



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE FILTRADO
DE LA EMPRESA TALSA (FUNDO UPAO) PARA
INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD Y REDUCIR COSTOS
DE OPERACION**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO**

AUTOR:

Rojas Fernández, José Luis

ASESOR ESPECIALISTA:

ING. Carlos Córdova Centurión

ASESOR METEDOLOGICO:

Dr. Felipe Eduardo De La Rosa Bocanegra

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y Planes de Mantenimiento

TRUJILLO – PERÚ

2019

PÁGINA DEL JURADO

Dr. Jorge Adrián Salas Ruiz

Presidente

Dr. Felipe de la Rosa Bocanegra

Secretario

Ing. Carlos Córdova Centurión.

Vocal

Dedicatoria

En primer lugar, agradecer a dios por la vida y la salud que nos da en el día a día, porque sin el nada de lo que se presenta a continuación hubiera sido posible.

A mis padres Porfirio y Carmen que con su apoyo, ejemplo y esfuerzo han hecho de mí una persona de bien para con la sociedad y mi familia.

A mi hija Camila, mis hermanos: Jhon, Víctor, Silvia, Julio, Miguel, Carmen que con su existencia me motivan en seguir creciendo tanto profesionalmente y como persona.

José Rojas Fernández.

AGRADECIMIENTO

Debo agradecer de manera especial y sincera al Ing. Carlos Córdova. Por su dirección en este trabajo de tesis. Su apoyo para guiar mis ideas en el desarrollo de esta tesis, y en la formación como Ingeniero Mecánico.

Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento al Ing. Felipe de la Rosa Bocanegra. Por su importante aporte y participación activa en el desarrollo de esta tesis. No cabe duda que su participación ha enriquecido el trabajo realizado.

A la UCV por su excelente plana Docente. Y a todas aquellas personas que, de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hago extensivo mi más sincero agradecimiento.

Agradezco a Dios por llenar mi vida de dicha y bendiciones. A mis queridos padres por forjarme con buenos principios, creer en mí y darme la oportunidad de realizarme en esta profesión.

José Rojas Fernández

Declaración de Autenticidad

Yo: Rojas Fernández José Luis con DNI N° 44668458, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, marzo del 2019

Rojas Fernández, José Luis

DNI:44668458

Presentación

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE FILTRADO DE LA EMPRESA TALSA (FUNDO UPAO) PARA INCREMENTAR SU PRODUCTIVIDAD Y REDUCIR COSTO DE OPERACIÓN”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico.

El Autor.

INDICE

I.	INTRODUCCION	
1.1.	Realidad problemática.....	1
1.2.	Trabajos previos.....	3
1.3.	Desarrollo de las variables del tema.....	6
1.4.	Formulación del problema.....	38
1.5.	Justificación.....	38
1.6.	Hipótesis.....	38
1.7.	Objetivos.....	38
1.7.1.	Objetivo general.....	38
1.7.2.	Objetivo específicos.....	38
II.	METODO.....	41
2.1.	Diseño de Investigación	41
2.2.	Variables, operacionalizacion.....	41
2.3.	Población- muestra.....	43
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	43
2.5.	Métodos de análisis de datos.....	43
2.6.	Aspectos éticos.....	43
III.	RESULTADOS	
3.1.	Con respecto al objetivo específico 1: Elaborar e implementar el plan de mantenimiento preventivo al sistema de filtrado para reducir costos de operación.....	47

3.1.1.	Descripción actual de la empresa.....	47
3.1.2.	Constitución e inscripción.....	47
3.1.3.	Descripción del área de mantenimiento.....	48
3.2.	Con respecto al objetivo específico 2: Establecer un sistema para registrar los tiempos de operación, tiempos de parada y tiempos de reparación a fin de poder incrementar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos del sistema de filtrado	
3.2.1.	Evaluación criticidad.....	48
3.2.2.	Análisis de criticidad.....	50
3.2.3.	Descripción del área de mantenimiento.....	56
3.2.4.	Costo de lubricantes.....	57
3.2.5.	Costo de filtros.....	58
3.2.6.	Calculo de desgastes de rodajes.....	58
3.3.	Con respecto al objetivo específico 3: Incremento de la productividad mediante: Establecer e implementar el uso de indicadores de productividad para la toma de decisiones. Elaboración de diagrama de flujos de los procesos productivos certificando los recursos a utilizar. Establecer documentos mantenimiento.....	60
3.3.1.	Costo por reparación.....	60
3.3.2.	Costo operativo.....	61
3.3.3.	Resumen turno 1.....	64
3.3.4.	Resumen turno 2.....	66

3.3.5. Resumen turno 3.....	68
3.3.6. Resumen turno 4.....	70
3.3.7. Resumen turno 5.....	72
3.3.8. Resumen turno 6.....	74
IV. DISCUSION.....	76
V. CONCLUSIONES.....	77
VI. RECOMENDACIONES.....	78
VII. REFERENCIAS.....	79
ANEXOS.....	82
Anexo 01. Especificaciones técnicas de motor eléctrico, mantenimiento correctivo y preventivo.....	83
Anexo 02 Especificaciones técnicas de tanque de grava, mantenimiento correctivo y preventivo.....	87
Anexo 03 Especificaciones técnicas de bomba centrífuga, mantenimiento correctivo y preventivo.....	88
Anexo 04 Especificaciones técnicas de válvula mariposa, mantenimiento correctivo y preventivo.....	89
Anexo 05 especificaciones técnicas de válvula automática, mantenimiento correctivo y preventivo.....	90
Anexo 06 Especificaciones técnicas de filtro de disco, mantenimiento correctivo y preventivo.....	90
Anexo 07 fotos del sistema de filtrado.....	90

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Cuadro de ponderaciones para análisis de criticidad.....	49
Tabla 2. Calculo de la criticidad.....	50
Tabla 3. Motor eléctrico: cuadro de fallas y tiempo de paradas.....	51
Tabla 4. Filtro de anillos: cuadro de fallas y tiempo de paradas.....	51
Tabla 5. Tanque de grava: cuadro de fallas y tiempo de paradas.....	51
Tabla 6. Bomba centrífuga: cuadro de fallas y tiempo de paradas.....	51
Tabla 7. frecuencia de fallas.....	52
Tabla 8. Calculo de disponibilidad actual.....	52
Tabla 9. frecuencia de fallas.....	53
Tabla 10. Disponibilidad estimada de cada equipo.....	53
Tabla 11. Calculo de confiabilidad para un tiempo sin para a las 184.14 horas...	54
Tabla 12. Gráfica de la confiabilidad del motor eléctrico a para un tiempo de Para igual a 430 horas (MTBF vs Confiabilidad).....	54
Tabla 13. Cálculo de la mantenibilidad para un tiempo de reparación igual a las 38.42 horas.	55
Tabla 14. Costos operativos actuales (sin plan de mantenimiento preventivo)....	56
Tabla 15. Calculo de costo de lubricante en la gestión estimada.....	57
Tabla 16. Tabla de precio del lubricante.....	57
Tabla 17. Cálculo del costo del lubricante en la gestión estimada.....	57
Tabla 18. Cálculo de costo de filtros del sistema de filtrado en la gestión estimada	58
Tabla 19. Cálculo de costo de desgaste del rodaje de filtrado en la gestión estimada.....	59
Tabla 20. Cálculo de costo de desgaste del tren de rodaje en el motor electrico.	60
Tabla 21. Cálculo del costo por reparaciones incluyendo el costo por elementos de desgaste especial en la gestión estimada.....	61

Tabla 22. Cálculo de costos operativos en la gestión estimada.....	61
Tabla 23. Comparación de costos operativos entre la gestión actual y la estimad.....	62
Tabla 24. Productividad: Incremento de la productividad y costo en soles turno1	63
Tabla 25. Kilaje:.....	64
Tabla 26. Costo del Esparrago:.....	64
Tabla 27. Precio:.....	64
Tabla 28. Productividad: Incremento de la productividad y costo en soles turno2.	65
Tabla 29. Kilaje:.....	66
Tabla 30. Costo del Esparrago.....	66
Tabla 31. Precio:.....	66
Tabla 32. Productividad: Incremento de la productividad y costo en soles turno3.	67
Tabla 33. Kilaje:.....	68
Tabla 34. Costo del Esparrago.....	68
Tabla 35. Precio:.....	68
Tabla 36. Productividad: Incremento de la productividad y costo en soles turno4.	36
Tabla 37. Kilaje:.....	70
Tabla 38. Costo del Esparrago.....	70
Tabla 39. Precio.....	70
Tabla 40. Productividad: Incremento de la productividad y costo en soles turno5.	71
Tabla 41. Kilaje:.....	72
Tabla 42. Costo del Esparrago.....	72
Tabla 43. Precio:.....	72
Tabla 44. Productividad: Incremento de la productividad y costo en soles turno6.	74
Tabla 45. Kilaje:.....	74

Tabla 46. Costo del Esparrago.....	74
Tabla 47. Precio:.....	74
Tabla 48. Resumen total de turnos del sistema de filtrado.....	75
Tabla 49. 1 año con plan de mantenimiento.....	75
Tabla 50. Especificaciones técnicas de máquinas y accesorios de la empresa talsa:.....	83
Tabla 51. En la actualidad la empresa TALSA (FUNDO UPAO) aplica el Mantenimiento correctivo.....	83
Tabla 52. Mantenimiento correctivo.....	84
Tabla 53. Mantenimiento preventivo.....	85
Tabla 54. Especificaciones tanque de grava:.....	87
Tabla 55. Especificaciones tanque de grava:.....	87
Tabla 56. Especificaciones bomba centrífuga:.....	88
Tabla 57. Mantenimiento preventivo:.....	88
Tabla 58. Especificaciones de la Válvula mariposa:.....	89
Tabla 59. Mantenimiento preventivo:.....	89
Tabla 60. Especificaciones Válvulas automáticas de control:.....	90
Tabla 61. Mantenimiento preventivo:.....	90
Tabla 62. Especificaciones del filtro de disco.....	90

Índice de figuras

FIGURA 1. Válvula de control hidráulico.....	18
FIGURA 2: Motor eléctrico.....	19
FIGURA 3: bomba de agua.....	19
FIGURA 4: Tanque de grava.....	20

FIGURA 5: Válvulas automáticas de control.....	21
FIGURA 6: contador de agua	21
FIGURA 7: Válvula mariposa.....	22
FIGURA 8. manual de mantenimiento	31
FIGURA 9. ficha técnica.....	32
FIGURA 10: Orden de Trabajo	33
FIGURA 11: Historial de Equipo	34

RESUMEN

El presente trabajo propone la elaboración de los lineamientos que deben adoptarse en la información del mantenimiento preventivo. La razón por la cual se hace el mantenimiento preventivo es porque momentáneamente se recurre a un mantenimiento correctivo, al encontrar paradas, ocasionando caos, tiempo muertos en la empresa FUNDO UPAO.

A partir del diagnóstico realizado al proceso actual de mantenimiento se generan las posibles soluciones, a cada máquina con su respectivo inventario. El método consiste en la propuesta del programa de mantenimiento, el cual describe la tarjeta de activo de los equipos, en donde se anotan las características técnicas más relevantes de un determinado equipo y sus respectivos puntos de mantenimiento.

Esta tesis desarrolló un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de filtrado de la empresa TALSA (FUNDO UPAO), con la finalidad de reducir los costos de operación, incrementar la productividad y establecer tareas de mantenimiento que garanticen la disponibilidad y la confiabilidad de las maquinas.

Para alcanzar este objetivo fue necesario la recopilación de información de historiales de fallas de los sistemas, siendo 4 áreas en total que dispone la empresa: área de cultivo, área cosecha, área filtrado, área de sanidad.

Los 2 sistemas de filtrado se sometieron al análisis de criticidad que las maquinas más críticas son: motor electrico, Bomba centrifuga, filtro de grava, filtro de anillos.

Luego se procedió a realizar el cálculo de los indicadores de mantenimiento y eficiencia, logrando reducir los costos de operación e incrementando la productividad.

Mediante el desarrollo de la metodología para el plan de mantenimiento preventivo a lo largo del desarrollo de la Tesis se determinaron:

- El mantenimiento preventivo para cada máquina critica.

- Indicadores del mantenimiento y eficiencia en mejora de esta tesis.
- Comparación de los indicadores del mantenimiento.
- Factibilidad económica, para la implementación del mantenimiento preventivo.

Palabras Clave: Mantenimiento Preventivo, Análisis de criticidad.

ABSTRACT

The present work proposes the elaboration of the guidelines to be adopted in the preventive maintenance information. The reason why preventive maintenance is done is because momentarily a corrective maintenance is resorted to, to find stops, causing chaos, dead time in the company FUNDO UPAO.

From the diagnosis made to the current maintenance process, possible solutions are generated to each machine with its respective inventory. The method consists of the proposal of the maintenance program, which describes the asset card of the equipment, where the most relevant technical characteristics of a specific equipment and their respective maintenance points are recorded.

This thesis developed a preventive maintenance plan for the filtering system of the company TALSA (FUNDO UPAO), in order to reduce operating costs, increase productivity and establish maintenance to ensure the availability and reliability of the machines.

To achieve this objective the collection of information records system failures was necessary, with 4 areas in total available to the company growing area, area harvested, filtered, area health area.

The 2 filtering systems criticality analysis submitted that the machines most critical are: electric motor, centrifugal pump, gravel filter, filter rings

.

He then proceeded to perform the calculation of the indicators of maintenance and efficiency, successfully reducing operating costs and increasing productivity. By developing the methodology for preventive maintenance plan throughout the development of the thesis were determined:

- Preventive maintenance for each machine criticism.
- Indicators for maintaining and improving efficiency in this thesis.

- Comparison of indicators of maintenance.
- Economic feasibility for implementation of preventive maintenance.

Key words: Preventive Maintenance, criticality analysis.

I. INTRODUCCION

1.1-LA REALIDAD PROBLEMÁTICA:

La empresa TALSA (FUNDO UPAO) se dedica principalmente al cultivo y cosecha del esparrago, palta y zarándanos de alta calidad. Cuenta con 4 secciones: área de cultivo, área de sanidad, área de cosecha, área de filtrado.

Actualmente el área de filtrado tiene problemas con sus máquinas debido a que incurren frecuentemente en fallas, y esto afecta a la empresa ocasionando un retraso en la producción.

La producción se encuentra en riesgo cuando no es suministrado el caudal de agua y fertilizantes necesarios, para su crecimiento del cultivo, obteniendo un producto de mala calidad que puede presentar las siguientes características de deficiencia:

- kilaje no especificado.
- Corona del esparrago amarillento.
- Anticipación de chapodo de la planta.

