, municipio de Jiquipilas, Chiapas.

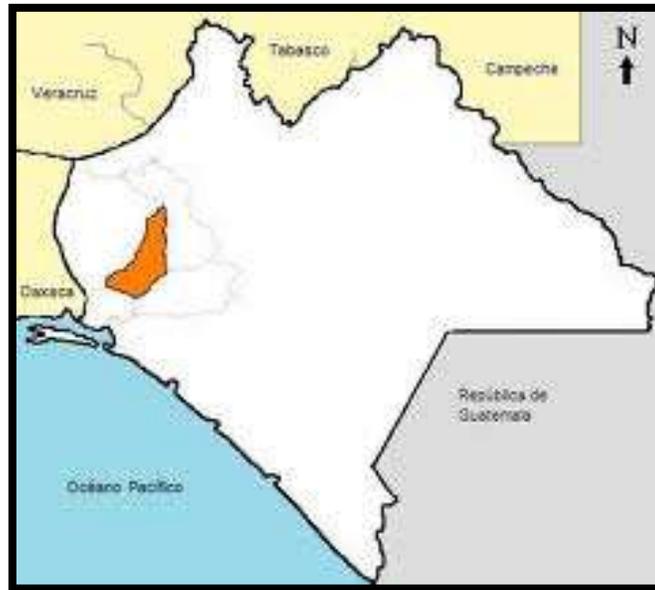


Figura 2.1. Ubicación de la empresa.

2.1.2.- MICRO LOCALIZACIÓN.

Se encuentra ubicada en la colonia Tiltepec, Jiquipilas, Chiapas, con dirección: 4ta. Norte Oriente, sin número, código postal 30449.

2.1.3.- ANTECEDENTES.

Fue fundada en el año de 1980, con la clave 07EBH0012K, con turno matutino dando inicio labores con un cupo de 3 grupos; dos de tronco común y uno especializado en el área de químicos biólogos, una plantilla docente con 12 profesores y una administrativa conformada de 5 personas. Actualmente cuenta con una comunidad estudiantil de 503 alumnos distribuidos en 15 grupos, una plantilla de 31 profesores y 20 administrativos. Además de brindar el servicio de educación también cuenta con terrenos agrícolas, ganado bovino, ovino y porcino.

2.1.4.- DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.

La Escuela Preparatoria, se encuentra distribuida de la siguiente manera: sector agropecuario productivo, área de comedor y dormitorio que cuenta con 4



edificios con capacidad para albergar a 400 alumnos y la sección de la escuela que brinda los servicios de educación académica en el horario matutino de 7:00 hrs. a las 15:00hrs., atendiendo a una comunidad estudiantil de 550 alumnos.

2.1.5.- MISIÓN.

Formar alumnos con un alto nivel académico, con formación agropecuaria de calidad y un amplio criterio de competitividad, brindándoles las herramientas necesarias para enfrentar el futuro, y ser capaces de incorporarse al sector laboral productivo.

2.1.6.- VISIÓN.

Ser una institución de calidad, que se mantenga en los más altos niveles de competitividad, donde impere el buen trato, la sana convivencia y el fortalecimiento de los buenos hábitos. Además de ser una de las instituciones con excelente nivel académico.

2.1.7.- PRODUCTOS O SERVICIOS.

Proporciona educación de calidad en el sector medio superior, bachillerato o preparatoria, con el nuevo plan en el sistema de competencias, y formación técnica agropecuaria. Anualmente egresan de la institución en promedio 120 alumnos, de sus diferentes áreas de formación.

En el sector agropecuario productivo se generan anualmente un promedio de 50 toneladas de sorgo y 40 toneladas de maíz, también se genera una producción de 500 lechones en promedio.



Capítulo 3

MARCO TEÓRICO



3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1.1. HISTORIA DEL MANTENIMIENTO

A finales del siglo XVIII y comienzo del XIX durante la Revolución Industrial, con las primeras máquinas se iniciaron los trabajos de reparación y de igual manera los conceptos de competitividad, costos, entre otros. De la misma manera empezaron a tenerse en cuenta el término de falla y comenzaron a darse cuenta que esto producía paradas en la producción. Dando origen a la necesidad de empezar a controlar dichas fallas, y hacia los años 20 empezaron a aparecer las primeras estadísticas sobre tasas de falla en motores y equipo de aviación.

Por lo cual podemos concluir que la historia del mantenimiento va de la mano con el desarrollo técnico-industria, ya que con las primeras máquinas surgió la necesidad de las primeras reparaciones. La mayoría de las fallas que se presentaban en ese entonces eran el resultado del abuso o de los grandes esfuerzos a los que eran sometidas las máquinas. En ese entonces el mantenimiento se hacía hasta cuando ya era imposible seguir usando el equipo. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo personal de operación y producción.

Con el advenimiento de la primera guerra mundial y de la implementación de una producción en serie, las fábricas establecieron programas mínimos de producción, por lo cual empezaron a sentir la necesidad de crear equipos que pudieran efectuar el mantenimiento de las máquinas de la línea de producción en el menor tiempo posible.

Así surgió un órgano subordinado a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocido como MANTENIMIENTO CORRECTIVO. Esta situación se mantuvo hasta la década del año 50.

Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento, el cual simplemente consistía en seguir las recomendaciones de los fabricantes de equipo, acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de las máquinas y sus dispositivos. Esta nueva forma o tendencia de mantenimiento se llamó MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

A partir de 1966 con el fortalecimiento de las asociaciones nacionales de mantenimiento creadas a final del periodo anterior, y de la sofisticación de los



instrumentos de protección y medición, la Ingeniería de Mantenimiento, pasa a desarrollar criterios de predicción de fallas. Visualizando así la optimización de la actuación de los equipos de ejecución del mantenimiento.

Estos criterios fueron conocidos como MANTENIMIENTO PREDICTIVO, los cuales fueron asociados a métodos de planeación y control de mantenimiento. También hay otros tipos de mantenimiento como el MANTENIMIENTO PRODUCTIVO que fue una nueva tendencia que determinaba una perspectiva más profesional. Se asignaron más responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento y se hacían consideraciones acerca de la confiabilidad y el diseño del equipo de la planta.

Hace aproximadamente diez años, tomó lugar la globalización del mercado, creando nuevos modelos de mantenimiento para así lograr una mejor calidad y una mejor excelencia. Estos modelos son: TPM, 5S, KAISEN y RCM.

3.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO.

Dependiendo de la forma, el objetivo y la oportunidad en que se realizan las acciones, se pueden resaltar diferentes tipos de mantenimientos, tales como: Preventivo, Correctivo y Predictivo.

3.2.1.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Conocido también como, "mantenimiento reactivo", y tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actúa cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tiene que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores.

Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.

Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.

Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado. La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.



El mantenimiento correctivo puede ser correctivo programado o correctivo de emergencia.

3.2.2.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Este tipo de mantenimiento consiste en programar las intervenciones o cambios de algunos componentes o piezas, según intervalos predeterminados de tiempo o espacios regulares (horas de servicio, kilómetros recorridos, toneladas producidas). El objetivo de este tipo de mantenimiento, es reducir la probabilidad de avería o pérdida de rendimiento de una máquina o instalación, tratando de planificar unas intervenciones que se ajusten al máximo a la vida útil del elemento intervenido.

El origen de este tipo de mantenimiento surge analizando estadísticamente la vida útil de los equipos, sus elementos mecánicos y efectuando su mantenimiento, basándose en la sustitución periódica de elementos, independientemente del estado o condición de deterioro y desgaste de los mismos. Su gran limitación es el grado de incertidumbre a la hora de definir el instante de la sustitución del elemento. Este tipo de mantenimiento presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo siguiente a un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios "a la mano".
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

3.2.3.- MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

El mantenimiento predictivo permite detectar anomalías con el equipo en funcionamiento, mediante la interpretación de datos previamente obtenidos con instrumentos portátiles colocados en diferentes partes del equipo, cuyos resultados son analizados conjuntamente con información estadística definida como: análisis vibratorios, análisis de aceites, revisión de temperaturas y presiones.



Para cada empresa de producción existirá una combinación de acciones correctivas y predictivas que harán que el costo de mantenimiento sea el más bajo.

3.2.3.1.- CARACTERÍSTICAS DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

Características:

- Predice el fallo, interviene como consecuencia del cambio en la condición monitoreada.
- Practica una diagnosis fundamentada en síntomas, medidos por los monitores con instrumentos a veces muy complejos.
- Las acciones se efectúan antes de que ocurran las fallas.
- La identificación de tendencias y el diagnóstico mediante la detección de la falla con la máquina en operación permite planificar la intervención.

3.2.4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.

El Mantenimiento Productivo Total, cuyas siglas en ingles son TPM (Total Productive Maintenance), nace en los años 70, 20 años después del inicio del Mantenimiento Preventivo.

Las metas del Mantenimiento PTM:

- Maximizar la eficacia de los equipos.
- Involucrar en el mismo a todos las personas y equipos que diseñan, usan o mantienen los equipos.
- Obtener un sistema de Mantenimiento Productivo para toda la vida del equipo.
- Involucrar a todos los empleados, desde los trabajadores a los directivos.
- Promover el PTM mediante motivación de grupos activos en la empresa.

Objetivos del Mantenimiento Productivo Total:

- Cero averías en los equipos.
- Cero defectos en la producción.
- Cero accidentes laborales.
- Mejorar la producción.
- Minimizar los costes.

Inconvenientes del Mantenimiento Productivo Total:

- Proceso de implementación lento y costoso.
- Cambio de hábitos productivos.
- Implicación de trabajar juntos todos los escalafones laborales de la empresa.



3.3. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.

La Gestión de Mantenimiento involucra cuatro procesos diferenciados: Planificación, Programación, Ejecución y Control.

Entendiendo por Mantenimiento a todas las actividades que tienen por objeto lograr una adecuada disponibilidad de los equipos al menor costo posible. Éste atiende a dos tipos, según el concepto universal de mantenimiento: El programado, en el cual se prevén las intervenciones, los recursos y los trabajos a ejecutar; y el no programado, donde las intervenciones se realizan de emergencia, por lo general ocasionando paradas en las instalaciones.