El área de filtrado está compuesta por un sistema, el cual lo constituye en varios elementos relacionados entre sí, donde si un elemento falla, no se suministrada el caudal necesario para el riego de las áreas de cultivo, y la escasez de agua, afectara la calidad del producto, lo que ocasionara perdidas económicas.

Al fallar un elemento del sistema de filtrado, ocasiona gastos económicos: costo por mano de obra, costo por cambio repuesto, costo por traslado del elemento a una compañía para que revisen detalladamente la falla, logrando que la empresa tenga pérdidas que pueden ser prevenidas por un diseño e implementación de mantenimiento preventivo.

La ausencia de un plan de mantenimiento se debe a que sólo hay una persona encargada del funcionamiento del sistema, por lo tanto, esta elige cuando y qué tarea debe realizársele a cada filtrado (de manera empírica).

Además, no se ha visto la necesidad de plasmar en forma escrita la información requerida para desarrollar una tarea de Mantenimiento.

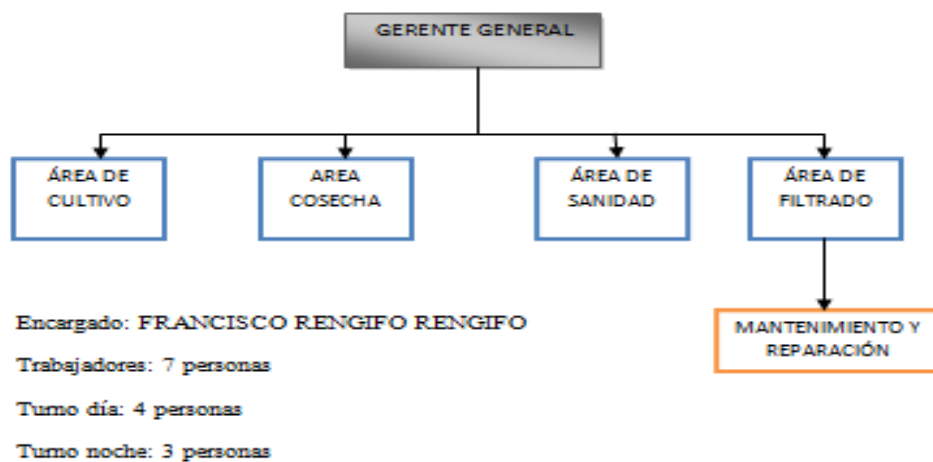
Además, en la empresa TALSA (FUNDO UPAO) solo cuenta con mantenimiento correctivo, esperando a que el equipo u/o maquina falle.

En el área de filtrado se invierte S/.120 000 en repuestos por mantenimiento correctivo anualmente.

El diseño de un plan de mantenimiento preventivo reducirá los gastos anuales del área de filtrado, aplicando un control de inspección, montaje y desmontaje de cada elemento, atreves de fichas del manual del fabricante y el mantenimiento preventivo correspondiente a todo el sistema.

Figura N° 1: organigrama de la empresa

ORGANIGRAMA TALSA (FUNDO UPAO)



1.2- Trabajos Previos:

Los **Antecedentes** encontrados son: Año 2003, WALTER REYNALDO FABIÁN GRIJALVA en la UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA realizo la tesis titulada: DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA PLANTA DE CAFÉ SOLUBLE, El programa abarca las partes o áreas principales de una planta de café soluble, entre las que se puede mencionar: área de limpieza de café, área de tostado, área de molinos, área de extracción y el área de secado, sin olvidar otras áreas importantes como: el área de calderas, área de aglomerado y el área de empaque. El trabajo define cada una de las actividades a realizar en cada área, así también la frecuencia del mantenimiento y el personal que lo realiza, ya sea personal interno o externo a la empresa. También se determina la función del departamento de Mantenimiento y del encargado del mismo, así como el personal necesario para llevar a cabo todas las actividades de mantenimiento que la empresa necesite. Se **concluye** que la empresa en estudio no contaba con un programa de mantenimiento preventivo adecuado a las necesidades de la misma, aumentando los costos de mantenimiento. Con el programa propuesto el mantenimiento de la planta de café soluble se distribuyó entre el personal de mantenimiento diurno y el de turno, ahorrando tiempo y bajando costos en hacer un trabajo de reparación. Con el uso de las fichas de control el mantenimiento es más eficiente, ya que se lleva un historial de las reparaciones efectuadas en la maquinaria o equipo que la empresa posee, dicho control se facilita cuando se tiene el manual del fabricante.

Con el uso de éste programa, en el área de extracción se redujo los taponamientos en las tuberías de transferencia de extracto y agua, así como también en los intercambiadores de calor.

En el Año 2004, GABRIEL ANTUÁN SIERRA ÁLVAREZ en la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER realizo la tesis titulada: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA METALMECÁNICA INDUSTRIAS AVM S.A.: La implementación del programa de mantenimiento preventivo tiene como objetivo garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de los equipos de la planta de producción, de una manera eficiente y

segura, con el fin de contribuir en el cumplimiento de la política de calidad establecida por la empresa. Se concluye que se realizó el diagnóstico del estado del arte del mantenimiento en la empresa, conociendo las fortalezas y debilidades al respecto. Se encontró que se cuenta con un personal calificado y la infraestructura necesaria para atender las necesidades de mantenimiento. El modelo de mantenimiento preventivo se diseñó de acuerdo a las necesidades de la empresa, el cual cuenta con un sistema de información que permite llevar el registro detallado de los trabajos, materiales, repuestos, tiempo empleado y costos asumidos en la ejecución del mantenimiento. Se elaboró el manual de procedimiento de mantenimiento general de acuerdo a los requerimientos de la norma ISO 9000-2000. Se elaboró el programa de mantenimiento preventivo para los equipos críticos del área de producción según recomendaciones de los fabricantes, personal operativo y técnico. Por medio del mantenimiento autónomo se vinculó al operario en la ejecución de las actividades de mantenimiento, logrando un sentido de pertenencia y responsabilidad.

En el Año 2007, CARLOS EDUARDO SILVA MARTÍNEZ en la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA realizó la tesis titulada: DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS MÓVILES DE TRANSPORTE DE CARGA TERRESTRE: Este trabajo de graduación tiene como objetivo garantizar el funcionamiento de la flota. Se concluye que las fuentes primarias de información sobre diseño y funcionalidad de equipos móviles son las enciclopedias especializadas en este tema y en Internet es más factible encontrar catálogos con especificaciones técnicas (fichas técnicas), frecuencias de mantenimiento preventivo y graficas ilustrativas. La estructura de los registros de información de un Programa de Mantenimiento, puede variar según el tipo de equipos presentes en una flota, debido a las diferencias de diseño, medición de las frecuencias (horas, días), complejidad del taller, suministro de combustible, etc.

Para cada una de las filosofías de Mantenimiento aplicadas en este trabajo, existen diferentes interpretaciones, provenientes de la experiencia de diversos autores del tema, sin embargo, para cada filosofía, las diversas interpretaciones

apuntan hacia las mismas conclusiones, presentando diferencias en su implementación, cuantificación de fallas, determinación de frecuencias, etc.

En el Año 2005, MILEIXI C. REYES H. En la UNIVERSIDAD DEL ZULIA realizo la tesis titulada: MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA BOMBAS RECIPROCANTES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE AGUA SALADA EN ESTACIONES DE DESCARGA: Las bombas reciprocantes que son utilizadas en la industria petrolera en el sistema de inyección de agua salada en las estaciones de descarga tienen como propósito reinyectar la misma en determinados yacimientos a través de pozos previamente seleccionados, estas bombas presentan con alta frecuencia a fallas en algunos de sus componentes existiendo evidencias de una ausencia de mantenimiento, de manera que se generan paradas inapropiadas de los equipos afectando directamente a la producción.

Es por esta razón que este estudio tiene como objetivo principal la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para bombas reciprocantes del sistema de inyección de agua salada en estaciones de descarga con el fin de garantizar la disponibilidad y productividad de las mismas disminuyendo los eventos no deseados.

En el Año 2008, FRANCISCO GUILLERMO OZAETA BURGOS en la UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA realizo la tesis titulada: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANTA PURIFICADORA DE AGUA, EMBOTELLADORES UNIDOS, PLANTA PETÉN: El presente trabajo de graduación fue desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), y es la culminación de una serie de actividades realizadas para tratar de solucionar los problemas que se presentan dentro de la empresa Embotelladores Unidos, problemas tales como la falta de un plan de mantenimiento preventivo. Por tal motivo, se diseñaron rutinas de monitoreo de condición, calendarización de mantenimiento preventivo, codificación del equipo por su importancia en el proceso de producción, inventario general del equipo y la propuesta de un stock mínimo de repuestos. La **justificación** es debido a la ausencia de los elementos de un plan de Mantenimiento como lo son las hojas de vida, requerimientos e

instructivos se detectó la necesidad de diseñar un plan de Mantenimiento preventivo para la empresa TALSA (FUNDO UPAO) en el área de filtrado.

Con el fin de lograr la máxima eficiencia del sistema debido al adecuado Mantenimiento que se les realice, se quiere mostrar que el uso correcto del plan de Mantenimiento preventivo reduce las paradas intempestivas que conllevan a las pérdidas de tiempo, perdidas económicas.

Usando las técnicas del mantenimiento preventivo, se busca la reducción de fallas y la mejora en la producción de la empresa TALSA (FUNDO UPAO), lo que conllevará a mejorar su competitividad frente a otras Empresas. La implementación del mantenimiento preventivo busca la optimización en el control de fallas para la mejora en la reducción de costos para la empresa. Esta investigación se justifica por su relevancia en los siguientes aspectos:

Relevancia tecnológica: El presente proyecto realizado se justifica por su gran utilidad para la empresa TALSA (FUNDO UPAO) en establecer un plan de mantenimiento preventivo para su sistema de filtrado. El cual aportara en incrementar la vida útil de los elementos del sistema de filtrado, y sobre todo asegurar la disponibilidad de las máquinas, repuestos y servicios que se necesiten para el desarrollo de un trabajo óptimo con un buen rendimiento a un bajo costo de mantenimiento, con seguridad este proyecto será rentable y servirá como aplicación para las empresas que tengan área de filtrado.

Relevancia institucional: Usando las técnicas del mantenimiento preventivo, se busca la reducción de fallas y la mejora en la producción de la empresa TALSA (FUNDO UPAO), lo que conllevará a mejorar su competitividad frente a otras Empresas.

Relevancia Social: Se mejorará las condiciones de trabajo de los operarios del sistema.

Relevancia Económica: La implementación del mantenimiento preventivo busca la optimización en el control de fallas para la mejora en la reducción de costos para la empresa.

1.3-. Desarrollo de las Variables del Tema.

1.3.1- Mantenimiento:

Se define el mantenimiento como todas las acciones que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.¹ Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes. En las ramas de la Ingeniería algunas especializaciones son: Ingeniería en mantenimiento industrial e Ingeniería en mantenimiento mecánico. (wikipedia, 2019)

Mantenimiento preventivo: En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. (wikipedia, 2019)

El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

Necesitará proyectar los beneficios del mantenimiento preventivo, los más relevantes son los siguientes:

- ✓ Reduce las fallas y tiempos muertos (incrementa la disponibilidad de equipos e instalaciones). Obviamente, si tiene muchas fallas que atender menos tiempo puede dedicarle al mantenimiento programado y estará utilizando un mantenimiento reactivo mucho más caro por ser un mantenimiento de "apaga fuegos".

- ✓ Incrementa la vida de los equipos e instalaciones: Si tiene buen cuidado con los equipos puede ayudar a incrementar su vida. Sin embargo, requiere de involucrar a todos en la idea de la prioridad ineludible de realizar y cumplir fielmente con el programa.

- ✓ Mejora la utilización de los recursos: Cuando los trabajos se realizan con calidad y el programa se cumple fielmente. El mantenimiento preventivo incrementa la utilización de maquinaria, equipo e instalaciones, esto tiene una relación directa con:
 - El programa de mantenimiento preventivo que se hace. Lo que se puede hacer, y como debe hacerse.

 - Reduce los niveles del inventario: Al tener un mantenimiento planeado puede reducir los niveles de existencias del almacén.

 - Ahorro: Un peso ahorrado en mantenimiento son muchos pesos de utilidad para la compañía. Cuando los equipos trabajan más eficientemente el valor del ahorro es muy significativo. (wikipedia, 2019)

1.3.2_ Gestión del mantenimiento: La gestión del mantenimiento consiste en el manejo que se tiene con respecto al mantenimiento en cuanto a los puntos tales como: el análisis y diagnóstico, planeamiento y programación, organización, dirección y supervisión; y el control y evaluación de la gestión y operación del mantenimiento. La importancia de la gestión del mantenimiento radica en rol que cumple dentro de la empresa, para tratar sobre el rol que cumple el mantenimiento dentro de toda empresa debemos conocer los objetivos a los que apunta tanto la empresa como la gestión del mantenimiento (SENATI, 2007)

Los principales objetivos son:

- Maximizar la productividad.
- Reducir el tiempo de producción.

- Mejorar la calidad del producto y del servicio.
- Poseer una línea de producción libre de fallas.
- Reducir los accidentes de trabajo.
- Optimizar los costos y emplear eficientemente los recursos.
- Mejorar el flujo de información entre las diversas áreas.

Los objetivos del mantenimiento son:

- Conservar los equipos.
- Minimizar las fallas.
- Mejorar la efectividad.
- Reducir los costos.
- Mantener la disponibilidad.
- Mejorar la productividad. (SENATI, 2007)

1.3.3_Indicadores del mantenimiento: Para una buena gestión del mantenimiento se debe medir la actividad por medio de herramientas adecuadas. Como los resultados son más difíciles de evaluar en el campo del mantenimiento que en la producción, será necesario utilizar los índices y de los múltiples índices usados en la gestión de mantenimiento se empleará sólo aquellos índices estándares que son calculados con la misma fórmula en todos los países, es decir, los denominados “Índices de Clase Mundial”. (renovetec, 2009)

a). Tiempo promedio entre fallas TPEF: Es la sumatoria de todos los tiempos entre fallas (TEF), entre el número total de fallas.

$$TPEF = \frac{\sum_{i=1}^n TEF}{n} \quad \dots \dots \dots (1.1)$$

Dónde:

- TPEF: Tiempo promedio entre fallas [Hrs].
- TEF: Tiempo entre fallas [Hrs].
- n: Número de fallas. (Operaciones, 2015)

b). Tiempo promedio para reparar TPPR: Es la sumatoria de todos los tiempos para reparar (TPR) cada falla, entre el número de fallas.

$$TPPR = \frac{\sum_{i=1}^n TPR}{n} \dots \dots \dots (1.2)$$

Dónde:

- TPPR: Tiempo promedio para reparar [Hrs].
- TPR: Tiempo para reparar[Hrs].
- n: Número de fallas. (Operaciones, 2015)

C. Disponibilidad: Es el objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un equipo u/o máquina que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir.

Matemáticamente la disponibilidad D(t), se puede definir:

$$D(t) = \left(\frac{TPEF}{TPEF + TPPR} \right) * 100\% \dots \dots \dots (1.3)$$

Dónde:

- D(t): Disponibilidad [%]
- TPEF: Tiempo promedio entre fallas [Hrs].
- TPPR: Tiempo promedio para reparar [Hrs]. (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, 2006)

d). Confiabilidad: La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un equipo u/o máquina desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación. Otra definición importante de confiabilidad es; probabilidad de que un equipo u/o máquina pueda desempeñar su función requerida durante un intervalo de tiempo

establecido y bajo condiciones de uso definidas. (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, 2006)

La confiabilidad puede ser expresada a través de la expresión:

$$R(t) = \left(e^{-\frac{\lambda * T_{po}}{100}} \right) * 100\% \quad \dots \dots \dots (1.4)$$

Dónde:

- R(t): Confiabilidad [%]
- T_{po}: Tiempo total de estudio [Hrs].
- λ: Tasa de fallas (número total de fallas con relación al tiempo promedio entre fallas del equipo) $\left[\frac{\text{Fallas}}{\text{Hr}} \right]$. Y se expresa:

$$\lambda = \frac{1}{TPEF} \quad \dots \dots \dots (1.5)$$

Dónde:

- TPEF: Tiempo promedio entre fallas [Hrs]. (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, 2006)

e). Mantenibilidad: La mantenibilidad se puede definir como la expectativa que se tiene de que un equipo u/o máquina pueda ser colocado en condiciones de operación dentro de un periodo de tiempo establecido, cuando la acción de mantenimiento es ejecutada de acuerdo con procedimientos prescritos. También se define la mantenibilidad como “la probabilidad de restablecer las condiciones específicas de funcionamiento de un sistema, en límites de tiempo deseados, cuando el mantenimiento es realizado en las condiciones y medios predefinidos”. O simplemente “la probabilidad de que un equipo que presenta una falla sea reparado en un determinado tiempo. (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, 2006)

La mantenibilidad puede ser expresada a través de la expresión:

$$M(t) = \left(1 - e^{-\frac{\mu * T_{po}}{100}} \right) * 100\% \quad \dots \dots \dots (1.6)$$

Dónde:

- M(t): Mantenibilidad [%]

- Tpo: Tiempo total de estudio [Hrs].
- μ : Tasa de reparaciones (número total de reparaciones efectuadas con relación al total de horas de reparación del equipo) $\left[\frac{\text{reparaciones}}{\text{Hr}} \right]$.

Y se expresa:

$$\mu = \frac{1}{\text{TPPR}} \quad \dots \dots \dots (1.5)$$

Dónde:

TPPR: Tiempo promedio para reparar [Hrs]. (Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, 2006)

f.) Eficiencia general de los equipos: La OEE (Overall Equipment Effectiveness, o Eficiencia General de los Equipos) es una relación porcentual que sirve para conocer la eficiencia productiva de la maquinaria industrial.

La ventaja de la OEE respecto de otros es que cuantifica en un único indicador todos los parámetros fundamentales del mantenimiento: La disponibilidad, la confiabilidad y la mantenibilidad. (wikipedia, eficiencia general de los equipos, 2018)

Es decir:

$$\eta = \text{OEE} = D(t) * R(t) * M(t) \quad \dots \dots \dots (1.6)$$

Dónde:

$\eta = \text{OEE}$: Eficiencia del equipo [%]

D(t): Disponibilidad [%]

R(t): Confiabilidad [%]

M(t): Mantenibilidad [%] (wikipedia, eficiencia general de los equipos, 2018)

1.3.4-. Costo del mantenimiento preventivo: Antes de iniciar el programa de mantenimiento preventivo será necesario que tenga una idea completa de cuál será su costo, ya que hay un número de requerimientos a considerar. A continuación le señalamos algunos de estos costos. (SIMA, 2006)

- **Arranque:** Siempre existen costos asociados con el arranque de cualquier programa, en el inicio de su programa de mantenimiento preventivo necesitará: (SIMA, 2006)

- **Tiempo Extra:** Muy probablemente se necesitará de este tiempo, considerando que es bastante el trabajo a realizar en relación a: Seleccionar la maquinaria y equipo que será incluido en el programa de mantenimiento preventivo y reunir todos los datos necesarios. (Manual del fabricante y sus recomendaciones, Historiales del equipo, partes, repuestos, refacciones críticas, datos de placa, etc.) (SIMA, 2006)

- Éste tiempo también debe ser tomado en cuenta para ordenar los datos y hacer los manuales de mantenimiento, así como escribir los procedimientos del mantenimiento preventivo y determinar los valores de la frecuencia y uso que utilizará en el disparo de las órdenes de trabajo.

- **Tiempo de ayudantes:** Una vez que ha seleccionado el equipo y recolectado toda la información para su programa, se necesita transferir esa información a su forma final —ya sea en un programa de mantenimiento preventivo manual, o en su sistema computarizado— normalmente este tipo de trabajo es manejado mejor por alguien con experiencia en el área. (SIMA, 2006)

- **Mano de obra. (Técnicos de mantenimiento):** Si requiere recabar información de la maquinaria y equipo, como datos de placa, refacciones utilizadas, materiales, y otros, considere la mano de obra para este trabajo. (SIMA, 2006)

- **Almacenes:** Dada la importancia que tiene los almacenes y el inventario de refacciones y su relación con el programa de mantenimiento preventivo, se necesita también información al respecto. (SIMA, 2006)

En la medida que se incrementa el mantenimiento preventivo se aumentará el número de refacciones que debe almacenar, por lo cual debe asegurarse que sea de acuerdo a los programas de confiabilidad de cada equipo y sus refacciones críticas. Necesitará también de información acerca de proveedores, tiempos de entrega, costos, tiempos de tránsito, etc. Así estará en posición de determinar un adecuado nivel de lubricantes, filtros, sellos, refacciones especiales, refacciones comunes, y otros artículos de almacén normalmente usados durante el mantenimiento preventivo.

También debe determinar las herramientas especiales que se requieren, muchos programas de mantenimiento preventivo se ven afectados por no considerar las herramientas.

Si ha decidido que el análisis de aceite o de algún otro sub-programa especial de mantenimiento predictivo será incluido en su mantenimiento preventivo, necesitará instrumentos especiales y provisiones especiales para esos programas. O contratar una firma especializada en el monitoreo de acuerdo a la programación. Sin embargo, recordara que anteriormente señalamos la reducción del inventario como uno de los beneficios a alcanzar. Si su programa de mantenimiento preventivo tiene algún enlace con una base de datos electrónica o bien alguna hoja de cálculo podrá.

Comprometer y adquirir las partes de repuesto en anticipación en los próximos 3 a 6 meses. También es posible dado al conocimiento de las partes comprometidas adquirir las partes a consignación.

De esta manera la inversión de su empresa en inventario de repuestos será baja y en tiempo justo a la necesidad.

Es muy importante tener un sistema de compras técnicas o bien entrenar al comprador o colocar a un ingeniero de mantenimiento en este puesto.

Aquí cabe señalar que muchas órdenes de trabajo del programa de mantenimiento preventivo no se pueden realizar por falta de refacciones, de aquí la importancia de las comparas técnicas. (SIMA, 2006)

El impacto negativo que causa un mal manejo de inventario en el programa de mantenimiento preventivo afecta la efectividad, y promueven las desviaciones de desempeño de equipos y la no calidad, sea pues cuidadoso y recabe la información necesaria. (SIMA, 2006)

- **Entrenamiento:** Necesita determinar si se requiere algún tipo de entrenamiento y planear el mismo, al menos necesitará catalogar el tiempo de entrenamiento para familiarizarse con el plan de mantenimiento preventivo. (SIMA, 2006)

Es buena idea formar un grupo de trabajo directamente relacionado con el soporte de los programas de mantenimiento preventivo, considerando siempre su cumplimiento o al menos dar entrenamiento a su personal de base, así es que aquí también requiere de capacitación.

Si incluyó otras disciplinas de mantenimiento predictivo en su programa, necesita un entrenamiento especial de cómo usarlo, así como programas de control e integración.

Costos: La mayoría de los costos son recurrentes; por ejemplo: Los almacenes deben ser re-aprovisionados, puede necesitar personal adicional y ser entrenado, necesitará herramientas especiales, capacitación constante en el programa, y si empezó con una parte limitada de su operación general, probablemente quiera expandir el programa hasta que se obtenga la totalidad. (SIMA, 2006)

Alternativas: En cualquier implementación de un programa específico deben mencionarse alternativas, aquí se presentan algunas.

No hacer nada: Puede decidir que es demasiado difícil, o muy consumista de tiempo y que no vale la pena cambiar después de todo, ninguna elección es digna de hacerse. (SIMA, 2006)

Solo reparar fallas: Puede darle cualquier forma a su programa de mantenimiento y arreglar solamente los equipos cuando fallan o le afecten a su trabajo o la calidad.

Contratar todos los mantenimientos preventivos: Usted puede decidir que el tiempo, esfuerzos y gastos para establecer un programa de mantenimiento preventivo interno justificará los gastos de contratación por al menos el mantenimiento preventivo para su equipo crítico. Si opta por esta alternativa, planea para un contrato de corto tiempo y si es posible incluya en el contrato requerimientos para construir una librería de mantenimiento preventivo de; Equipo / frecuencia / procedimientos de referencia cruzada, así como establecer un programa de entrenamiento para su personal. (SIMA, 2006)

1.3.5-. Relevancia Ambiental:

El plan de mantenimiento preventivo adecuado para el sistema de filtrado permitirá que los índices de contaminación ambiental disminuyan. Contribuyendo con el **marco teórico:**

Sistema de filtrado: Los sistemas de filtración tratan el agua pasándola a través de lechos de materiales granulares (p.ej., arena) que retiran y retienen los contaminantes. Los sistemas de filtrado convencionales, directos, lentos de arena y de tierra diatomácea hacen todos un buen trabajo al eliminar la mayoría de protozoos, bacterias y virus (si se usa la coagulación). Usualmente, los filtros de bolsa y cartucho no eliminan los virus y muy pocas bacterias. (Ciencias., 2007)

1.3.5.1 La filtración convencional es una operación de varias etapas. Primero, se agrega un coagulante químico como sales de hierro o de aluminio al agua fuente. Después, se agita la mezcla para inducir la unión de las partículas pequeñas en suspensión para formar grumos más grandes o “flóculos” más fáciles de retirar. Estas masas coaguladas, o “flóculos”, se dejan asentar fuera del agua, para que se lleven consigo muchos contaminantes. Al terminar estos procesos, el agua se pasa a través de filtros de manera que las partículas restantes se adhieran por sí mismas al material de filtro. (Ciencias., 2007)

1.3.5.2-La filtración directa es similar a la filtración convencional, excepto que después de agregar el coagulante, y después de agitar la mezcla, no hay una fase

separada para la sedimentación. En vez de ello, las partículas en suspensión son desestabilizadas por el coagulante y así se adhieren con mayor facilidad al material de filtro cuando el agua se filtra posteriormente. (Ciencias., 2007)

1.3.5.3.-Los sistemas de filtración lenta en arena no tienen fase de coagulación y, usualmente, tampoco tienen un paso de sedimentación. Se induce el paso lento y descendente del agua a través de un lecho de arena de dos a cuatro pies (0,6 a 1,2 metros) de profundidad. Una capa biológicamente activa se forma a lo largo de la superficie superior del lecho de arena, atrapando así partículas pequeñas y degradando algunos contaminantes orgánicos. (Ciencias., 2007)

1.3.5.4.-La filtración biológica en arena: Es un sistema de filtración en el punto de uso análogo a la filtración lenta en arena, pero su eficacia está mucho menos establecida que ésta última. (Ciencias., 2007)

La filtración con tierra diatomácea usa como material de filtro las conchas fosilizadas de diminutos organismos marinos a través de los cuales se hace pasar el agua sin tratamiento. La tierra filtra físicamente los contaminantes particulados del agua. (Ciencias., 2007)

1.3.5.5.-Los filtros de bolsa y cartucho son sistemas sencillos y fáciles de usar que utilizan una bolsa tejida o un cartucho de filamento enrollado o un filtro fruncido para filtrar físicamente los microbios y sedimento del agua fuente. (Ciencias., 2007)

1.3.5.6.-Los filtros de cerámica se utilizan principalmente en aplicaciones de punto de uso. En los países en vías de desarrollo, éstos se fabrican localmente, algunas veces en microempresas autofinanciadas.

La mayoría de los sistemas de filtración usan el “retro lavado” para limpiar el sistema. Esto produce aguas de desecho que se deben manejar adecuadamente. Los Elementos del Sistema de filtrado: (Ciencias., 2007)

1.3.5.6.1.-Válvula de Control Hidráulico: Válvulas de Control Hidráulico de accionador de diafragma de cámara simple. Para aplicaciones de agua potable, soluciones ácidas y cianuradas, en mercados de saneamiento, agricultura, industria y minería. Modelos principales: Válvulas de Alivio rápido de Presión, válvulas Reductoras de Presión, Válvulas de Control de Flujo, válvulas de Control de Nivel, Válvula de Control. (BERMAD, 2014)



FIGURA 1. Válvula de control hidráulico.

(<http://www.traxco.es/blog/tecnologia-del-riego/valvulas-automaticas-de-control>)

1.3.5.6.2.-Válvula de aire: En las válvulas de aire combinadas se integran en una sola unidad una válvula de aire y vacío y una automática. El componente de aire y vacío, con el orificio grande, libera aire en grandes caudales durante el llenado de la tubería y permite la entrada de grandes caudales de aire mientras la tubería se vacía. El componente automático, que tiene el orificio pequeño, libera el aire que se acumula y queda atrapado en los puntos altos del sistema presurizado. (DICONSA, 2014)

1.3.5.6.3.-Motor eléctrico: El **motor eléctrico** es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor. (WIKIPEDIA, 2014)



FIGURA 2. Motor eléctrico

(<http://www.solostocks.com.mx/venta-productos/otra-maquinaria/motorelectrico-weg-800522>)

1.3.5.6.4-. Bomba de agua: Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud. (WIKIPEDIA, BOMBA DE AGUA , 2013)



Figura N° 3: bomba de agua.