PLANIFICACIÓN.

Representa el proceso mediante el cual se definen los objetivos a alcanzar en la gestión y se determinan las estrategias de acción a implantar de acuerdo a criterios basados en las políticas, prioridades de la corporación y estimación de costos.

PROGRAMACIÓN.

El proceso se inicia cuando se asocia a cada acción de mantenimiento una escala de tiempo y de utilización de recursos. El programa establece los tiempos esperados, tanto el de inicio, como el de terminación de la acción y se formula asignando recursos hasta el límite de disponibilidad, de acuerdo a las necesidades de la planificación previa.

EJECUCIÓN.

Representa poner en marcha lo programado, y vincula dos acciones administrativas como lo son: La dirección y la coordinación de los esfuerzos del grupo de realizadores de las actividades generadas en los procesos de planificación y programación, con el propósito de lograr los objetivos propuestos.

CONTROL.

Es la comprobación de que las personas, instalaciones, sistemas y equipos, están actuando u operando sin desviaciones, con relación a la norma o parámetro determinado.



3.4 IMPLEMENTACIÓN DE LAS TÉCNICAS.

3.4.1 DIAGRAMA CAUSA – EFECTO.

Este diagrama es un instrumento eficaz para el análisis de las diferentes causas que ocasionan el problema. Cuando se ha identificado el problema, es necesario buscar las causas que producen la situación anormal. Cualquier problema por complejo que sea, es producido por factores que pueden contribuir en una mayor o menor proporción.

Estos factores pueden estar relacionados entre sí y con el problema que se estudia.

Su ventaja consiste en el poder visualizar las diferentes cadenas, causa - efecto, que pueden estar presentes en un problema, facilitando los estudios posteriores de evaluación del grado de aporte de cada una de estas causas. Además este diagrama facilita recoger las numerosas opiniones expresadas por el equipo sobre las posibles causas que generan el problema, se trata de una técnica que estimula la participación e incrementa el conocimiento de los participantes sobre el proceso que se estudia.

El Diagrama de Causa - Efecto es un gráfico con la siguiente información:

- El problema que se pretende diagnosticar.
- Las causas que posiblemente producen la situación que se estudia.
- Un eje horizontal conocido como espina central o línea principal.
- El tema central que se estudia se ubica en uno de los extremos del eje horizontal. Este tema se sugiere encerrarse con un rectángulo. Es frecuente que este rectángulo se dibuje en el extremo derecho de la espina central.
- Líneas o flechas inclinadas que llegan al eje principal. Estas representan los grupos de causas primarias en que se clasifican las posibles causas del problema en estudio.
- A las flechas inclinadas o de causas primarias, llegan otras de menor tamaño que representan las causas que afectan a cada una de las causas primarias.
- Estas se conocen como causas secundarias.

El Diagrama de Causa - Efecto debe llevar información complementaria que lo identifique. La información que se registra con mayor frecuencia es la siguiente: título, fecha de realización, área de la empresa, integrantes del equipo de estudio.

Para una correcta construcción del Diagrama de Causa - Efecto, se recomienda seguir un proceso ordenado, con la participación del mayor número de personas involucradas en el tema de estudio.



ESTRUCTURA DE UN DIAGRAMA CAUSA – EFECTO.

Este diagrama ha sido construido por el equipo, para identificar las diferentes características prioritarias que se van a considerar en el estudio de causa-efecto.

La siguiente clasificación para las causas primarias, es la más ampliamente difundida y se emplea preferiblemente para analizar problemas de procesos y averías de equipos; pero pueden existir otras alternativas para clasificar las causas principales, dependiendo de las características del problema que se estudia, éstas pueden ser las siguientes:

a) Causas debidas a la materia prima.

Se tienen en cuenta las causas que generan el problema desde el punto de vista de las materias primas empleadas para la elaboración de un producto. Por ejemplo: causas debidas a la variación del contenido mineral, pH, tipo de material, proveedor, empaque, transporte etc. Estos factores causales pueden hacer que se presente con mayor severidad una falla en un equipo.

b) Causas debidas a los equipos.

En esta clase de causas se agrupan aquellas relacionadas con el proceso de transformación de las materias primas como las máquinas y herramientas empleadas, efecto de las acciones de mantenimiento, obsolescencia de los equipos, cantidad de herramientas, distribución física de estos, problemas de operación y eficiencia.

c) Causas debidas al método.

Se registran en esta espina las causas relacionadas con la forma de operar el equipo y el método de trabajo. Son numerosas las averías producidas por estrelladas de los equipos. Deficiente operación y falta de respeto de los estándares de capacidades máximas.

d) Causas debidas al factor humano.

En este grupo se incluyen la falta de experiencia del personal, salario, grado de entrenamiento, creatividad, motivación, pericia, habilidad, estado de ánimo.

e) Causas debidas al entorno.

Se incluyen en este grupo aquellas causas que pueden venir de factores externos como contaminación, temperatura del medio ambiente, altura de la ciudad, humedad, ambiente laboral.



f) Causas debidas a las mediciones y metrología.

Frecuentemente en los procesos industriales, los problemas de los sistemas de medición pueden ocasionar pérdidas importantes en la eficiencia de una planta. Es recomendable crear un nuevo grupo de causas primarias para poder recoger las causas relacionadas con este campo de la técnica. Por ejemplo: descalibraciones en equipos, fallas en instrumentos de medida, errores en lecturas. Deficiencias en los sistemas de comunicación de los sensores, fallas en los circuitos amplificadores, por mencionar algunos.

El animador de la reunión es el encargado de registrar las ideas aportadas por los participantes. Es importante que el equipo defina la espina primaria en que se debe registrar la idea aportada. Si se presenta discusión, es necesario acordar donde registrar la idea. En situaciones en las que es difícil llegar a un acuerdo y para mejorar la comprensión del problema, se pueden registrar una misma idea en las espinas principales. Sin embargo, se debe dejar esta posibilidad solamente para casos extremos.

INTERPRETACIÓN DEL DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO.

En este paso se lee y obtienen las conclusiones de la información recogida. Para una correcta utilización es necesario asignar el grado de importancia a cada factor y marcar los factores de particular importancia que tienen un gran efecto sobre el problema. Este paso es fundamental dentro de la metodología de la calidad, ya que se trata de un verdadero diagnóstico del problema o tema en estudio.

DIAGNÓSTICO CON INFORMACIÓN CUALITATIVA.

Cuando se dispone en un Diagrama de Causa - Efecto numerosa información cualitativa, opiniones o frases, es el resultado de causas relacionadas con la motivación del personal, falta de capacitación, sentido de pertenencia y otras situaciones difícilmente cuantificables, es necesario procesar esta información a través de técnicas especiales como el Diagrama de Afinidad y Diagrama de Relaciones. Esta clase de técnicas facilitan el proceso de información verbal y su prioridad en base a la búsqueda de relaciones Causa - Efecto.

DIAGNÓSTICO CUANTITATIVO.

Cuando el Diagrama de Causa - Efecto contiene causas que son cuantificables y para las cuales podemos tener facilidad de recolección de datos, se recomienda realizar una evaluación del grado de contribución de cada una de las posibles causas al efecto. Esta clase de estudios se realizan empleando



procedimientos estadísticos simples como el Diagrama de Dispersión y empleando el Papel Binomial como complemento.

3.4.2.- METODOLOGÍA DE LAS 5´S.

Es una metodología que tiene su origen en Japón, la cual está orientada a desarrollar lugares de trabajo donde "se respire" la calidad. Las 5´s están sustentadas en principios universales de aplicación práctica, los cuales debemos fomentar para lograr ser una sociedad más próspera.

Objetivo:

Crear y mantener un ambiente de trabajo ordenado, limpio, seguro y agradable que facilite el trabajo diario y nos ayude a brindar productos y servicios de calidad.

Metas:

- Dar respuesta a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo.
- Buscar la reducción de pérdidas por la calidad.
- Facilita crear las condiciones para aumentar la vida útil de los equipos.
- Mejorar la estandarización y la disciplina en el cumplimiento de los estándares.
- Facilitar la implementación de cualquier tipo de programa de mejora continua, de producción Justo a Tiempo, Control Total de Calidad y Mantenimiento Productivo Total.

Tabla 3.4.2 Significado de las 5´s.

JAPONÉS	INGLÉS	ESPAÑOL
SEIRI	SORT	SELECCIONAR
SEITON	SIMPLIFY	SIMPLIFICAR
SEISO	SHINE	LIMPIEZA SISTEMÁTICA
SEIKETSU	STANDARDIZE	ESTANDARIZAR
SHITSUKE	SUSTAIN	SEGUIMIENTO

SEIRI:

Diferenciar entre elementos necesarios e innecesarios en el lugar de trabajo y descartar los innecesarios.



BENEFICIOS:

- Sitios libres de objetos innecesarios o inservibles.
- Remueve basura/obstáculos.
- Controla lo que está en el área.
- Eliminación del despilfarro.
- Prepara para simplificar.

SEITON:

Poner en orden todos los elementos necesarios, cada cosa tiene su lugar y está en su lugar.

BENEFICIOS:

- Reduce el tiempo de localización de herramienta, equipo, etc.
- Elimina la frustración causada por buscar.
- Mejora la seguridad.
- Incrementa la productividad personal.
- Reduce tiempos de preparación de la máquina.
- Facilita la limpieza.
- Prepara el área para el proceso de estandarización.

SEISO:

Mantener limpias las máquinas y los ambientes de trabajo.

BENEFICIOS:

- Alargamiento de la vida útil de los equipos e instalaciones.
- Crea un mejor ambiente de trabajo.
- Mejora la percepción del cliente.
- Menos accidentes.
- Reduce posibles defectos por contaminación.
- Ayuda al proceso de estandarización.

SEIKETSU:

Uso de procedimientos estándares y listas de verificación para mantener un área ordenada, limpia, segura y eficiente.

BENEFICIOS:

- Provee el plan de 5´s.
- Asegura que no se deteriore el programa.
- Hace de las 3´s anteriores un hábito.