(<http://www.bombaindustrial.com/Blog/Tipos-de-bombas-2/>)

1.3.5.6.5-. Tanque de grava: El principio de la filtración usando una cama de arena filtradora es muy simple. El agua de la fuente de riego es presurizada e introducida en la parte superior de la cama de arena de los tanques. Un plato difusor en la garganta superior del tanque sirve para reducir la velocidad del agua y distribuir uniformemente el agua a través de la parte superior de la cama filtrante. La cama de arena es una capa de arena triturada de tamaño graduado de

aproximadamente 16"de profundidad. Los contaminantes en el agua son capturados en la cama de arena y el agua filtrada pasa dentro del colector de descarga, ubicado en el fondo de los tanques. (Fresno Valves and Castings, 2010)



Figura N° 4: Tanque de grava.
(<http://fabianisrl.com.ar/filtro-de-grava/>)

Filtro de disco: Características del Producto:

- Filtración precisa.
- Filtración automática para caudales bajos.
- Componentes de polietileno contra la corrosión.
- Elementos de los filtros altamente duraderos.
- Fácil instalación y operación.
- Diseños compactos y ligeros.
- Operación confiable y sencilla. (AZUD, 2011)

1.3.5.6.6.-Válvulas automáticas de control: Las válvulas automáticas de control son de operación totalmente automática; están provistas de un control piloto a diafragma que brinda señalados beneficios y un valor incomparable, tanto en las operaciones básicas de apertura y cierre, como en las funciones más complejas de control de presiones, niveles y caudales. (GEMU, 2014)



Figura N° 5: Válvulas automáticas de control.
(<http://www.ooval.com>)

1.3.5.6.7.-Contador de agua: Un medidor de agua es un artefacto que permite contabilizar la cantidad de agua que pasa a través de él y es utilizado en las instalaciones residenciales e industriales de los acueductos para realizar los cobros pertinentes a los usuarios del mismo. (WIKIPEDIA, MEDIDOR DE AGUA , 2011)



FIGURA 6. Contador de agua.
(http://www.dorot.com/index.php?page_id=361)

1.3.5.6.8.-Válvula mariposa: Una válvula de mariposa es un dispositivo para interrumpir o regular el flujo de un fluido en un conducto, aumentando o reduciendo la sección de paso mediante una placa, denominada «mariposa», que

gira sobre un eje. Al disminuir el área de paso, aumenta la pérdida de carga local en la válvula, reduciendo el flujo. (WIKIPEDIA, VALVULA MARIPOSA, 2014)



Figura N° 7: Válvula mariposa.

(<http://www.ferroneumatica.com.co/2012/06/02/valvula-mariposa/>)

1.3.6-. Pasos para un efectivo mantenimiento preventivo: Pasos necesarios para establecer un programa efectivo de mantenimiento preventivo. Probablemente su modelo tenga algunas diferencias no significativas, dependiendo de cómo este estructurada su organización, de sus políticas y otros factores pero todas las opciones se pueden manejar en un momento determinado. (SIMA, 2006)

- **Determine las metas y objetivos:** El primer paso para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo es determinar exactamente qué es lo que se quiere obtener del programa. Usualmente el mejor inicio es trabajar sobre una base limitada y expandirse después de obtener algunos resultados positivos. Si tiene alguna dificultad con sus metas puede tomar algunos "tips" de la lista de beneficios del programa de mantenimiento mencionado con anterioridad, mostramos ahora algunos ejemplos muy simples: Incrementar la disponibilidad de los equipos, reducir las fallas. (SIMA, 2006)

- **Establecer los requerimientos para el mantenimiento preventivo:** Decida qué tan extenso pueda ser su programa de mantenimiento preventivo. **Maquinaria y Equipo a incluir:** La mejor forma de iniciar esta actividad es determinar cuál es la maquinaria y equipo más crítico en la planta; Algunas veces esto es muy fácil y otras veces no esto depende de lo que manufacture su compañía; piense en su lista y acuda a sus clientes (producción, cabezas de departamento, etc.) y pregúnteles— después de todo, ellos son las personas a quienes debe atender. Haga de su programa de mantenimiento preventivo un "sistema activo"; donde participen todos los departamentos. **Áreas de operación a incluir:** Puede ser mejor, seleccionar un departamento o sección de la planta para facilitar el inicio; ésta aproximación permite que concentre sus esfuerzos y más fácilmente realice mediciones del progreso. Es mucho mejor el expandir el programa una vez que probó que se obtienen resultados. (SIMA, 2006)

- **Decida si se van a incluir disciplinas adicionales al programa de mantenimiento preventivo:** Debe determinar si implementará rutas de lubricación, realizar inspecciones y hacer ajustes y/o calibraciones, o cambiar partes en base a frecuencia y o uso. (Mantenimiento preventivo tradicional.) (SIMA, 2006)

Inspecciones periódicas de monitoreo, y análisis de aceite (el cual es parte de un mantenimiento predictivo). Lecturas de temperatura / presión / volumen (que es; la condición de monitoreo y forma parte de mantenimiento predictivo por operadores.) O cualquier otro subsistema. La maquinaria y equipo que seleccionó para incluir en el programa, determinará si necesita disciplinas adicionales de mantenimiento preventivo, cada subsistema provee beneficios pero también influirá en sus recursos disponibles. Tenga esto siempre presente e inclúyalo en su propuesta original. (SIMA, 2006)

- **Declare la posición del mantenimiento preventivo:** Es importante que cualquier persona en la organización entienda exactamente qué consideró como el mayor propósito del programa de mantenimiento preventivo. No tiene que ser tan breve, es decir sin sentido, pero tampoco deberá ser tan extenso que cree confusión. No desarrollar un enunciado claro y conciso, puede hacer su programa muy difícil, esto sucede frecuentemente. (SIMA, 2006)
- **Medición del mantenimiento preventivo:** Muchos de los componentes del plan de mantenimiento preventivo han sido ya discutidos aquí, solo queda ponerlos todos bajo una cubierta y desarrollar una línea de tiempo para su implementación, así como para desarrollar los requerimientos de los reportes y la frecuencia, para la medición del progreso. Ponga particular atención en la medición del progreso, ya que es en donde muchos programas de mantenimiento preventivo fallan.

Si no mide el progreso no tendrá ninguna defensa, y como lo sabe, lo primero que se reduce cuando existen problemas de este tipo, es precisamente en el presupuesto del programa de mantenimiento preventivo. También cuando requiere expandir el programa y no puede probar que está trabajando para obtener los resultados que predijo, no encontrará fondos u otros recursos necesarios.

Por último y de mucha importancia, si no mide los resultados no podrá afinar su programa; en concreto, si no hace de su sistema **un sistema activo**, esto puede lentamente destruir su programa. Así es como fueron concebidos otros programas pobres. (SIMA, 2006)

- **Desarrolle un plan de entrenamiento:** No necesitamos mencionar demasiado sino solo la invariabilidad del requerimiento de un entrenamiento completo y consistente, determine estos requerimientos y

desarrolle un plan comprensible para acoplarlo a la línea de tiempo establecida que desarrolló. (SIMA, 2006)

1.3.7-. ESTUDIO DE TIEMPOS_"El Estudio de Tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida". (INDUSTRIAL, 2015)

Tiempo de reparación:

- ✓ Es el tiempo medio real utilizado para arreglar la falla y restaurar la función de un equipo, maquinaria, línea o proceso después de una falla funcional.
- ✓ Es una medición de la eficiencia del mantenimiento. Para reparar las fallas de un equipo.
- ✓ Es el intervalo de tiempo obtenido dividiendo el tiempo total de reparación entre el número total de fallas en un sistema. (INDUSTRIAL, 2015)

Tiempo de parada: Tiempo durante el cual un recurso no es productivo. En el sistema estándar se predefinen los tiempos de parada normalmente más utilizados. Junto con estos tiempos de parada predefinidos también puede definir los tiempos de parada específicos del usuario. (INDUSTRIAL, 2015)

Al registrar **elementos de tiempo de parada** se asignan los tiempos de parada. Cada elemento de tiempo de parada describe una clase de tiempo de parada predefinida. Para algunos de los elementos de tiempo de parada existen tiempos por defecto para facilitar su registro. Se calculan a partir de datos que provienen de diferentes componentes en el sistema SAP. Los tiempos por defecto están disponibles, por ejemplo, para vacaciones, días no productivos, pausas, modificaciones de turno, preparación, desmontaje, reparación y períodos de mantenimiento. Los elementos de tiempo de parada se agrupan en clases que muestran las mismas características o un mismo conjunto empresarial. Las clases

están predefinidas. No puede crear clases propias. Tampoco puede modificar la asignación de elementos de tiempo de parada predefinidos a las clases. (INDUSTRIAL, 2015)

Tiempo de operación: Con frecuencia, se presentan factores que inciden en la pérdida de tiempo y se evidencian bajos resultados en lo planeado para ejecutar durante el día y se plasman en proyectos futuros.

Algunos de estos son:

- Visitas inesperadas.
- No delegar tareas que pueden hacer los demás.
- Desorden en el puesto de trabajo.
- Distracciones visuales y auditivas.
- Trámites innecesarios y excesivos en la obtención de datos.
- Retardo en la entrega de informes por detenerse en minucias que no aportan valor al producto final.
- No terminar las tareas completas.
- Ausencia de información necesaria en el trabajo.
- Uso inadecuado de los chats, correo electrónico y teléfono.
- Oficinas en malas condiciones.
- Reuniones innecesarias y que toman más del tiempo requerido.
- Vacilación en la toma de decisiones.
- No aclarar objetivos y propósitos.
- No distinguir lo urgente con lo importante.
- Comunicación deficiente, es decir, el uso de lenguaje confuso.

(INDUSTRIAL, 2015)

1.3.8.-DIAGRAMA DE FLUJOS DE PROCESOS: El **diagrama de flujo** o **diagrama de actividades** es la representación gráfica del algoritmo o proceso. Se utiliza en disciplinas como programación, economía, procesos industriales y psicología cognitiva.

En Lenguaje Unificado de Modelado (UML), un diagrama de actividades representa los flujos de trabajo paso a paso de negocio y operacionales de los componentes en un sistema. Un diagrama de actividades muestra el flujo de control general.

El diagrama de actividades ha sido extendido para indicar flujos entre pasos que mueven elementos físicos (p.ej., gasolina) o energía (p.ej., presión). Los cambios adicionales permiten al diagrama soportar mejor flujos de comportamiento y datos continuos.

Estos diagramas utilizan símbolos con significados definidos que representan los pasos del algoritmo, y representan el flujo de ejecución mediante flechas que conectan los puntos de inicio y de fin de proceso. (wikipedia, Diagrama de flujo, 2014)

Normas de trabajo: Un diagrama de flujo presenta generalmente un único punto de inicio y un único punto de cierre, aunque puede tener más, siempre que cumpla con la lógica requerida.

Las siguientes son acciones previas a la realización del diagrama de flujo:

- Identificar las ideas principales al ser incluidas en el diagrama de flujo. Deben estar presentes el autor o responsable del proceso, los autores o responsables del proceso anterior y posterior y de otros procesos interrelacionados, así como las terceras partes interesadas.
- Definir qué se espera obtener del diagrama de flujo.
- Identificar quién lo empleará y cómo.
- Establecer el nivel de detalle requerido.
- Determinar los límites del proceso a describir. (wikipedia, Diagrama de flujo, 2014)

Los pasos a seguir para construir el diagrama de flujo son:

- Establecer el alcance del proceso a describir. De esta manera quedará fijado el comienzo y el final del diagrama. Frecuentemente el comienzo es la salida del proceso previo y el final la entrada al proceso siguiente.
- Identificar y listar las principales actividades/subprocesos que están incluidos en el proceso a describir y su orden cronológico.
- Si el nivel de detalle definido incluye actividades menores, listarlas también.
- Identificar y listar los puntos de decisión.
- Construir el diagrama respetando la secuencia cronológica y asignando los correspondientes símbolos.
- Asignar un título al diagrama y verificar que esté completo y describa con exactitud el proceso elegido. (wikipedia, Diagrama de flujo, 2014)

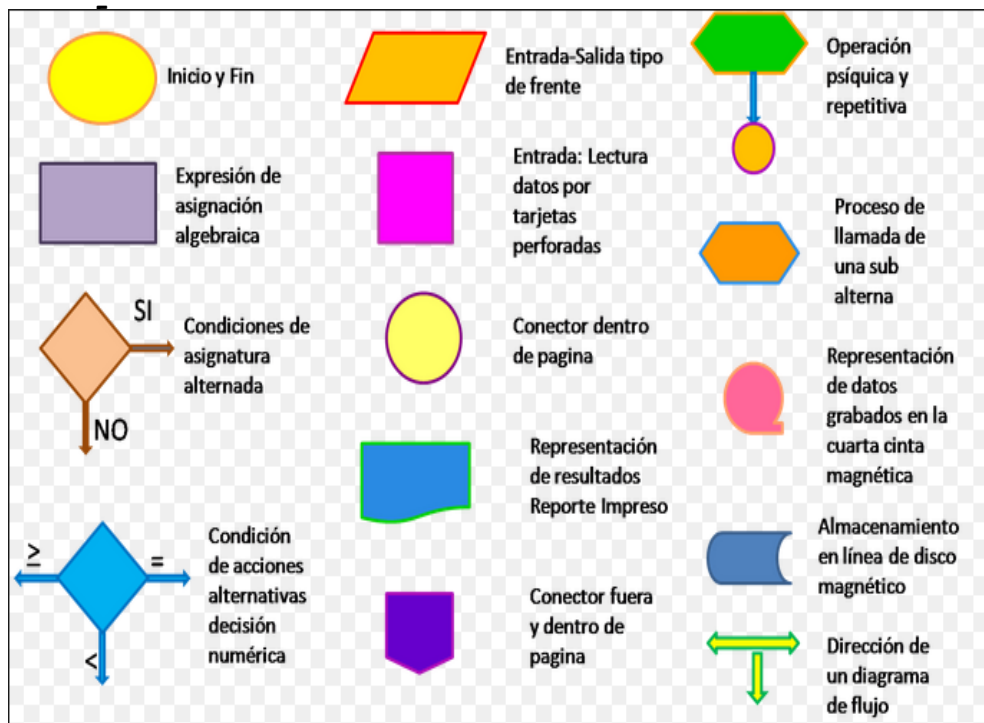
Tipos de diagramas de flujo:

- Formato vertical: En él, el flujo y la secuencia de las operaciones, va de arriba hacia abajo. Es una lista ordenada de las operaciones de un proceso con toda la información que se considere necesaria, según su propósito.
- Formato horizontal: En él, el flujo o la secuencia de las operaciones, va de izquierda a derecha.
- Formato panorámico: El proceso entero está representado en una sola carta y puede apreciarse de una sola mirada mucho más rápido que leyendo el texto, lo que facilita su comprensión, aun para personas no familiarizadas. Registra no solo en línea vertical, sino también horizontal, distintas acciones simultáneas y la participación de más de un puesto o departamento que el formato vertical no registra.

- Formato Arquitectónico: Describe el itinerario de ruta de una forma o persona sobre el plano arquitectónico del área de trabajo. El primero del flujo gramas es eminentemente descriptivo, mientras que los utilizados son fundamentalmente representativos. (wikipedia, Diagrama de flujo, 2014)

Simbología y Significado:

- **Óvalo o Elipse:** Inicio y término (Abre y cierra el diagrama).
- **Rectángulo:** Actividad (Representa la ejecución de una o más actividades o procedimientos).
- **Rombo:** Decisión (Formula una pregunta o cuestión).
- **Círculo:** Conector (Representa el enlace de actividades con otra dentro de un procedimiento).
- **Triángulo boca abajo:** Archivo definitivo (Guarda un documento en forma permanente).
- **Triángulo boca arriba:** Archivo temporal (Proporciona un tiempo para el almacenamiento del documento). (wikipedia, Diagrama de flujo, 2014)



Ventajas de diagrama e flujo:

- Favorecen la comprensión del proceso al mostrarlo como un dibujo. El cerebro humano reconoce muy fácilmente los dibujos. Un buen diagrama de flujo reemplaza varias páginas de texto.
- Permiten identificar los problemas y las oportunidades de mejora del proceso. Se identifican los pasos, los flujos de los procesos, los conflictos de autoridad, las responsabilidades, los cuellos de botella, y los puntos de decisión.
- Muestran las interfaces cliente-proveedor y las transacciones que en ellas se realizan, facilitando a los empleados el análisis de las mismas.
- Son una excelente herramienta para capacitar a los nuevos empleados y también a los que desarrollan la tarea, cuando se realizan mejoras en el proceso.
- Al igual que el pseudocódigo, el diagrama de flujo con fines de análisis de algoritmos de programación puede ser ejecutado en un ordenador, con un IDE como Free DFD. (wikipedia, Diagrama de flujo, 2014)

1.3.9.-DOCUMENTOS DE MANTENIMIENTO: Los documentos necesarios en el departamento de mantenimiento, forman un conjunto de instrumentos técnicos y administrativos, que nos permiten manejar y suministrar información técnica apropiada a quien la requiera dentro de la estructura orgánica de la compañía y nos permiten además registrar los inventarios que poseemos, las características de ellos, el estado en que se encuentran, nos permiten controlar costos y las ordenes de trabajo, nos permiten determinar los requerimientos de mano de obra y los materiales que necesitamos para establecer nuestros planes y programas, nos permiten efectuar la correcta explotación de las instalaciones y nos permiten organizar la implantación del mantenimiento óptimo que deseamos. Este conjunto de documentos constituye el banco de información del departamento de mantenimiento estos documentos son: (Moderador, 2008)

1.3.9.1.-Los inventarios: El inventario **es el documento simple** en contabilidad y en mantenimiento. Nos sirve para ver, de forma general, con lo que cuenta la empresa para desarrollar su actividad. En mantenimiento nos muestra el listado de las piezas de montaje de una máquina. El inventario es la colección de datos que correlaciona a cada equipo con su posición física dentro de la planta, función y área de aplicación. (wedsley, 1988)

3.9.2.-Los catálogos: son los listado de repuestos, piezas de repuestos o accesorios disponibles y están preparados en orden alfabético o numérico o de partes. (gavilanez, 2015)

1.3.9.3.-Los manuales: Los manuales son los documentos que comprenden los aspectos a tener en cuenta, con las indicaciones más importantes; para poder realizar un correcto mantenimiento a los equipos. (gavilanez, 2015)



FIGURA 8. MANUAL DE MANTENIMIENTO

(http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/29203/index.html#)

1.3.9.4.-Las fichas: son las formas sueltas en las cuales se anotan y se recopilan datos; y están ordenados de tal forma que la información necesaria se obtenga de manera rápida, directa y precisa. (gavilanez, 2015)

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES DE GESTIÓN			
Nombre del Indicador:	% Uso de equipos		
Tipo de Indicador:	Eficiencia		
Objetivo:	Medir el % de uso de cada equipo		
Expresión Conceptual:	Expresión Matemática:		
Relación que permite determinar el porcentaje de uso real de las horas disponibles de cada equipo en un periodo de tiempo determinado.	$\% \text{ de uso de equipo} = \frac{\text{horas de utilización del equipo}}{\text{horas disponibles en el mes}} \times 100$		
Unidades:	% Porcentaje	Responsabilidad:	Departamento de Planificación y Mantenimiento
Meta:	Planificado (>=65%) que debe cumplirse	Ptos.de Lectura e Instrumentos:	Coordinador Planificación y Mantenimiento. Informes de planificación y Mantenimiento
Periodicidad:	Mensual		

Figura N° 9. FICHA TECNICA

(<http://www.monografias.com/trabajos91/disenio-sistema-indicadores-modelo-fim-productividad/disenio-sistema-indicadores-modelo-fim-productividad2.shtml>)

1.3.9.5.-Los certificados: son documentos que tienen por finalidad de que un hecho sea verdadero. Generalmente sirven de garantía de calidad en las maquinas antes de ponerlas en marcha como nuevas, reconstruidas o reparadas; y suelen estar respaldados por organismos destinados para tal fin. (gavilanez, 2015)

1.3.9.6.-Catastro de equipo: El catastro es una colección de información del equipo de la planta. Sin embargo, éste es un registro a mayor escala debido a que incluye la información necesaria para comparar, mantener y analizar las condiciones operativas de las máquinas desde una misma fuente de almacenamiento de datos. Idealmente, un catastro debe incluir la siguiente información:

Datos de construcción: manuales, catálogos y diseños. Datos de compra de la maquinaria: Adquisición, solicitudes y costos.

pueden ser de carácter genérico, tareas que pueden ser ejecutadas en cualquier equipo con características operativas similares. Los beneficios que conlleva la implementación de este mecanismo de control son: Se garantiza que el equipo está recibiendo el mantenimiento adecuado, según sus características particulares de operación. El mantenimiento se realiza sistemáticamente y no de forma errática. Esto asegura buenos resultados económicos a largo plazo y mayor vida útil de los equipos. (ESPINOZA, 2012)

1.3.11- Índices de desempeño: Son parámetros numéricos que permiten evaluar el rendimiento de un plan de Gestión del Mantenimiento y de los equipos de una planta a través de períodos de tiempo establecidos. Estas evaluaciones son posibles debido a las relaciones matemáticas que guardan ciertos indicadores operacionales con respecto a otros. Este tipo de índices facilita la identificación de los puntos críticos en un sistema de gestión de mantenimiento. Se ponen de manifiesto los aspectos cuyo rendimiento no es el deseado, por lo que acciones de mejora continua dentro de la empresa pueden ser adoptadas para mantener estos índices sobre niveles aceptables. (ESPINOZA, 2012)

Reportes: Son documentos que informan el desempeño de los equipos o máquinas dentro de la industria y el modelo de mantenimiento que se le aplica, es decir un informe que se presenta periódicamente y según la cronología en que se aplique el mantenimiento a dicho elemento; permite evaluar y analizar las posibles averías, predecir y controlar periódicamente el comportamiento de equipo y maquinaria (ESPINOZA, 2012)

Productividad: La productividad puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo en que se lleva conseguirlos. El tiempo es a menudo un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano. Independientemente del tipo de sistema de producción en económico o político, la definición de productividad sigue siendo la misma. El concepto básico de productividad es siempre la relación entre la cantidad y calidad de bienes o

servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados para producirlos. La productividad de la planta y el equipo se puede mejorar prestando atención a la utilización, la antigüedad, la modernización, el costo, la inversión, el equipo producido internamente, el mantenimiento y la expansión de la capacidad, etc. (ESPINOZA, 2012)

Los **indicadores de productividad** son aquellas variables que nos ayudan a identificar algún defecto o imperfección que exista cuando elaboramos un producto u ofrecemos un servicio, y de este modo reflejan la eficiencia en el uso de los recursos generales y recursos humanos de la empresa, y pueden ser cuantitativos y cualitativos. La productividad es el grado de eficiencia logrado por una explotación. Es el resultado entre resultados y esfuerzos, entre productos obtenidos y medios empleados, relación de la cantidad producida y la cantidad de tiempo de trabajo. En resumen, es hacer más con menos.

Recursos con una dirección para obtener bienes y productos. Podemos encontrar entre ellos: (zapata, 2014)

PRIMERA PARTE: ACTIVIDAD: La actividad es un indicador empresarial que representa en términos generales el tiempo diario que transcurre desde el momento en que la persona empieza a trabajar hasta el momento en que finaliza su trabajo. En definitiva, por actividad entendemos todas las horas que una persona está trabajando, lo que no tiene por qué coincidir con el horario laboral.

Llegados a este punto es necesario introducir este otro término, horario laboral, que no es sino el tiempo que transcurre desde que una persona entra en la empresa, hasta que sale de la empresa. Es un simplemente un parámetro que la empresa establece en cada caso y que tiene la cualidad de permanecer siempre invariable, por lo que puede servir para comparar los resultados que reflejan los indicadores que vamos a medir. En este sentido, la diferencia de tiempo entre horario laboral y actividad serían las pausas que hace la persona, es decir, el tiempo que, pese a encontrarse físicamente dentro de la empresa, no se está dedicando a actividades productivas para la misma. Con objeto de profundizar en estos conceptos y comprender mejor el grado de visibilidad que estas métricas

nos permiten adquirir sobre la productividad de empleados, equipos de trabajo y proyectos, introduciremos tres indicadores que nos servirán de guía y a los que podremos acercarnos:

- Actividad individual.
- Actividad por equipos.
- Actividad por proyectos. (zapata, 2014)

Actividad individual: La actividad individual es un indicador empresarial que refleja la suma de horas que una persona permanece en el puesto de trabajo, desde que llega por la mañana a la empresa hasta que sale al final de su jornada laboral. El resultado de la suma de horas de actividad individual puede ser distinto al horario laboral, como ya se ha comentado, debido al hecho de que la actividad refleja el tiempo real que se está trabajando que no suele coincidir al 100% con el tiempo de permanencia en la empresa. (zapata, 2014)

Actividad por equipos: Es un indicador empresarial que pone de manifiesto el tiempo, medido en horas, que los equipos de trabajo están activos y trabajando efectivamente dentro del horario laboral fijado por la empresa. (zapata, 2014)

Productividad por equipos: Productividad por equipos es un indicador empresarial que pone de manifiesto el tiempo productivo de los equipos de trabajo respecto de su actividad. Representa la suma del tiempo que el grupo de trabajo ha dedicado a actividades consideradas como productividad por la organización.

Costo de operación: Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto. (zapata, 2014)

El costo de producción tiene dos características opuestas, que algunas veces no están bien entendidas en los países en vías de desarrollo. La primera es que para producir bienes uno debe gastar; esto significa generar un costo. La segunda característica es que los costos deberían ser mantenidos tan bajos como sea posible y

eliminados los innecesarios. Esto no significa el corte o la eliminación de los costos indiscriminadamente. (zapata, 2014)

1.4-. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

¿La implementación del plan de mantenimiento preventivo para el sistema de filtrado, incrementará la productividad y reducirá los costos de operación de la empresa TALSA (FUNDO UPAO)?

1.6-. HIPÓTESIS:

Si se aplica un plan de mantenimiento preventivo al sistema de filtrado del FUNDO UPAO, se contribuye al incremento de la producción y a la reducción de costos de operación.

1.7-. OBJETIVOS:

1.7.1-. General:

- Incremento de la productividad y reducir costos de operación de la empresa TALSA (FUNDO UPAO).

1.7.2-. Específicos:

- Elaborar e implementar el plan de mantenimiento preventivo al sistema de filtrado para reducir costos de operación.
- Establecer un sistema para registrar los tiempos de operación, tiempos de parada y tiempos de reparación a fin de poder incrementar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos del sistema de filtrado.

- Incremento de la productividad mediante:
 - ✓ Elaboración de diagrama de flujos de los procesos productivos certificando los recursos a utilizar.
 - ✓ Establecer documentos de mantenimiento.
 - ✓ Establecer e implementar el uso de indicadores de productividad para la toma de decisiones.

II. MARCO METODOLOGÍA

A. 2.1-. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

B. Es de tipo descriptiva, procediendo a adquirirla de diferentes fuentes. Es pre experimental, aplicada, porque recurre a mejoras que buscan aumentar la confiabilidad. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010)

M: O₂ → X → O₃

M₁ Muestra.

O₂ Confiabilidad antes del plan de reingeniería.

X implementación de un plan de reingeniería.

O₃ Confiabilidad después del plan de reingeniería.

2.2. VARIABLES:

- Productividad (Mejoramiento) productivo. (variable dependiente)
- costos. (variable dependiente)
- Plan de Mantenimiento preventivo. (variable independiente)

2.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

2.3.1.-IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES:

- Productividad (Mejoramiento) productivo. (variable dependiente)
- costos. (variable dependiente)
- Plan de Mantenimiento preventivo. (variable independiente)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	indicadores
productividad	La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.	Se puede observar tomando una medida o ficha del estado de la máquina y compararlo a un tiempo determinado (futuro) con el mantenimiento aplicado.	<ul style="list-style-type: none"> - N° De horas de trabajo de la máquina. - N° De horas totales semanales trabajadas. - N° De horas de tiempo muertos de mantenimiento. - N° Tareas de mantenimiento. - Caudal de riego. - kilaje de producto.
costos	Ahorro monetario a través de alternativas de variables de forma sistemática, consistente y continua.	Ahorrar, eliminar, minimizar gastos en los procesos operativos en el sistema de filtrado.	<ul style="list-style-type: none"> - costo de repuestos. - Costos de mano de obra. - Costo por análisis de grasa.
Plan Mantenimiento preventivo	La meta final del plan de Mantenimiento Preventivo (MP) es corregir y encontrar problemas menores, antes de que éstos provoquen fallas catastróficas, y puede ser definido como una completa lista de actividades destinadas a asegurar el correcto funcionamiento de vehículos, equipos, máquinas.	Se puede medir mediante un formato o ficha de tareas de mantenimiento del sistema	<ul style="list-style-type: none"> -Eficiencia general de los equipos. - Tiempo promedio para reparar TPPR. - Tiempo promedio entre fallas TPEF.

2.4-. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población:

Todo el sistema de filtrado de TALSA (FUNDO UPAO)

Muestra:

Elementos críticos del sistema de FILTRADO de la empresa TALSA (FUNDO UPAO).

1. 2.5-. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

▪ **Técnicas:**

- Observación.