- Inicia la resolución de problemas/actividades de mejora.
- Promueve disciplina, mantiene el proceso.

SHITSUKE:

Implementar sistemas para monitorear/evaluar las 5's y asegurar que es mantenido correctamente.

BENEFICIOS:

- Establecer estándares para poder medir.
- Mejora nuestra eficacia.
- Mantiene siempre el área siempre lista para cualquier recorrido.
- Promueve orgullo y respeto en el área de trabajo.
- Actividades basadas en la mejora continua.

¿QUÉ ES 5'S + 1?

5S's +1 es una actividad normal, no es una actividad especial o adicional a realizar en nuestra forma de vida, es simplemente hacer lo que se tiene que hacer, en el lugar donde se vive o se trabaja. Entonces el +1 en este caso sería ser constante.

+1 SHIKARI – SER CONSTANTE:

No parar la aplicación de las 5s en nuestra persona y en el área de trabajo, lo que es bueno hoy será bueno para el mañana.

BENEFICIOS:

- Mejorar la seguridad.
- Ayudar a reducir el desperdicio.
- Incrementar nuestra eficiencia.
- Mejorar nuestra imagen.
- Contribuir a desarrollar buenos hábitos.
- Desarrollar el autocontrol.



3.5. BASES TEÓRICAS.

3.5.1.- BOMBAS RECIPROCANTES.

Las bombas reciprocantes, son aquellas en la cual un pistón desplaza un determinado volumen de fluido atrapado en el cilindro por cada movimiento de vaivén. El pistón puede ser accionado mediante vapor, motor de combustión o motor eléctrico.

La cantidad de fluido descargado es en función del volumen que ocupa el cilindro y del número de veces que se mueve el pistón dentro de él. Este tipo de bomba se emplea para manejar líquidos claros y limpios, con un comportamiento de flujo de descarga pulsante.

Las bombas reciprocantes son unidades de desplazamiento positivo, es decir, recibe un volumen fijo de líquido en condiciones a base de succión, lo comprime a la presión de descarga y lo expulsa por la boquilla de descarga. En estas bombas se logra por el movimiento alternativo de un pistón, émbolo o diafragma.

Estos equipos descargan una cantidad definida de líquido durante el movimiento del pistón o émbolo a través de la distancia de la carrera. Sin embargo, no todo el líquido llega necesariamente al tubo de descarga debido a escapes o desarreglo de pasos de alivio que puedan evitarlo. Las bombas reciprocantes no son cinéticas y no requieren de velocidades para producir presión, puede obtenerse presiones altas a bajas velocidades.

Características de las Bombas Reciprocantes.

La descarga del flujo de las bombas reciprocantes es pulsante, dependiendo de las pulsaciones, de las características y tipo de bombas reciprocantes que se usan. En las bombas de accionamiento directo, que operan a una velocidad normal, el flujo es estable hasta el final del recorrido del pistón. En este punto, el pistón se para e invierte el recorrido. Teóricamente el recorrido es cero (0) en ese punto.

Esta bomba no es cinética como la centrífuga y no requiere velocidad para producir presión, se puede obtener altas presiones a bajas velocidades. A medida que aumenta la velocidad de una bomba reciprocantes aumenta también su capacidad, siempre y cuando el fluido llene simultáneamente la cavidad producida por el pistón a succionar.



Figura 3.5.1 Bomba monofásica

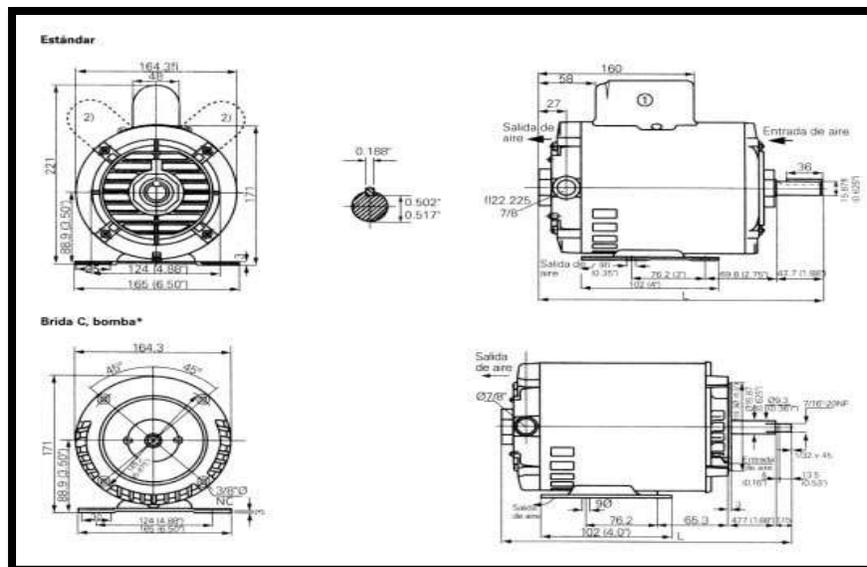


Figura 3.5.1.1. Especificaciones bomba monofásica.

3.5.2.- MAQUINARIA AGRÍCOLA

En lo que respecta al área agrícola se definen algunos conceptos básicos.

Mantenimiento Preventivo: Servicio programado para mantener en óptimas condiciones de uso, la maquinaria agrícola con que cuenta la institución, proporcionado por taller autorizado para realizar afinación, cambio de aceite, filtros, bujías, radiadores, bandas, frenos, y más.



Maquinaria agrícola: Maquinaria destinada a las labores del campo.

Solicitud de Mantenimiento: Documento en el que se registran los datos correspondientes a la maquinaria agrícola y se describen los trabajos que se realizarán al mismo.

Inventario de Maquinaria: Documento en el que se registran los datos relativos a las condiciones físicas de la maquinaria, al momento de ingresarla al taller autorizado para hacer constar las condiciones en las que se entrega y se recibe. Como es: carrocería, accesorios, y llantas.

Usuario: Persona que utiliza la maquinaria agrícola ya sea bajo su resguardo o préstamo.

Resguardatario: Persona que cuenta con el documento de "Resguardo de Bienes", firmado en el que acepta la responsabilidad sobre el uso de la maquinaria agrícola.

Excepción: Cuando el usuario no lleva la maquinaria agrícola al taller durante un periodo de cinco días hábiles, posteriores a la recepción de la "Solicitud de Mantenimiento".



Capítulo 4

DIAGNÓSTICO



4.1. TIPO DE ESTUDIO.

El presente estudio se realiza como una investigación no experimental de tipo descriptivo-evaluativo. Es no experimental debido a que no existió manipulación en forma deliberada de la variable independiente, simplemente se procedió a realizar observaciones de situaciones ya existentes. Es de carácter descriptivo, porque permitió describir y conocer el funcionamiento de cada uno de los equipos que conforman los sectores agropecuarios y dormitorio-comedor de la escuela; y evaluativo dado que uno de sus objetivos consistió en determinar la factibilidad de un plan de mantenimiento predictivo.

4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN-

Esta investigación corresponde a un diseño de campo y documental. De campo, porque se basa en visitas al área de trabajo para obtener datos e información y observar directamente el funcionamiento de los equipos de bombeo y la maquinaria agrícola estudiado; documental debido a que la información es extraída de manuales y catálogos suministrados por los proveedores.

4.3. FLOTA DE EQUIPOS.

4.3.1 EQUIPO DE BOMBEO HIDRAÚLICO.

Todos los equipos de bombeo funcionan eléctricamente, se encuentran conectados a un interruptor, el cual es accionado por un operario, que además se encarga de estar monitoreando cada contenedor (rotoplas) de cada edificio, el cual es abastecido por cada equipo.

Cabe mencionar que las bombas se encienden en períodos fraccionados en horas, para evitar el sobrecalentamiento y regular el consumo de agua, otro dato importante es que no todo el año se consume cantidades constantes, ya que en periodos de calor aumenta el consumo de la misma.

Tabla 4.3.1. Registro de equipo de bombeo

No.	EQUIPO	MODELO	TIPO	POTENCIA
1	bomba	EVANS	3HME100	0.75 C.P.
2	bomba	SIEMENS	1RF3 255-2YC44	0.75 C.P.
3	bomba	EVANS	3HME100	0.75 C.P.
4	bomba	EVANS	3HME100	0.75 C.P.
5	bomba	SIEMENS	1RF4 25D-2YC34	0.75 C.P.
6	bomba	SIEMENS	1RF3 257-2YC44	1.5 C.P.
7	bomba	SIEMENS	1RF4 25D-2YC34	0.75 C.P.

Por otra parte, de nada serviría contar con equipos en excelentes condiciones, si la materia prima o la mano de obra no es la adecuada, así que para esto se necesita de contenedores al cien por ciento y personal calificado.

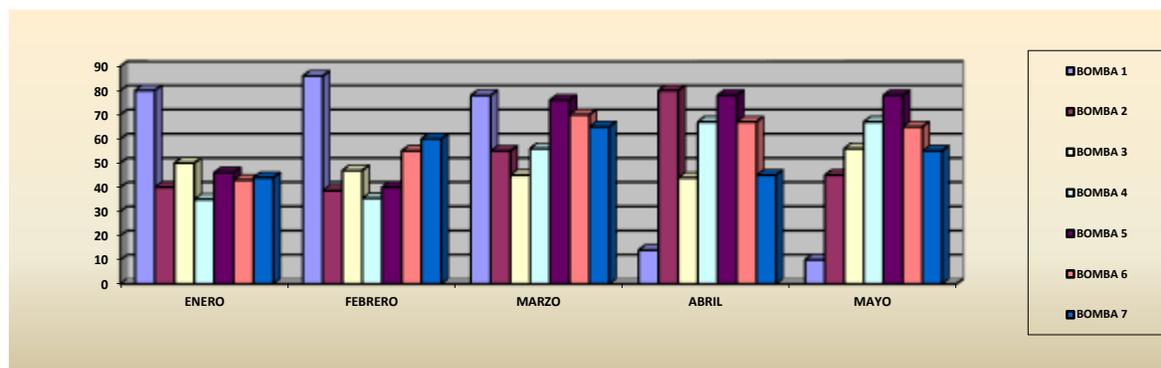


Figura 4.3.1.1 Comportamiento de las bombas

Como muestra la Figura 4.3.1.1. Los equipos de bombeo, registran un desempeño por debajo del esperado, y en el caso específico del equipo 1 se ve un notable bajo rendimiento, al transcurrir de los meses, hasta casi dejar de funcionar. Para ello se realiza un análisis del mismo, para determinar las causas.