▪ **Instrumentos:**

- Documento de mantenimiento: historial de equipos, reportes, diagrama de flujos, inventarios, catálogos, manuales, fichas, catastro de equipos, informe de trabajo, ordenes de trabajo, lista de instrucciones.

2.6-.. Métodos de análisis de datos:

Con los datos obtenidos de las técnicas e instrumentos de recolección, que fueron aplicadas, se tiene una serie de información de seis meses de estudio, que indican elementos o partes de las máquinas que presentan fallas, cuánto se tarda en realizar el mantenimiento solicitado, todo esto es útil para el planeamiento y programación de los trabajos de mantenimiento.

Se calculará la disponibilidad y confiabilidad del equipo en función de las horas programadas y de las horas muertas por falla, También se podrá hacer un cuadro comparativo entre el mantenimiento correctivo y el nuevo mantenimiento preventivo.

2.7- METODOLOGIA:

El método de la investigación fue observacional. Procedimiento de la investigación:

- Realizar inspección y recolectar datos técnicos de cada una de los equipos.
- Determinar el estado de cada equipo.
- Identificar los equipos críticos.
- Realizar el cálculo de costos de operación en las condiciones actuales.
- Estudiar la disponibilidad actual de cada uno de los equipos.
- Diseñar el plan de mantenimiento preventivo.
- Estimar los costos de operación con el plan de mantenimiento ya implementado.

Estimar la disponibilidad de cada uno de los equipos con el plan de mantenimiento ya implementado.

2.7.1-. TIPO DE ESTUDIO:

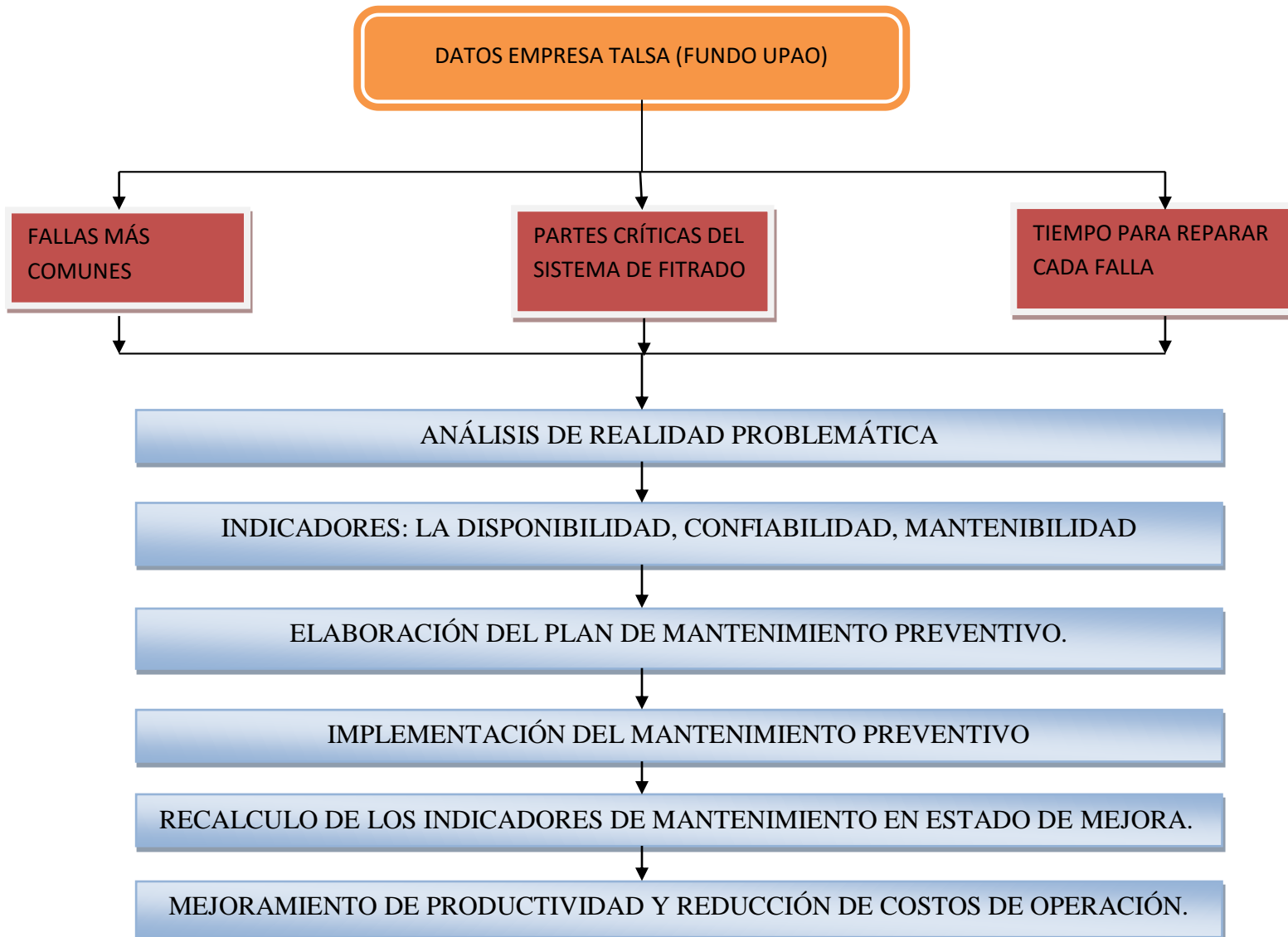
Aplicativo

2.7.2-. DISEÑO:

NO EXPERIMENTAL: estudio descriptivo

<u>Enfoque</u>	<u>Tipo</u>	<u>Diseño</u>
Cuantitativo: observacional.	APLICADA: Investigación descriptiva.	NO EXPERIMENTAL: estudio descriptivo

Diagrama de flujo del desarrollo de la investigación.



III.

RESULTADOS

3.1.- Con respecto al objetivo específico 1: Elaborar e implementar el plan de mantenimiento preventivo al sistema de filtrado para reducir costos de operación.

3.1.1.- descripción actual de la empresa:

Agroindustrial UPAO SAC atraviesa un gran momento, pues sus productos, como espárragos y tomates, se exportan a otros países, como Estados Unidos, del continente asiático, y algunos de Europa.

Esto se debe a la calidad del proceso de producción de hortalizas y otras siembras, en las que interviene en todo momento el conocimiento científico, puesto que constantemente los ingenieros agrónomos de esta empresa están investigando las mejores maneras de obtener los productos.

“Este es el compromiso social que tenemos, para que nuestros productos sean de alta calidad en el extranjero. También, una parte de nuestras cosechas se comercializan en la ciudad, siempre cuidando de que los productos sean aptos para el consumo humano. Asimismo, acá practican los alumnos de Ingeniería Agrónoma, con el fin de aplicar el conocimiento adquirido en las aulas. También practican alumnos de otras escuelas profesionales de la UPAO, como de Ingeniería Electrónica, Medicina Humana, Ingeniería de Computación y Sistemas, etc.”, dijo el Mg. Humberto Flores Cornejo, presidente del directorio de Agroindustrial UPAO SAC.

La Agroindustrial UPAO SAC cuenta también con la certificación Global GAP (buenas prácticas agrícolas, por sus siglas en inglés), otorgada por el Euro Retailer Group, debido a los cuidados que mantiene la empresa en los procesos de cultivo.

Esta certificación permite a la empresa negociar con otras la venta de sus productos. En general, las organizaciones productoras agrícolas buscan acogerse a esta certificación para comercializar sus productos, pues es el equivalente a una certificación ISO.

Otro aspecto interesante es que Agroindustrial UPAO también tiene un convenio con Danper, para venderle sus cosechas de hortalizas, como lechuga, pimiento, zanahoria y espárragos. (JPLV/APB-PRENSA UPAO) (upao, 2015)

3.1.2.- Constitución e inscripción:

Porque en el próximo quinquenio tendremos el desarrollo de 67,000 nuevas hectáreas en la Tercera Etapa del Proyecto Especial Chavimochic, 43,000 hectáreas en Olmos y otras 10,000 hectáreas en el Alto Piura. Esto significa que

en los próximos cinco años tendremos 120,000 hectáreas desarrolladas con alta tecnología, que requerirán del concurso profesional de aproximadamente 500 ingenieros agrónomos idóneamente preparados. Porque hemos renovado recientemente nuestro currículo, de modo tal que su oferta académica está en plena concordancia con las exigencias que el mundo agro empresarial y el desarrollo rural sostenido demandan, tales como la promoción y desarrollo de acciones de investigación científica en las diferentes áreas de la producción agrícola. Porque la estructura curricular considera la investigación como método de enseñanza-aprendizaje dentro del contexto de investigación formativa. (upao, 2015)

3.1.3-. Descripción del área de mantenimiento:

No cuenta con un taller de mantenimiento.

3.2-. Con respecto al objetivo específico 2: Establecer un sistema para registrar los tiempos de operación, tiempos de parada y tiempos de reparación a fin de poder incrementar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos del sistema de filtrado.

3.2.1-. Evaluación de Criticidad.

Definición. La criticidad es una medida ponderada que considera los siguientes aspectos:

1. El **efecto** que provocaría una falla del equipo dentro del proceso productivo.
2. La **frecuencia** de la ocurrencia de falla. (RCM, 2010)

El efecto: Esta en función de:

- MAS: Efecto cuantificado sobre el medio ambiente y seguridad.
- PROD: Efecto cuantificado sobre la producción.
- COP: Efecto cuantificado sobre los costos operativos.
- STBY: Disponibilidad de equipos de reserva. (RCM, 2010)

Frecuencia de fallas: Esta en función de:

- MTBF: Tiempo medio entre fallas.
- Historial: Considera datos históricos del equipo.
- Nivel de carga: Es el nivel de carga a las que se somete al equipo respecto a su capacidad nominal.
- Régimen: Es el régimen de trabajo horario al que es sometido el equipo.
- ff: Frecuencia de fallas, cuantifica la influencia de todas las variables de frecuencia de fallas. (RCM, 2010)

Ecuación de Criticidad

$$Criticidad = ((PROD + COP) * stby + MAS) * ff$$

Cuantificación del Efecto.

- Cuantificar el efecto es la ponderación fundamental de la criticidad. Para ello se asigna lo siguientes pesos relativos entre las variables de efecto: 45% para PROD, 45% para MAS y 10% para COP.

Tabla 3.1. Cuadro de ponderaciones para Análisis de Criticidad.

variables	preporcion	alto	medio	bajo
PROD	45%	45	23	0
MAS	45%	45	23	0
COP	10%	10	5	0
stby	-	1	0.8	0.4
ff	-	1	0.8	0.4

Fuente: Empresa REPSOL año, 2005 lima- Perú

La teoría nos dice que cuando la Criticidad es:

Crit. > 40 ⇒ El equipo es altamente crítico

20 < Crit. < 40 ⇒ El equipo es medianamente crítico.

Crit. < 20 ⇒ El equipo tiene baja criticidad.

Tabla 3.2. Calculo de la criticidad:

Equipo	PROD	COP	P1	stby	P2	MAS	P3	ff	criticidad
motor electrico	45	10	55	0.7	38.5	23	61.5	0.8	49.2
filtros de anillos	10	7	17	0.6	10.2	23	33.2	1	33.2
tanque de grava	25	9	34	0.7	23.8	23	46.8	0.9	42.12
bomba centrifuga	20	3	23	0.8	18.4	23	41.4	0.6	24.84

Dónde:

$$P1 = \text{PROD} + \text{COP}$$

$$P2 = P1 * \text{stby}$$

$$P3 = P2 + \text{MAS}$$

$$\text{Criticidad} = P3 * \text{ff}$$

Este método indica los rangos de criticidad a tener en cuenta:

Crit. > 40 ⇒ El equipo es altamente crítico

20 < Crit. < 40 ⇒ El equipo es medianamente crítico.

Crit. < 20 ⇒ El equipo tiene baja criticidad.

Se puede concluir que el motor eléctrico y el tanque de grava estarían en el rango de equipos altamente críticos así como el filtros de anillos y la bomba centrifuga estarían en el rango de los medianamente críticos.

3.2.2-Análisis de la criticidad: Datos tomados de la empresa TALSA (FUNDO UPAO)

Tabla 3.3. Motor eléctrico: cuadro de fallas y tiempo de paradas.

tipos de falla	horas de parada	origen
Bobinas del estator calientan mucho con carga muy baja.	72	estator se arrastra con rotor.
roncamiento del motor.	34	rodamiento dañado
el motor presenta zumbido en la partida.	36	bobina del rotor esta interrumpido.
calentamiento del rodaje.	22	grasa en exceso
bobina del rotor esta interrumpido.	30	las escobas pueden estar gastadas.
pequeños pedasos de metal en la grasa.	30	ajuste del rodaje inadecuado.
Interrupciones en las bobinas del rotor.	45	sustituir bobinas de rotor

Tabla 3.4. Filtros de anillos: cuadro de fallas y tiempo de paradas.

tipos de falla	horas de parada	origen
falta de potencia en el arranque del motor	40	suciedad en los filtros de anillos
fugas de agua por el filtros de anillo	40	jebe dañado.
limo en el agua	45	rotura de anillos
caudalímetro estancado	60	sanillos sucios
no funciona el retrolavado	45	mucho limo debido, a la suciedad de anillos.

Tabla 3.5. Tanque de grava: cuadro de fallas y tiempo de paradas.

tipos de falla	horas de parada	origen
el tanque no retrolavada en tiempo especificado.	15	tanque sucio.
goteo por la cubierta inferior.	15	pernos mal ajustado.

Tabla 3.6. Bomba centrífuga: cuadro de fallas y tiempo de paradas.

tipos de falla	horas de parada	origen
desalineamiento	50	medir vibraciones.
goteo excesivo por el estopero	20	empaquete soplado
picadora del rodete	30	cavitacion
bajo rendimiento de la bomba	20	falta engrase al rodamiento
vibracion o ruido	23	bombeo de arena o limo, cavitacion,
sobrecarga el motor	29	velocidad de rotacion alta.
caudal insuficiente	33	cuerpo extraño en el impulsor, cavitacion
presion insuficiente	33	velocidad de rotacion baja.
no hay descarga de agua.	50	tuberias obstruidas, rotacion en sentido inverso.

Tabla 3.7. Frecuencia De Fallas:

Fallas	tanqu de grava (hrs)	filtro de disco	motor electrico	bomba
1	15	40	72	50
2	15	40	34	20
3	-	45	36	30
4	-	60	22	20
5	-	45	30	23
6	-	-	30	29
7	-	-	45	33
8	-	-	-	33
9	-	-	-	30
total	30	230	269	268

Encontrado el número total de fallas por equipo se encontrará la disponibilidad (operativa) de cada uno de ellos teniendo en cuenta que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo establecido.