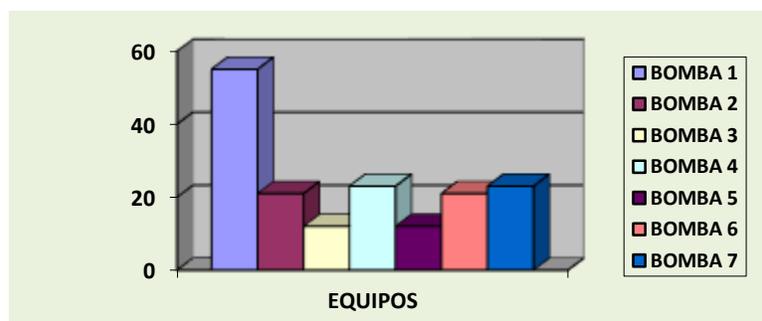


Figura 4.3.1.2. Demoras por equipo

En la Figura 4.3.1.2. Se observa que el equipo que impactó más sobre el proceso fue la bomba No. 1, por presentar el mayor tiempo de demora, pero debido a que ésta, es producto de que el equipo se encontró parado por varios meses, se considera como la bomba más problemática. Por lo tanto se procederá a hacer un análisis por tipo de fallas de ésta, clasificándolas en falla mecánica, eléctrica, hidráulica, estructural y de operaciones; con el objetivo de determinar cuál de éstos tipos de fallas es la que se repite con mayor frecuencia y ocasiona mayores demoras.

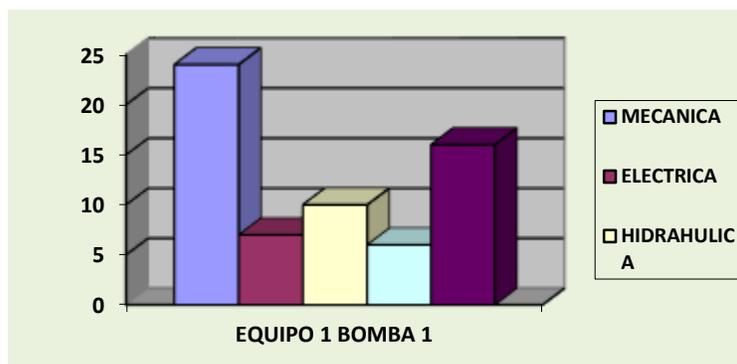


Figura 4.3.1.3. Cantidad de fallas del equipo 1

De la Figura 4.3.1.3. Se deduce que las fallas que más repercutieron en el funcionamiento de la bomba No. 1, fueron de carácter mecánico, seguido de las de carácter operacional, siendo ambas responsables del mal funcionamiento del equipo, que a su vez provocaron afecciones al sistema de abasto de agua.



Figura 4.3.1.4. Equipo de bombeo No. 1

La figura 4.3.1.4. Hace referencia al equipo de bombeo con más problemas, siendo este el más crítico y por ende es el primero en ser sometido al programa, tomando en consideración las siguientes fallas: Mecánicas, Hidráulicas, Eléctricas, Estructural y de operaciones.

A continuación se representa mediante un diagrama de causa-efecto, el análisis del equipo de bombeo hidráulico.

La información obtenida del análisis es vital para generar el programa de mantenimiento, ya que representa el punto de partida para las soluciones y prevenciones futuras de los equipos.

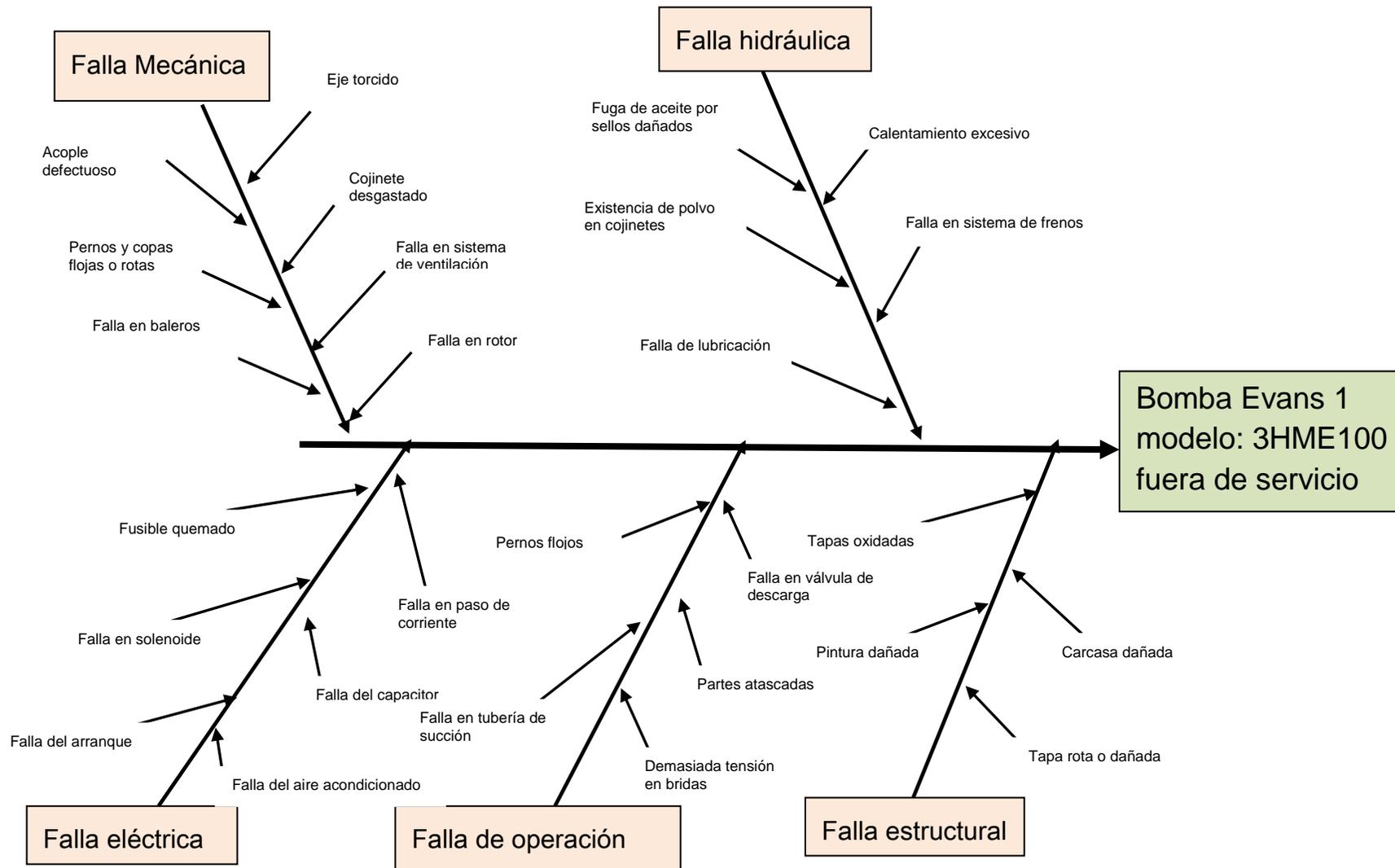


Figura 4.3.1.5. Diagrama de espina de pescado de la bomba.



Del anterior diagrama, se puede concluir que las fallas más significativas, fueron las de carácter mecánico, y las de operación, ya que la Bomba Evans modelo 3HME100, presentaba algunos pernos flojos, incluso faltantes, lo cual producía demasiada vibración en la máquina. El eje no se encontraba bien alineado, e incluso un poco torcido, generando demasiada tensión y como resultado calentamiento excesivo del equipo, incluso con pocas horas de trabajo.

Los cojinetes desgastados, como resultado de las demasiadas vibraciones y la inestabilidad del equipo a la hora de estar trabajando. En la parte operacional se encontró que la tubería de succión se tapaba continuamente, principalmente debido a la mala calidad del agua, la cual contenía demasiada materia orgánica, como hojas. Otro factor que ocasionaba el mal funcionamiento de la bomba era que algunas partes de ésta estaban atascadas, ya que tenía demasiada humedad en la parte interna del motor, y por ende presentaba oxido, generada por el goteo constante de la tubería de distribución que pasa justo por encima del motor.

4.3.2.- EQUIPO DE REFRIGERACIÓN.

La flota de refrigeración está conformado por tres equipos, los cuales están relativamente nuevos, así que se sugiere únicamente que se les adapte un regulador de corriente, para evitar fallas por descargas eléctricas, o mal desempeño por la poca energía que los alimente. Ya que contienen grandes cantidades de alimentos en conservación.

Tabla 4.3.2. Equipo de refrigeración

NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE
REFRIGERADOR	TORREY	VRD42-4P	L13-00195I
CONGELADOR	TORREY	CHTC15 D	WB21940931
REFRIGERADOR	TORREY	VRD42-4P	L13-00196I

Los refrigeradores son equipos que en general no son muy exigentes desde la perspectiva de mantenimiento, aunque sí son exigentes con relación a la calidad de los sistemas de alimentación eléctrica. Si se conectan a circuitos eléctricos de buena calidad y se verifica que tengan buena ventilación alrededor del equipo, pueden funcionar años sin demandar servicios técnicos especializados. El circuito de refrigeración es sellado en fábrica y no dispone de componentes que puedan requerir mantenimiento rutinario.