Tabla 3.8. Calculo de la disponibilidad actual:

Equipo	Frecuencia de	TTR	TBF	MTTR	MTBF	Disponib.	Disponib. (%)
	Fallas	(hrs/6 meses)	(hrs/6 meses)	(hrs)	(hrs)		
motor electrico	7	269	1289	38.42	184.14	0.827	82.27
tanque de grava	2	30	1530	15	765	0.9807	98.07
bomba centrifugs	9	268	1330	29.77	147.77	0.8323	83.23
filtros de anillos	5	230	1140	46	236	0.8368	83.68

El cuadro nos muestra que el equipo con mayor índice de disponibilidad es el tanque de grava (98.07), y el de menor índice de disponibilidad es la bomba (83.23).

Ahora estimaremos la disponibilidad de los equipos, pero con un plan de mantenimiento minucioso y responsable asumiendo que las fallas por falta de mantenimiento no se produjeron.

Tabla 3.9. Frecuencia de fallas estimada.

fallas	motor electrico	bomba	tanque de grava	filtro de anillos
1	72	-	15	-
2	34	-	15	-
3	36	-		-
total	142	0	30	0

Tabla 3.10. Ahora se calculará la disponibilidad estimada de cada equipo asumiendo que no ocurrieron las fallas por mantenimiento.

Equipo	f. fallas	TTR(hrs/6 meses)	TBF(hrs/6 meses)	MTTR(hrs)	MTBF(hrs)	Disponib.	Disponib.(%)
motor electrico	3	142	1330	47.33	443.33	0.9035	90.35
tanque de grava	2	30	1530	15	765	0.9807	98.07
filtro de disco	0	0	1560			1.00	100
bomba	0	0	1560			1.00	100

La tabla nos muestra que el plan de mantenimiento preventivo hubiera ayudado mucho en aumentar el MTBF y reducir el MTTR, aún si ocurriera una falla contando con un plan de mantenimiento bien aplicado el MTTR se reduciría de esta manera aumentando el MTBF de los equipos.

El conferencista internacional cubano, M.SC. Ing. Luis Felipe Sexto, en su conferencia dictada en Perú-Arequipa- Tecsup, llamada “Confiabilidad de un Activo” nos dice que la disponibilidad depende de la confiabilidad y de la mantenibilidad de los equipos pero esta debe manejarse de manera inteligente, es decir, debido a que la confiabilidad y la mantenibilidad tienden a ser funciones exponenciales, si uno se centra en dedicarle todos los recursos al aumento de la confiabilidad descuidando la mantenibilidad, podría llegar a ser un error debido a que al principio un aumento de la confiabilidad podría significar mucho en el aumento de la disponibilidad pero después, podría llegar a ser casi inapreciable por eso los recursos deben manejarse inteligentemente para que se aumente la confiabilidad y se reduzca la mantenibilidad en paralelo, por ejemplo: El motor eléctrico tiene un MTBF de 184.14 horas, la pregunta que se haría el ingeniero de mantenimiento es: ¿Que probabilidad tengo que el motor eléctrico no falle en

un tiempo igual al MTBF? .Claro está que uno puede evaluar en el tiempo que uno desea

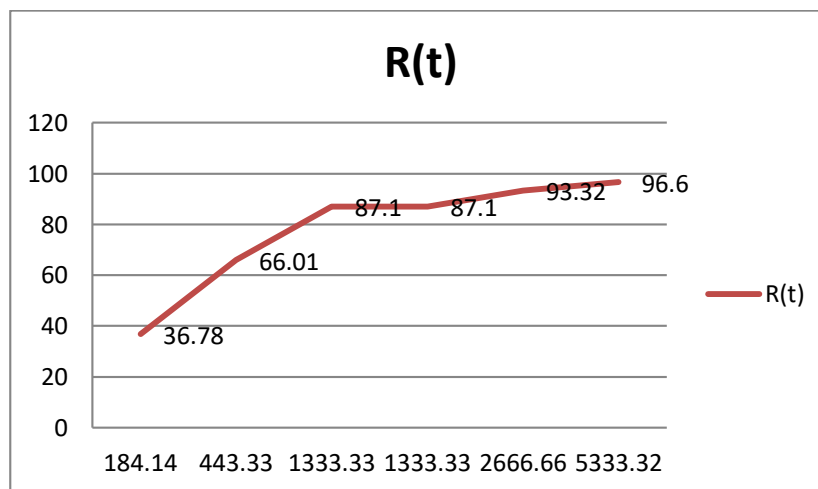
Tenemos que:

$$R(t) = e^{(-t/MTBF)}$$

Tabla 3.11. Calculo de la confiabilidad para un tiempo sin para igual a las 184.14 horas.

MTBF(hrs)	t (hrs)	R(t)*100%
184.14	184.14	36.78
443.33	184.14	66.01
1333.33	184.14	87.10
1333.33	184.14	87.10
2666.66	184.14	93.32
5333.32	184.14	96.60

Figura 3.12. Gráfica de la confiabilidad del motor eléctrico a para un tiempo de Para igual a 430 horas (MTBF vs Confiabilidad).



El grafico no demuestra como la confiabilidad del motor no es mayor al resultado actual.

Ahora veremos el comportamiento de la mantenibilidad del motor electrico.

Tenemos que:

$$M(t) = 1 - e^{(-t/MTTR)}$$

Dónde:

$M(t)$: Mantenibilidad

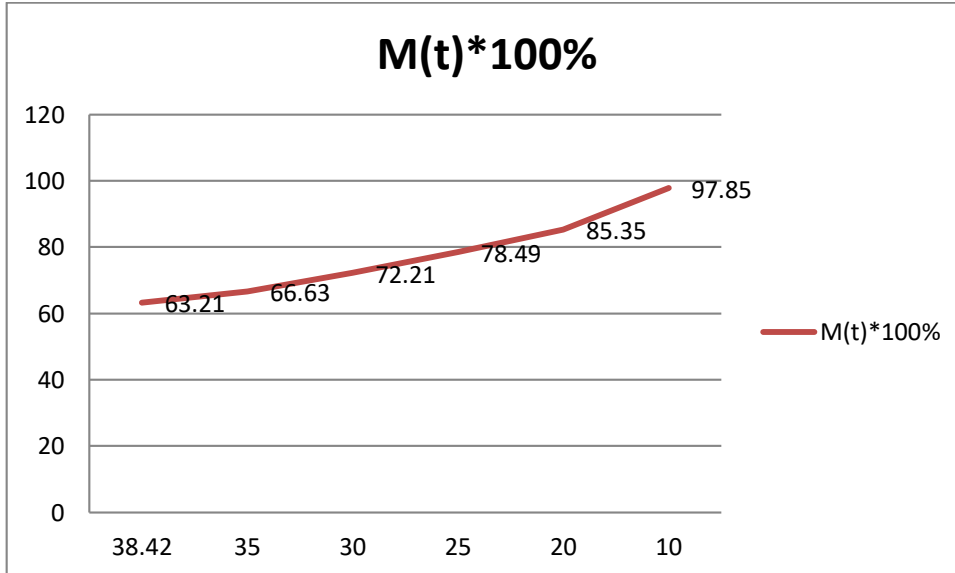
t: Tiempo que se espera reparar el activo.

MTTR: Tiempo medio de reparación.

Tabla 3.13. Cálculo de la mantenibilidad para un tiempo de reparación igual a las 38.42 horas.

Mantenibilidad		
t (hrs)	MTTR(hrs)	M(t)*100%
38.42	38.42	63.21
38.42	35	66.63
38.42	30	72.21
38.42	25	78.49
38.42	20	85.35
38.42	10	97.85

Grafica de la mantenibilidad del motor eléctrico.



3.2.3.-Análisis de Costos Operativos.

De acuerdo a la información proporcionada por la empresa TALSA (FUNDO UPAO) en el mantenimiento correctivo aplicado al sistema de filtrado tienen los siguientes datos con respecto a los costos operativos.

Tabla 3.14. Costos operativos actuales (sin plan de mantenimiento preventivo) de la empresa TALSA (FUNDO UPAO).

sistema	costo (NS/ 1560 hrs)
motor electrico	51364.746
bomba centrifuga	53719.65
filtros de grava	95803.54
filtros de anillos	48986.467
total	249874.4

EQUIPOS	Lubricantes	filtros	rodajes	C. reparaciones	tecnico	costo operativo
motor electr	875.946	0	7899.6	36789.2	5800	51364.746
bomba centr	806.33	0	7899.6	39213.72	5800	53719.65
filtros de gra	0	60536	0	29467.54	5800	95803.54
filtros de ani	0	17506.067	0	25680.4	5800	48986.467
total						249874.403

Los costos operativos son la suma de los costos de:

- Lubricantes.
- Grasas.
- Mano de obra.
- Filtros
- Desgastes de rodaje.
- Reparación y cambio de accesorios.

Para poder realizar este cálculo el cual estimaremos, utilizaremos como base el manual de elemento que conforma el sistema de filtrado, el cual contiene el algoritmo de estimación de los costos operativos.

3.2.4.-Costos de Lubricantes:

Para poder estimar el costo de lubricantes se utilizó el manual de bomba centrífuga página 7-8, en el cual nos muestra las tablas de consumo de grasa para el equipo.

Tabla 3.15. Cálculo de costo de lubricante en la gestión estimada.

sistema	tipo	precio	consumo horario de lubricante	costo total	costo total (NS)
bomba: rodamiento	NGL1 grado 3	9.23 NS/ kg	0.056 kg/h	0.516 Ns/ h	806.33
Motor electrico rodamiento	NGL1 grado 3	9.23 NS/ kg	0.045 kg/h	0.41535 NS/h	647.946
total					1454.276

$$\text{costo de lubricante} = CCL * \text{tiempo de estudio}$$

- CCL= costo de lubricante.
- Tiempo de estudio: 1560

Sabiendo que 18 kg, cuesta 755.27 pesos, cambiándolo a moneda peruana sale 166.16 soles. Sacándolo el cálculo sabemos que en 1kg, cuesta a 9.23soles.

Tabla 3.16. Tabla de precio del lubricante.

precio de lubricantes		
lubricantes	costos(NS/gal)	costo(NS/gal)+IGV
NGL1 grado 3	9.23	13.12

Como se tiene el precio del lubricante se ha creído conveniente sumar el costo horario de cada tipo en común de lubricante de toda la muestra y multiplicarlo por el tiempo de estudio es decir 1560 horas.

Tabla 3.17. Cálculo del costo del lubricante en la gestión estimada.

COSTO DE LUBRICANTES			
Lubricante	Costo Total (NS/h)	N° de horas	Total (NS)
NGL1 grado 3	0.516	1560	804.96

3.2.5.-Costos de Filtros.

La estimación del costo horario de filtros se obtendrá del manual del sistema de filtro NAAN DAN en la cual nos indica el número de filtros que se usan por cada sistema y se multiplica por el costo actual en nuevos soles.

Tabla 3.18. Cálculo de costo de filtros del sistema de filtrado en la gestión estimada.

sistema de filtrado			
sistema	precio (NS/filtro)	N° filtros	costo
tanque de grava	\$ 3800	4	15200
filtros de anillos	\$ 1308,54	3	3925.62
total			\$ 19125.62
moneda peruana			56038.0666

3.2.6.-Costo de desgaste de rodajes

Este cálculo se realizara en base al manual del mantenimiento al motor eléctrico

- **Factor de impacto:** Es un factor estructural que cuantifica determinadas características del tren de rodajes como lo es el doblamiento, descascarillado, rajaduras, aplastamiento de las pestañas de los rodillos, etc. y problemas de la tornillería y de retención de los pasadores y bujes.
- **Factor de Abrasión:** Factor que mide la tendencia de las materias del suelo a desgastar las superficies de fricción.
- **Factor “Z”:** Representa los efectos combinados de muchas condiciones relativas al ambiente, así como a las operaciones y al mantenimiento con respecto a la duración de los componentes en un trabajo determinado.
- **Factor Básico:** Es un factor para varios tipos de máquinas, el cual representa el costo básico de acuerdo al impacto anticipado, abrasión y condiciones varias (“Z”) en las que la unidad va a trabajar.

La fórmula para hallar el costo por desgaste es la siguiente:

$$\text{Costo por Desgaste} = \text{Factor Basico} * (\text{Impacto} + \text{Abrasión} + Z), \left(\frac{NS}{h}\right)$$

rodamientos	valor
factor básico	3
impacto	0.2
abrasión	0.2
z	0.5

Estos factores se ingresan a la fórmula de desgaste del tren de rodaje y se obtienes el costo horario pero en dólares, convierte ese dinero a nuevos soles y luego se multiplica por el periodo de estudio, de esta manera se halla el costo de desgaste del rodaje en el periodo de estudio.

Tabla 3.19. Cálculo de costo de desgaste del rodaje de filtrado en la gestión estimada.

El manual habla de cuatro tipos de factores para el cálculo del desgaste del tren de rodajes.

- **Factor de impacto:** Es un factor estructural que cuantifica determinadas características del tren de rodajes como lo es el doblamiento, descascarillado, rajaduras, aplastamiento de las pestañas de los rodillos, etc.
- **Factor de Abrasión:** Factor que mide la tendencia de las materias del suelo a desgastar las superficies de fricción en los componentes.
- **Factor “Z”:** Representa los efectos combinados de muchas condiciones relativas al ambiente, así como a las operaciones y al mantenimiento con respecto a la duración de los componentes en un trabajo determinado.
- **Factor Básico:** Es un factor para varios tipos de máquinas de cadenas, el cual representa el costo básico de acuerdo al impacto anticipado, abrasión y condiciones varias (“Z”) en las que la unidad va a trabajar.

La fórmula para hallar el costo por desgaste es la siguiente:

$$\text{Costo por Desgaste} = \text{Factor Basico} * (\text{Impacto} + \text{Abrasión} + Z), \left(\frac{NS}{h}\right)$$

motor electrico	valor
factor basico	3
impacto	0.2
abrasion	0.2
Z	0.5

Estos factores se ingresan a la fórmula de desgaste de rodamiento y se obtiene el costo horario pero en dólares, convierte ese dinero a nuevos soles y luego se multiplica por el periodo de estudio, de esta manera se halla el costo de desgaste de rodamiento en el periodo de estudio.

$$CD = 3 * (0.2 + 0.2 + 0.5)$$

$$CD = 2.7 \frac{\text{dollar}}{h}$$

Tabla 3.20. Cálculo de costo de desgaste del tren de rodaje en el motor eléctrico en la gestión estimada.

factor basico	factor	CH (dólar/h)	CH (NS/h)	costo total
3	0.9	2.7	7.88	12292.8

3.3-. Con respecto al objetivo específico 3: Incremento de la productividad mediante: Establecer e implementar el uso de indicadores de productividad para la toma de decisiones. Elaboración de diagrama de flujos de los procesos productivos certificando los recursos a utilizar. Establecer documentos de mantenimiento

3.3.1-. Costo por Reparaciones.