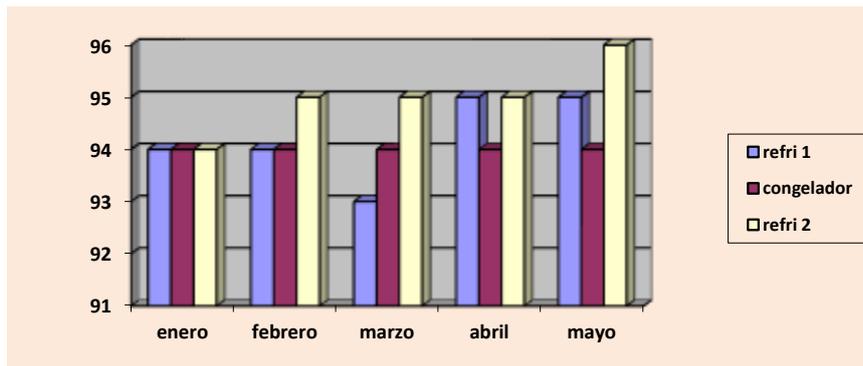


Figura 4.3.2.1. Porcentaje de efectividad de los refrigeradores.

De la Figura 4.3.2.1. Podemos observar que los equipos de refrigeración se encuentran funcionando en excelentes condiciones. Y se recomienda para su buen funcionamiento que no sean saturados más de su capacidad para no forzar los motores.



Figura 4.3.2.2. Congelador torrey.

La figura 4.3.2.2. Hace referencia al equipo de refrigeración más problemático, siendo este el más crítico y el primero en ser sometido al programa, tomando en consideración las siguientes fallas: Mecánicas, Eléctricas, Estructural y de operaciones.

A continuación se representa mediante un diagrama de causa-efecto, el análisis del congelador torrey.

La información obtenida del análisis es vital para generar el programa de mantenimiento, ya que representa el punto de partida para las soluciones y prevenciones futuras de los equipos.

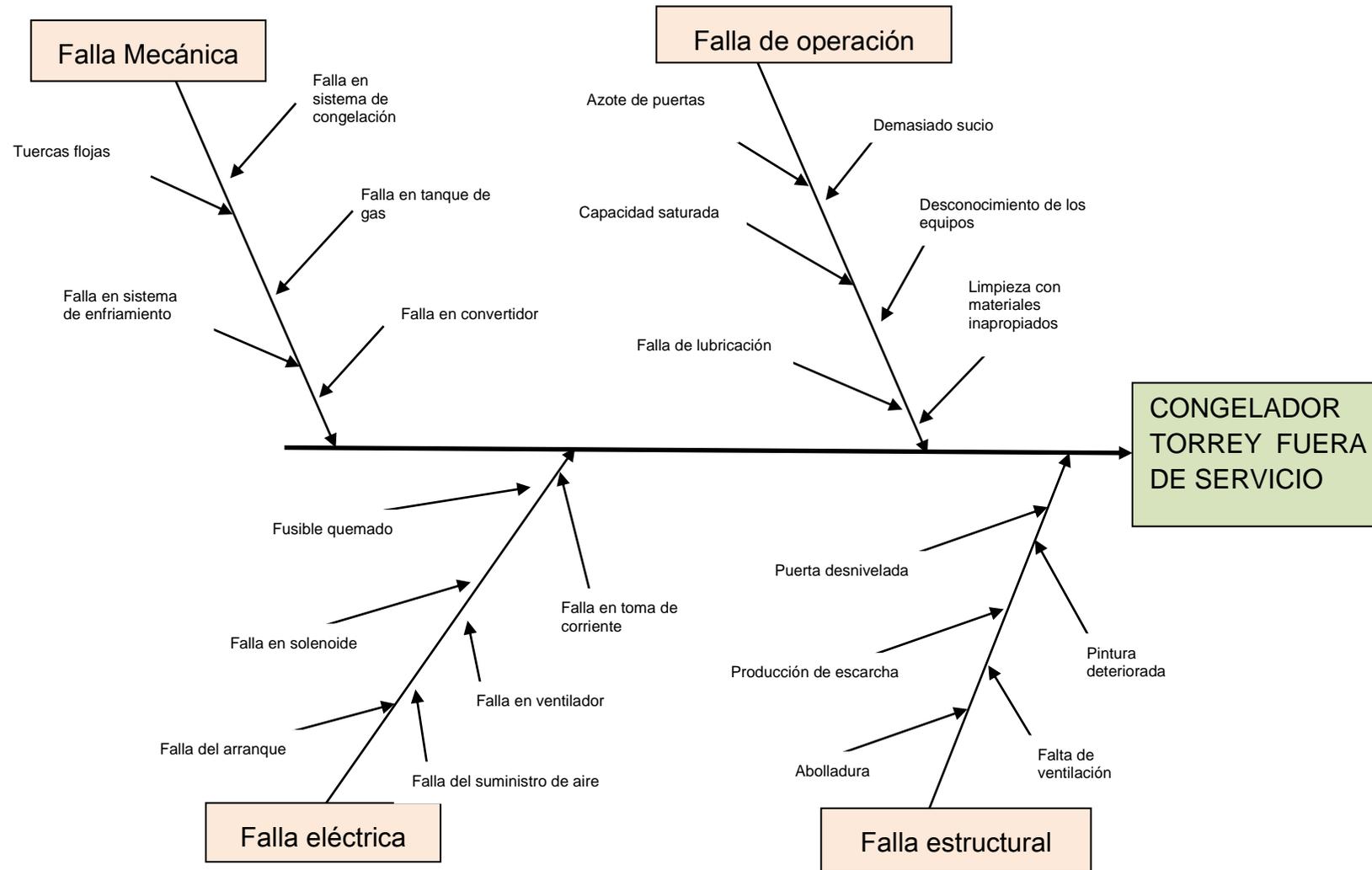


Figura 4.3.2.3. Diagrama de espina de pescado del congelador Torrey.



Del diagrama anterior se deduce que los equipos de refrigeración se encuentran en óptimas condiciones de operación, ya que los tres equipos son relativamente nuevos y los únicos aspectos a considerar para su manteniendo son los relacionados al manejo de los mismos, por parte de los operarios.

En el caso del congelador, el aspecto más relevante a considerar es el de carácter estructural, ya que es donde se presentan las fallas significativas que originan el deterioro del mismo, ya que colocan objetos demasiados pesados en las puertas y saturan al equipo a tal grado de tapan los canales de ventilación y forzando a la maquina a trabajar.

Otro aspecto a considerar es el de carácter eléctrico, ya que el equipo puede sufrir daños si está trabajando con líneas de alimentación eléctricas inadecuadas, para lo cual se sugiere en primer instancia conectarlo a un regulador de corriente.

4.3.3.- MAQUINARIA AGRÍCOLA.

La maquinaria agrícola con que cuenta la escuela, consta de un tractor agrícola, y sus implementos, el equipo es de la marca KUBOTA modelo M7500-A, LTD. OSAKA JAPAN, por evidentes razones se encuentra bastante deteriorado, para lo cual se recomienda hacer un análisis general de funcionamiento, además los implementos se encuentran expuestos al sol, a la lluvia y al viento, generando en dicho equipo, corrosión y fallas mecánicas.

Tabla 4.3.3 Tractor agrícola e implementos.

DESCRIPCION	MODELO	MARCA	H T DIARIAS
Tractor agrícola	M7500-A	KUBOTA	8 horas
rastra	NO TIENE	NO TIENE	2 horas
arado	NO TIENE	NO TIENE	2 horas
cosechadora	NO TIENE	NO TIENE	NO DEFINIDO
sembradora	NO TIENE	NO TIENE	NO DEFINIDO
fertilizadora	NO TIENE	NO TIENE	NO DEFINIDO



Figura 4.3.3 Tractor agrícola KUBOTA.

Tabla 4.3.4 Revisión del tractor

DESCRIPCION	TIPO DE FALLA	CAUSAS	CRITICIDAD
Tractor	Mecánica	Crucetas rotas. Falla en sistema de inyección. Falla en transmisión. Pernos y copas rotas.	30 %
Tractor	Hidráulica	Falla en gato levante. Falla de lubricación. Falla en sistema de frenos. Falla en bomba hidráulica.	20 %
Tractor	Eléctrica	Falla del arranque. Falla del alternador. Batería descargada. Fusible quemado. Focos dañados.	30 %
Tractor	Caucho	Caucho roto. Caucho falta de aire. Válvula de aire dañada.	50 %
Tractor	Estructural	Asiento dañado. Escalera rota. Guardafangos roto.	50 %

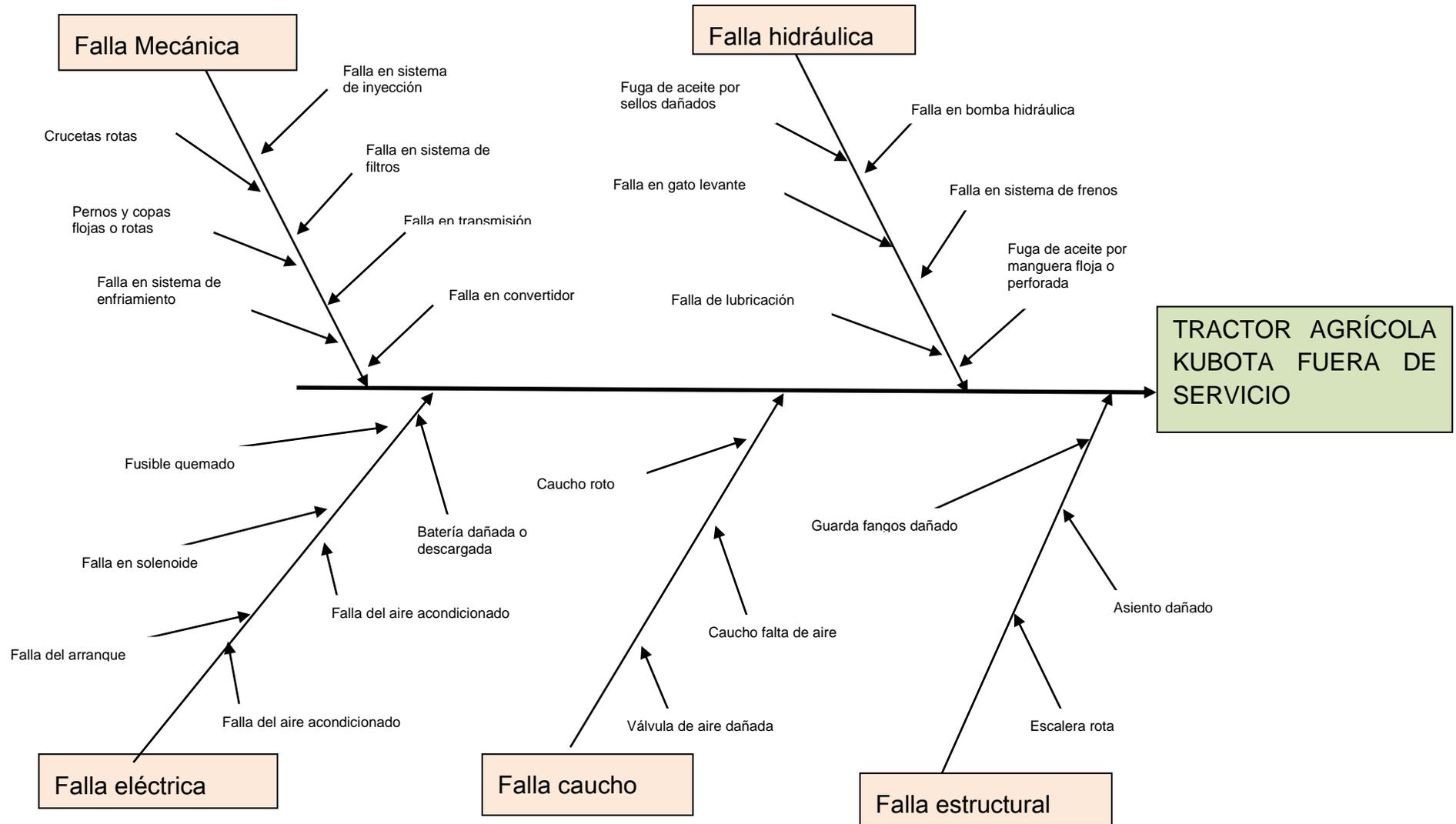


Figura 4.3.4 Diagrama de espina de pescado del tractor



Del diagrama que hace referencia al tractor, se deduce que las fallas tanto estructurales como mecánicas, hidráulicas eléctricas y caucho son significativas.

En lo que respecta a lo estructural, presenta deterioro en la pintura, el asiento del conductor se encuentra roto y flojo, a la escalera le falta un escalón, dificultando el ascenso y descenso del operario, uno de los guardafangos está roto, y en su mayoría la estructura presenta oxido.

Por otro lado las fallas hidráulicas representan fugas en una de las mangueras, ya que está rota. Los frenos responden de manera tardía, poniendo en riesgo la máquina y principalmente al operario.

En el sistema eléctrico presenta algunos cables sueltos y expuestos, representando una posible descarga, o un corto en el mismo sistema, además un foco trasero está roto.

Los neumáticos están bastante agrietados y presentan un bajo nivel de aire y los pernos que lo sujetan están oxidados y algunos faltantes.

El tractor agrícola se encuentra en un estado bastante crítico, con muy bajas expectativas de poder desempeñar las labores, por lo que se recomienda realizar labores de mantenimiento lo más pronto posible

4.4 FUERZA LABORAL DE LA INSTITUCIÓN.

En lo que respecta a la institución, no se cuenta con un área de mantenimiento, ni con el personal adecuado, para brindar este servicio a los equipos, además el personal no está capacitado, ni cuenta con las herramientas adecuadas. No se cuenta con un inventario de las piezas elementales, y para realizar las actividades de reparación solo se cuenta dos técnicos; uno en mantenimiento eléctrico y otro técnico en soldadura eléctrica y autógena; el resto del personal realiza funciones operativas de las diferentes máquinas.

Las únicas operaciones de mantenimiento que se realizan son de carácter correctivo.

De lo anterior se concluye que únicamente se realiza dentro de la institución, mantenimiento correctivo.

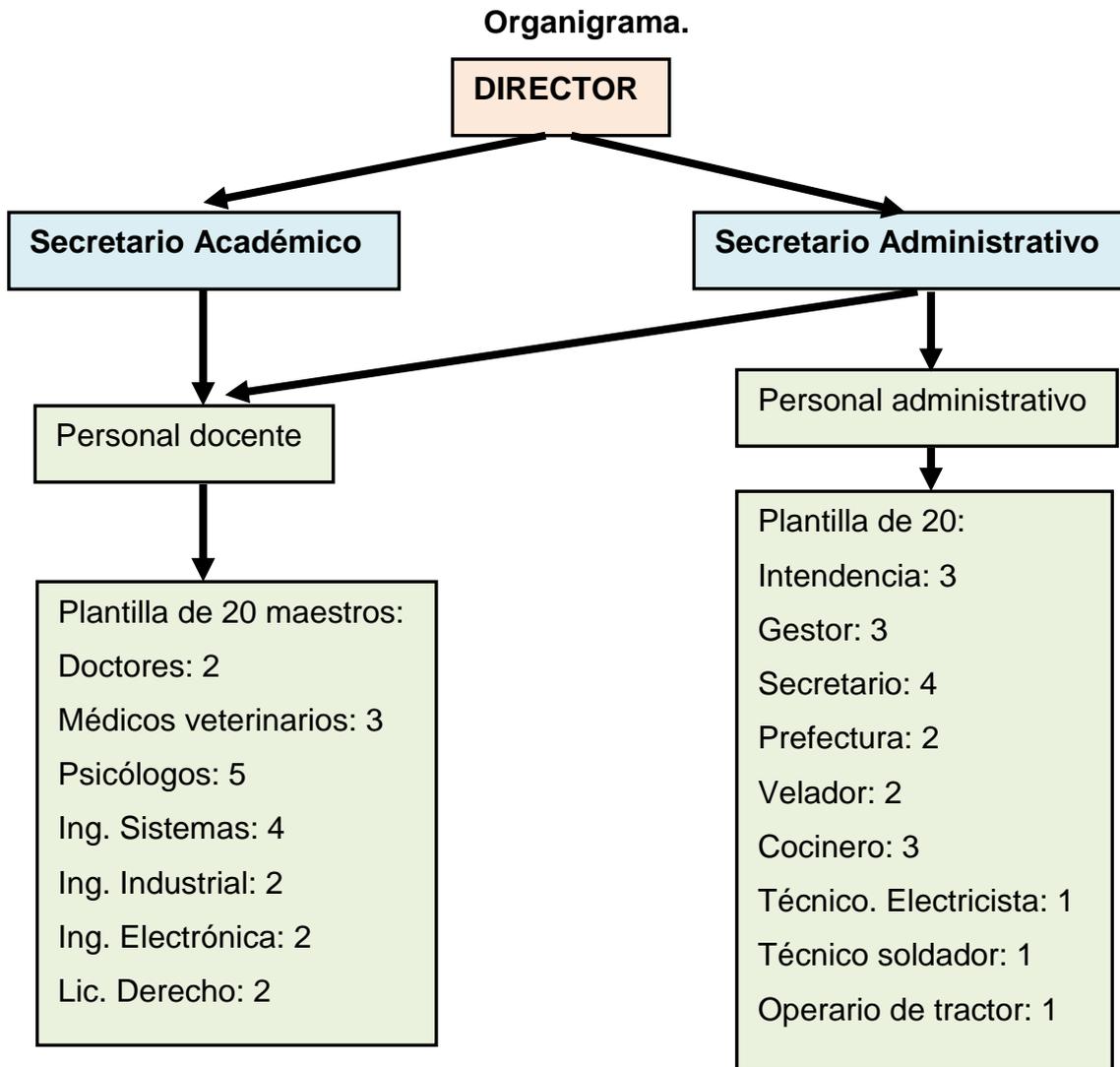


Figura 4.4 Organigrama

A continuación se presenta un diagrama de espina de pescado, donde se representan los problemas más severos que presenta el tractor agrícola.

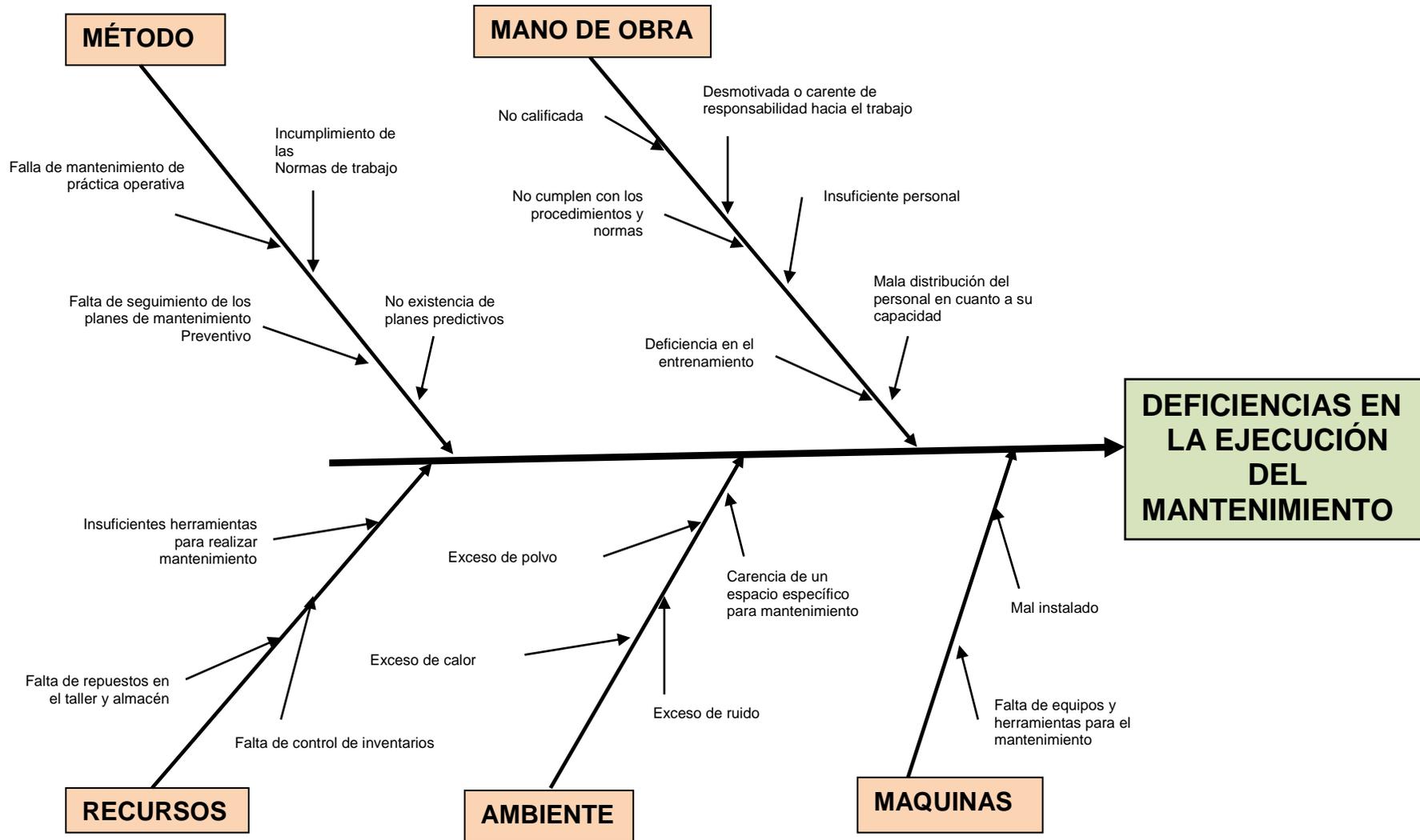


Figura 4.5. Deficiencia en ejecución del mantenimiento



Con el análisis de las cinco causas primarias mencionadas en el diagrama anterior, aplicada a la distribución y función del personal, encontramos que la institución no cuenta con el adecuado para realizar labores de mantenimiento programadas, ya que solo se dedican a solventar las fallas hasta cuando los equipos dejan de funcionar, no se les brinda la capacitación o el adiestramiento adecuado.

En el tema de los recursos, la institución no cuenta siquiera con una caja de herramientas, un almacén donde se tenga un inventario con las piezas más elementales.

Así que la institución se dedica a realizar actividades correctivas, generándoles pérdidas al provocar paros en sus áreas de producción.



Capítulo 5

MÉTODO PROPUESTO



5.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para diseñar el plan de Mantenimiento Predictivo de los equipos de Bombeo Hidráulico, Refrigeración y Maquinaria Agrícola en la Escuela Preparatoria Agropecuaria “Juan Sabines Gutiérrez”, se emplean una serie de técnicas e instrumentos tales como: La observación directa, las entrevistas y sobre todo los resultados de los análisis de las causas que provocaron que los equipos se encuentren en este estado.

5.1.1.- OBSERVACIÓN DIRECTA.

La observación directa permite conocer e identificar cada una de las actividades, tecnología, metodologías y procedimientos de mantenimiento realizados en la institución. Y hace evidente la detección de los equipos más críticos.

5.1.2.- ENTREVISTAS.

Estas se realizan a los supervisores de mantenimiento y personal que labora en la escuela con la finalidad de obtener una información no sesgada, precisa y detallada acerca de las fallas labores de mantenimiento y funcionamiento de los equipos, por medio de una serie de preguntas abiertas y aleatorias surgidas de las necesidades pertinentes a dudas o temas específicos, que permiten realizar un diagnóstico de la situación actual.

5.1.3.- REVISIÓN DE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO.

La revisión de material bibliográfico, incluye la revisión de: manuales y catálogos suministrados por los proveedores, la revisión de textos de consulta e informes de pasantía con el fin de complementar los fundamentos teóricos del presente informe, la consulta a referencias electrónicas (Internet) y la revisión de planes de mantenimiento predictivos realizados a equipos similares, los cuales contribuyen a complementar la información y sustentar teóricamente la propuesta.

5.2. ANÁLISIS Y ALTERNATIVAS.

Para cumplir con los objetivos planteados en este estudio se realizan una serie de pasos que permiten la obtención de la información necesaria para la realización del plan de mantenimiento predictivo, los cuales son los siguientes:

- Primeramente se recolecta información técnica de los sistemas hidráulicos, red de potencia y motor diesel del tractor, y de las bombas que satisfacen de agua a los diferentes contenedores.
- Se investiga los tipos de mantenimiento predictivo que se efectúan en equipos similares, utilizados en otras empresas.
- Se analiza la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.
- Se corrobora la criticidad de los distintos equipos.



- Se pone en marcha un análisis estadístico en función de las fallas y demoras presentadas por los equipos.
- Se efectúa un análisis de la fuerza laboral con que cuenta la escuela, en términos de capacidad y capacitación para realizar las labores de mantenimiento.
- Se determina la factibilidad de la realización de un programa de mantenimiento predictivo a los equipos.
- Se identifica cuales equipos se les puede establecer un programa de mantenimiento predictivo, en términos de factibilidad.
- Se fijan para cada sistema estudiado, los valores límites y normales de aceptabilidad de las características o variables que se miden con el monitoreo.
- Se definen las inspecciones rutinarias y especiales de los equipos, y se diseñan los formatos de inspección tanto administrativos como de recolección de datos de campo.

5.3. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE LA BOMBA.

En términos generales las bombas no requieren inspecciones específicas a intervalos preestablecidos. Sin embargo se aconseja que a título preventivo, se realicen los controles siguientes:

- Checar si existe pérdidas de líquido.
- Presión de funcionamiento.
- N° de arranques horarios, comprobar que los arranques y paradas de los grupos electrobombas responden a los reglajes efectuados en los presostatos.
- Funcionamiento ruidoso.
- En caso de anomalías, referirse al apartado de posibles causas y acciones correctivas en el manual propio de la bomba.

O una parte de ellos a intervalos más o menos largos, según las condiciones de funcionamiento.

ALGUNAS REGLAS Y RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS BOMBAS HIDRÁULICAS.

Las siguientes reglas, evidentemente fundamentales, ayudan a obtener el servicio más seguro, el mantenimiento más económico, y la mayor vida posible para las bombas hidráulicas. El mantenimiento adecuado no comienza con la reparación o la reposición de las piezas dañadas, sino con una buena selección e instalación, es decir, evitar que haya que reponer o reparar. Estas reglas están basadas en cuatro temas diferentes: Selección, Instalación, Operación y Mantenimiento.



Selección.

- Indicar al proveedor de bombas la naturaleza exacta del líquido a manejar.
- Especificar los gastos o caudales máximos y mínimos que pueden llegar a necesitarse, y la capacidad normal de trabajo.
- El proveedor necesita saber si el servicio es continuo o intermitente.
- Indicar de que tipo o tipos de energía se dispone para el accionamiento.
- Especificar las limitaciones del espacio disponible.
- Asegurarse de que se consiguen las partes de repuesto.

Instalación.

- Las bases de las bombas deben ser rígidas.
- Debe cimentarse la placa de asiento de la bomba.
- Comprobar el alineamiento entre la bomba y su sistema de accionamiento.
- Las tuberías no deben ejercer esfuerzos sobre la bomba.
- Usar tuberías de diámetro amplio, especialmente en la succión.
- Colocar válvulas de purga en los puntos elevados de la bomba y de las tuberías.
- Disponer de un abastecimiento adecuado de agua fría.

Operación.

- No mermar nunca la succión de la bomba para disminuir el gasto o caudal.
- La bomba no debe trabajar en seco.
- No debe trabajarse una bomba con caudales excesivamente pequeños.
- Efectuar observaciones frecuentes.
- No pretender impedir totalmente el goteo de las cajas de empaque.
- No usar agua demasiado fría en los rodamientos enfriados por agua.
- No utilizar demasiado lubricante en los rodamientos.

5.4. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL REFRIGERADOR.

Verificar que los estantes interiores del refrigerador se encuentran limpios. Generalmente se fabrican en malla metálica, a la cual se le aplica un recubrimiento para evitar la corrosión. Para limpiarlos debe retirarse del refrigerador cualquier material que pudiera interferir la labor de limpieza. Mover los estantes vacíos hacia adelante. Aplicar un detergente suave con un trapo húmedo, frotar suavemente, las superficies superiores e inferiores. Secar y reubicar en la posición original.

Si el refrigerador dispone de cajones, la labor de limpieza es similar. Desocupar los cajones y desmontarlos de los dispositivos de ajuste. Retirarlos del refrigerador.



Una vez desmontados los estantes o cajones, limpiar las paredes interiores del refrigerador, utilizando un detergente suave. Secar antes de montar los accesorios interiores.

Aplicar a los cajones un detergente suave con un trapo húmedo. Frotar con cuidado. Secar los cajones y reinstalarlos en los dispositivos de montaje disponibles en el refrigerador.

5.5. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DEL TRACTOR.

Como la escuela no cuenta con un taller especializado en el mantenimiento de equipos, se desarrolla una serie de sugerencias básicas, para mantener en buen estado al tractor y se hace responsable al operario del mismo, de dar el servicio de mantenimiento rutinario; los cuales son los siguientes:

- Lavar con agua los cauchos.
- Checar aire de cauchos.
- Limpiar los faros.
- Checar aceite.
- Checar diesel.
- Quitar polvo de toda la estructura externa
- Quitar grasa excesiva.
- Checar pernos flojos o rotos.
- Checar mangueras perforadas.
- Verificar que no hayan cables sueltos.
- Resguardar la máquina en un lugar adecuado.

Estas actividades se recomiendan hacerlas después de cada jornada de trabajo. En caso de encontrar o detectar anomalías que están fuera de su posibilidad de solución, notificar de manera verbal a su superior, primeramente y en caso de no ser atendida, hacerla de manera escrita al director de la escuela, para que éste a su vez se encargue de realizar los trámites correspondientes para dar el mantenimiento requerido.

Se recomienda anotar todas las actividades realizadas en una hoja de registro, previamente elaborada y detallada.

Para el análisis de la situación de los equipos de la institución, el diagrama de espina de pescado representa una herramienta efectiva.



Capítulo 6

RESULTADOS



6.1 FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

La confiabilidad de los Programas de Mantenimiento generados, la determinan la eficacia y la eficiencia con que se ejecuten por parte de los encargados de realizarla.

Los programas están desarrollados para garantizar la optimización en el funcionamiento tanto de los equipos de bombeo hidráulico, los de refrigeración y la maquinaria agrícola, así que los resultados esperados al momento de la aplicación de los programas son: Eficiencia por parte de los equipos al momento de realizar su trabajo, disminución de los paros en los sistemas de producción, satisfacción de los clientes en el servicio, y sobretodo el darle el una operación formal y sistematizada a la institución.

El programa de mantenimiento de las bombas hidráulicas, se elabora para asegurar su funcionalidad y evitar las fallas y paros imprevistos, y determinando la secuencia de las actividades a realizar.

Por otro lado a los equipos de refrigeración, se les asigna un programa de actividades más encaminado al carácter estructural, que es donde presentan mayores problemas y ponen en riesgo su desempeño.

Y por último en lo que respecta al tractor agrícola, se desarrolla un programa con actividades específicas, considerando los cinco aspectos fundamentales que se estudiaron y dieron causa al mal funcionamiento en que se encuentra.



Tabla 6.1.1. Programa de Mantenimiento preventivo en bombas hidráulicas: (cada tres meses).

Semestre:		Año:																																																	
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPO DE BOMBEO HIDRÁULICO																																																			
No.	Actividad.	Tipo	Evento	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Solicitar orden de trabajo a la dirección, identificando la tarea de mantenimiento preventivo.	I	P																																																
			R																																																
			O																																																
2	Entregar impresa la orden de trabajo a técnico responsable de la ejecución de mantenimiento.	I	P																																																
			R																																																
			O																																																
3	Inspeccionar de manera visual la condición de operación.	I	P																																																
			R																																																
			O																																																
4	Inspeccionar las fugas en sellos mecánicos de bombas y ajustes.	I	P																																																
			R																																																
			O																																																
5	Chequear alineamiento y vibración de conjunto motor bomba y ajuste.	I	P																																																
			R																																																
			O																																																



Tabla 6.1.2. Programa de Mantenimiento preventivo en bombas hidráulicas: (anual).

Semestre:		Año:																																																	
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPO DE BOMBEO HIDRÁULICO																																																			
N o.	Actividad.	Tip o	Event o	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Solicitar orden de trabajo a la dirección, identificando la tarea de mantenimiento preventivo.		P																																																
			R																																																
			O																																																
2	Entregar impresa la orden de trabajo a técnico responsable de la ejecución del mantenimiento.		P																																																
			R																																																
			O																																																
3	Desmontar equipo, utilizando herramienta adecuada.		P																																																
			R																																																
			O																																																
4	Verificar estado de rodamientos, sellos, empaques, aceite en caso de ser necesario proceder mantenimiento correctivo.		P																																																
			R																																																
			O																																																
5	Realizar montaje de equipo con todas sus partes.		P																																																
			R																																																
			O																																																



Tabla 6.1.4. Programa de Mantenimiento Preventivo en Tractor Agrícola KUBOTA.

Semestre:		Año:		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA.																																															
N o.	Actividad.	Tip o	Even to	ENE				FEB.				MAR				ABR.				MAY.				JUN.				JUL.				AGO.				SEP.				OCT.				NOV.				DIC.			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Revisión del Nivel del Aceite del Motor.	I	P																																																
			R																																																
			O																																																
2	Revisión del Nivel del Refrigerante.	I	P																																																
			R																																																
			O																																																
3	Vaciado del Agua y Sedimentos del Tanque de Combustible.	I	P																																																
			R																																																
			O																																																
4	Separador del Agua, Sistema Combustible.	I	P																																																
			R																																																
			O																																																
5	Limpieza del Separador del Agua.	I	P																																																
			R																																																
			O																																																
6	Revisión de Aceite Transmisión/Sistema Hidráulico.	E	P																																																
			R																																																
			O																																																
7	Revisión Aceite del Mando Mecánico Ruedas Delanteras.	E	P																																																
			R																																																
			O																																																
8	Limpieza y Revisión	E	P																																																



Capítulo 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



7.1. CONCLUSIONES.

Del desarrollo y análisis del estudio efectuado, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. La implementación del programa de mantenimiento predictivo enfocado hacia el análisis de los equipos, será una herramienta imprescindible que permitirá conocer el estado técnico de los sistemas eléctricos, mecánico, tren de potencia y motor diesel, controlando la proporción de desgaste de un componente determinado, identificando y midiendo la concentración de los elementos de desgaste.

2. La fuerza laboral con que cuenta la dirección de la escuela, no posee la capacidad y capacitación para realizar las distintas actividades de mantenimiento que requieren los equipos, debido a que éstos no cuentan con muchos años de experiencia trabajando con estos equipos, además de que no han recibido cursos de instrucción.

3. La conformación actual de la fuerza laboral de la institución está más enfocada hacia la corrección de fallas que a la prevención, debido a que ésta no cuenta con personal encargado de la manutención e inspección de las condiciones básicas de los equipos antes de su funcionamiento.

4. Las flotas de equipos con que cuenta la dirección de la escuela no logra en la mayoría de los meses de estudio la disponibilidad requerida por la dirección (85% de disponibilidad), a causa de que alguno de los equipos que la conforman presentan fallas que requieren de mucho tiempo para ser corregidas, caso concreto el del tractor.

5. La causa que origina mayores demoras en la ejecución del mantenimiento de los equipos, es la falta de repuestos y equipos.

6. Las fallas que más impactaron considerablemente la confiabilidad del tractor son del tipo mecánicas e hidráulicas; y entre las más resaltantes se encuentran copas y pernos rotos o flojos, fugas de aceite hidráulico por mangueras y sellos rotos.



7.2. RECOMENDACIONES.

En función del análisis y conclusiones que se obtuvieron con este estudio se recomienda las acciones siguientes:

1. El personal de la institución posee una avanzada edad promedio (48 años), y muchos años trabajando con equipos tanto de bombeo hidráulico como de maquinaria agrícola, mas no posee los conocimientos adecuado y técnicos, por lo que se recomienda contratar personal joven de relevo y capacitado.

2. Disponer de un personal que se encargue de la inspección y manutención de los equipos diariamente.

3. Solicitarle a la dirección de la escuela, que asigne un inspector planificador al sector productivo agrícola, debido a que en la actualidad no se cuenta con uno, lo cual produce incumplimiento de los procedimientos de mantenimiento del tractor.

4. Implementar un sistema de control de inventario con el fin de llevar un control riguroso del inventario de los filtros, partes y componentes de los equipos más solicitados e importantes para la corrección de las fallas y mantenimiento preventivo, lo cual permitirá disminuir las demoras en la ejecución del mantenimiento a los equipos, al contar con los repuestos necesarios en el momento requerido.

5. Dotar a todo el personal del taller encargado del mantenimiento de los equipos de una caja de herramientas básicas para el desarme y armado de partes y componentes, haciendo responsable a cada persona del extravío y pérdida de éstas.

6. Ampliar el Plan de Mantenimiento Predictivo de los Equipos, a través del análisis periódico de las vibraciones de los motores. Con la finalidad de obtener un control más detallado sobre el funcionamiento interno de los equipos.

7. Capacitar a todo el personal de mantenimiento, a través de diversos cursos de motivación, lubricación, armado y desarmado de motores, tren de potencia, etc.



FUENTES DE INFORMACIÓN.

BYRON JACKSON RBMX (2000), **Catálogo Instalación Operación y Mantenimiento**. Desarrollo Científico y Humanístico. Primera Edición 1987.

DUERTO SHEYLA (2001), "**Programa de Mantenimiento para el Control de Equipos, Trabajos y Gestión en la Industria Cárnica**", Trabajo de posgrado, Maracaibo, Venezuela.

FINOL V JOSELINE (2002), "**Diseño de un Sistema de mantenimiento Preventivo de los Equipos para Empresas de Servicio de Alimentos**", Trabajo de posgrado, Maracaibo, Venezuela

HARRINGTON, H.J. (1993) **Mejoramiento de los procesos de la empresa Colombia, McGraw-Hill**. Interamericana, S. A.

IGOR J. KARASSIK. WILLIAM C. KRUTZSCH, WARREN H. FRASER. (2002) Manual de Bombas. "**Diseño, aplicación, especificaciones, operación y mantenimiento.**" McGraw-Hill México.

MORROW, L.C. (1986) **Manual de Mantenimiento Industrial; "Tomo 1". México: McGraw-Hill**. Decimocuarta impresión. "Maintenance Engineering Handbook"; traducido por Jorge Casas y Otros.

MOSQUERA, G. (1987). **Apoyo logístico para la administración del mantenimiento industrial**. Universidad Central de Venezuela.

NEWBROUGH, E. (1997). "**Administración de mantenimiento industrial.**" Organización, motivación y control en el mantenimiento industrial. México Editorial Diana.



NIEBEL, B. (1990). **“Ingeniería Industrial, Métodos, Tiempos y Movimientos.”** Tercera Edición. México: Alfa omega, S.A. de C.V.

PATTERSON PUMP COMPANY **“Manual de operación y mantenimiento para bombas verticales en-línea”**, una empresa filial de gorman-Rupp Company Po box 790 9201 Ayersville Road Toccoa, Georgia 30577.

SIEMENS **Motores Eléctricos Catálogo General.**

TYLER G. HICKS. (2000) **“Bombas. Selección y Aplicación”**. CECSA

ANEXOS

EQUIPO DE BOMBEO: 1, 2, 3 Y 4.



EQUIPO DE BOMBEO No. 1: SANITARIO DE LA ESCUELA



BOMBA SIEMENS No. 5



BOMBA SIEMENS No. 7



BOMBA SIEMENS No. 6



CISTERNA 1



CONGELADOR TORREY



REFRIGERADORES TORREY



CISTERNA 2



CISTERNA 4



TRACTOR KUBOTA