Este cálculo se realizara en base al manual de mantenimiento , este cálculo nos permite estimar el gasto promedio en reparaciones de los equipos en toda su vida útil, es decir algunos equipos al comienzo no se gasta mucho en reparaciones pero con el pasar del tiempo estas reparaciones de vuelven más frecuentes y más costosas, este método en base a una tendencia estadística, halla ese costo por reparaciones por horas, de acuerdo con el tipo de vida útil con el que se espera llegar con el equipo.

Para su cálculo se utiliza también un factor básico que como en el cálculo de desgaste rodamiento este también representa el costo horario básico que se verá

afectado por el FMDP que es el factor multiplicador de duración prolongada, este factor reparte el costo total por reparaciones a lo largo de toda la vida útil de forma equitativa.

Tabla 3.21. Cálculo del costo por reparaciones incluyendo el costo por elementos de desgaste especial en la gestión estimada.

Equipo	factor basico	FMDP	CRH (dólar/h)	CRH (NS/h)	CRH+EDE (NS/h)	costo total
motor electrico	5	0.8	4	11.64	15.12	23587.2
bomba centrifuga	5	1.33	6.65	19.36	25.14	39213.72
tanque de grava	4.25	1.1	4.68	13.62	17.67	27567.54
filtro de anillos	3	1	3	8.73	11.34	17690.4
total						108058.86

Dónde:

CRH: Costo de reparaciones horario.

EDE: Costo por Reparaciones en Elementos de Desgaste Especial (Cuchillas, anillos, desgaste de la carcasa del tanque de grava, forros de caja, rodamiento, deslizamiento, vibraciones). El manual estima que este costo es aproximadamente entre el 15 - 40 % del costo de reparación. Elegimos 40%.

3.3.2.-Costos Operativos.

Los costos operativos se hallan sumando todos los costos de, lubricantes, filtros, grasas, reparaciones.

Tabla 3.22. Cálculo de costos operativos en la gestión estimada.

sistema	costo (NS/1560 hrs)
lubricantes	1454.276
filtros	56038.066
rodajes	12292.8
C. reparaciones	108058.86
Tecnico	21000
costo operativo	198844.002

Aquí se muestra los costos operativos de cada uno de los equipos que concuerdan con la estimación en el análisis de criticidad de los equipos.

EQUIPOS	Lubricantes	filtros	rodajes	C. reparaciones	tecnico	costo operativo
motor electrico	647.946	0	6146.4	23587.2	5250	35631.546
bomba centrifuga	806.33	0	6146.4	39213.72	5250	51416.45
filtros de grava	0	44536	0	27567.54	5250	77353.54
filtros de anillos	0	11502.067	0	17690.4	5250	34442.4666
total						198844.0026

Si compararnos la gestión actual, es decir la gestión sin mantenimiento preventivo, con una gestión con mantenimiento preventivo basado principalmente en lo que se recomienda en el manual de operación y mantenimiento se puede apreciar en lo siguiente:

Tabla 3.23. Comparación de costos operativos entre la gestión actual y la estimada.

CO Actual	CO Estimado	Ahorro
249874.4	198844	51030.4

Se puede ver que el ahorro es de **51030.4** nuevos en tan solo 6 meses esto definitivamente es un ahorro significativo para la empresa FUNDO UPAO ya que representa un ahorro de lo que actualmente vienen invirtiendo

Tabla 3.24. Productividad: Incremento de la productividad y costo en soles. TURNO N°1

DATOS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PRODUCTO										
SEMANAS	HORAS SEMANALES PROGRAMADAS	HORAS TIEMPO MUERTO	HORAS SEMANALES TRABAJAS SIN MANTENIMIENTO	HORAS TIEMPO MINIMIZADO	HORAS TRABAJADAS SEMANALES CON MANTENIMIENTO	VOLUMEN m3 PROGRAMADAS	VOLUMEN m3 SIN MANTENIMIENTO	VOLUMEN m3 CON MANTENIMIENTO	KILAJE SIN MANTENIMIENTO	KILAJE CON MANTENIMIENTO
SEMANA 1	5	0.5	4.5	0.3	4.7	521.1111111	469	489.8444444	67*17*30= 34170 Kg.	87*17*30=44370 kg.
SEMANA 2	6	1	5	0.8	5.2	565.2	471	489.84		
SEMANA 3	11	0.5	10.5	0.4	10.6	1091.619048	1042	1051.92381		
SEMANA 4	11	1	10	0.5	10.5	1028.5	935	981.75		
SEMANA 5	11	1	10	0.5	10.5	1219.9	1109	1164.45		
SEMANA 6	13	0.5	12.5	0.3	12.7	1342.64	1291	1311.656		
SEMANA 7	10.5	0.5	10	0.3	10.2	1085.7	1034	1054.68		
SEMANA 8	9	0.5	8.5	0.3	8.7	909.5294118	859	879.2117647		
SEMANA 9	11.5	0.5	11	0.3	11.2	1155.227273	1105	1125.090909		
SEMANA 10	8	0.5	7.5	0.3	7.7	810.6666667	760	780.2666667		
SEMANA 11	8	0.5	7.5	0.3	7.7	768	720	739.2		
SEMANA 12	8.5	1	7.5	0.7	7.8	880.6	777	808.08		
SEMANA 13	8.5	1	7.5	0.6	7.9	851.1333333	751	791.0533333		
SEMANA 14	3	0.5	2.5	0.3	2.7	292.8	244	263.52		
SEMANA 15	8.5	1	7.5	0.8	7.7	833	735	754.6		
SEMANA 16	7.5	1	6.5	0.6	6.9	710.7692308	616	653.9076923		
SEMANA 17	4.5	0.5	4	0.3	4.2	465.75	414	434.7		
SEMANA 18	2.5	0.5	2	0.3	2.2	247.5	198	217.8		
SEMANA 19	5.5	0.5	5	0.3	5.2	541.2	492	511.68		
SEMANA 20	2	0.5	1.5	0.3	1.7	220	165	187		
TOTAL DE SEMANAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS MUERTAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	total de kilaje	total de kilaje
20 SEMANAS	154.5	13.5	141	8.5	146	15540.84607	14187	14690.25462	34170 kg	44370 kg.

3.3.3.-RESUMEN: TURNO N°1

1. Tabla 3.25. Kilaje:

KILAJE SIN MANTENIMIENTO	KILAJE CON MANTENIMIENTO
$67*17*30= 34170 \text{ Kg.}$	$87*17*30=44370 \text{ kg.}$
total de kilaje	total de kilaje
34170 kg	44370 kg.

2. Tabla 3.26. Costo del Esparrago:

PRECIO DE VENTA DEL ESPARRAGO
\$ 1

3. Tabla 3.27. Precio:

PRECIO SIN MANTENIMIENTO	PRECIO CON MANTENIMIENTO	DIFERENCIA DE PRECIO EN DOLLAR	COSTO EN MONEDA PERUANA
34170	44370	10200	$10200*2.964= 30232.8$

Tabla 3.28. Productividad: Incremento de la productividad y costo en soles. TURNO N°2

DATOS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PRODUCTO										
SEMANAS	HORAS SEMANALES PROGRAMADAS	HORAS TIEMPO MUERTO	HORAS SEMANALES TRABAJAS SIN MANTENIMIENTO	HORAS TIEMPO MINIMIZADO	HORAS TRABAJADAS SEMANALES CON MANTENIMIENTO	VOLUMEN m3 PROGRAMADAS	VOLUMEN m3 SIN MANTENIMIENTO	VOLUMEN m3 CON MANTENIMIENTO	KILAJE SIN MANTENIMIENTO	KILAJE CON MANTENIMIENTO
SEMANA 1	6.5	1	5.5	0.4	6.1	589.7272727	499	553.4363636	55*17*30= 28050 Kg.	80*17*30=40800 kg.
SEMANA 2	9	0.5	8.5	0.3	8.7	481.7647059	455	465.7058824		
SEMANA 3	11	1	10	0.3	10.7	1172.6	1066	1140.62		
SEMANA 4	14	1	13	0.5	13.5	1412.923077	1312	1362.461538		
SEMANA 5	11	0.5	10.5	0.3	10.7	1153.428571	1101	1121.971429		
SEMANA 6	11	1	10	0.4	10.6	1116.5	1015	1075.9		
SEMANA 7	10.5	0.5	10	0.1	10.4	1173.9	1118	1162.72		
SEMANA 8	8	0.5	7.5	0.3	7.7	772.2666667	724	743.3066667		
SEMANA 9	13	1	12	0.5	12.5	1422.416667	1313	1367.708333		
SEMANA 10	11	1	10	0.6	10.4	1182.5	1075	1118		
SEMANA 11	8	0.5	7.5	0.3	7.7	807.4666667	757	777.1866667		
SEMANA 12	8.5	1	7.5	0.7	7.8	804.6666667	710	738.4		
SEMANA 13	8.5	1	7.5	0.6	7.9	908.9333333	802	844.7733333		
SEMANA 14	6	1	5	0.8	5.2	625.2	521	541.84		
SEMANA 15	11	0.5	10.5	0.2	10.8	1161.809524	1109	1140.685714		
SEMANA 16	7.5	1	6.5	0.3	7.2	856.1538462	742	821.9076923		
SEMANA 17	4.5	0.5	4	0.3	4.2	465.75	414	434.7		
SEMANA 18	2.5	0.5	2	0.2	2.3	280	224	257.6		
SEMANA 19	5.5	0.5	5	0.3	5.2	566.5	515	535.6		
SEMANA 20	2	0.5	1.5	0.3	1.7	226.6666667	170	192.6666667		
TOTAL DE SEMANAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS MUERTAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	total de kilaje	total de kilaje
20 SEMANAS	169	15	154	7.7	161.3	17181.17366	15642	16397.19029	28050 kg	40800 kg.

3.3.4.-RESUMEN: TURNO N°2

1. Tabla 3.29. Kilaje:

KILAJE SIN MANTENIMIENTO	KILAJE CON MANTENIMIENTO
$55*17*30= 28050 \text{ Kg.}$	$80*17*30=40800 \text{ kg.}$
total de kilaje	total de kilaje
28050 kg	40800 kg.

4. Tabla 3.30. Costo del Esparrago:

PRECIO DE VENTA DEL ESPARRAGO
\$ 1

5. Tabla 3.31. Precio:

PRECIO SIN MANTENIMIENTO	PRECIO CON MANTENIMIENTO	DIFERENCIA DE PRECIO EN DOLLAR	COSTO EN MONEDA PERUANA
28050	40800	12750	$12750*2.964=37791$

Tabla 3.32. Productividad: Incremento de la productividad y costo en soles. TURNO N°3

DATOS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PRODUCTO										
SEMANAS	HORAS SEMANALES PROGRAMADA	HORAS TIEMPO MUERTO	HORAS SEMANALES TRABAJAS SIN MANTENIMIENTO	HORAS TIEMPO MINIMIZADO	HORAS TRABAJADAS SEMANALES	VOLUMEN m3 PROGRAMADAS	VOLUMEN m3 SIN MANTENIMIENTO	VOLUMEN m3 CON MANTENIMIENTO	KILAJE SIN MANTENIMIENTO	KILAJE CON MANTENIMIENTO
SEMANA 1	9.5	0.4	9.1	0.2	9.3	901.978022	864	882.989011	160*17*30=81600 Kg.	188*17*30=95880 kg.
SEMANA 2	3	0.3	2.7	0.2	2.8	167.7777778	151	156.5925926		
SEMANA 3	11	0.5	10.5	0.3	10.7	1222.571429	1167	1189.228571		
SEMANA 4	11	0.5	10.5	0.3	10.7	1072.761905	1024	1043.504762		
SEMANA 5	14	0.5	13.5	0.4	13.6	1630.222222	1572	1583.644444		
SEMANA 6	15.5	0.5	15	0.4	15.1	1709.133333	1654	1665.026667		
SEMANA 7	20.5	0.5	20	0.3	20.2	2241.675	2187	2208.87		
SEMANA 8	16	1	15	0.3	15.7	1838.933333	1724	1804.453333		
SEMANA 9	15.5	0.5	15	0.3	15.2	1767	1710	1732.8		
SEMANA 10	13	0.4	12.6	0.2	12.8	1478.492063	1433	1455.746032		
SEMANA 11	20.5	0.3	20.2	0.2	20.3	2384.90099	2350	2361.633663		
SEMANA 12	18	0.5	17.5	0.2	17.8	2004.685714	1949	1982.411429		
SEMANA 13	11	1	10	0.3	10.7	1208.9	1099	1175.93		
SEMANA 14	11	1	10	0.4	10.6	1196.8	1088	1153.28		
SEMANA 15	8	0.5	7.5	0.2	7.8	982.4	921	957.84		
SEMANA 16	12	0.2	11.8	0.1	11.9	1188.813559	1169	1178.90678		
SEMANA 17	7	0.3	6.7	0.2	6.8	703.1343284	673	683.0447761		
SEMANA 18	4	0.4	3.6	0.2	3.8	415.5555556	374	394.7777778		
SEMANA 19	5	0.4	4.6	0.3	4.7	615.2173913	566	578.3043478		
SEMANA 20	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL DE SEMANAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS MUERTAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	total de kilaje	total de kilaje
20 SEMANAS	225.5	9.7	215.8	5	220.5	24730.95262	23675	24188.98419	81600kg	95880 Kg

3.3.5.-RESUMEN: TURNO N°3

1. Tabla 3.33. Kilaje:

KILAJE SIN MANTENIMIENTO	KILAJE CON MANTENIMIENTO
160*17*30= 81600 Kg.	188*17*30=95880 kg.
total de kilaje	total de kilaje
81600 kg	95880kg.

6. Tabla 3.34. Costo del Esparrago:

PRECIO DE VENTA DEL ESPARRAGO
\$ 1

7. Tabla 3.35. Precio:

PRECIO SIN MANTENIMIENTO	PRECIO CON MANTENIMIENTO	DIFERENCIA DE PRECIO EN DOLLAR	COSTO EN MONEDA PERUANA
81600	95880	14280	14280*2.964=42325.9

Tabla 3.36. Productividad: Incremento de la productividad y costo en soles. TURNO N°4

DATOS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PRODUCTO										
SEMANAS	HORAS SEMANALES PROGRAMADAS	HORAS TIEMPO MUERTO	HORAS SEMANALES TRABAJAS SIN MANTENIMIENTO	HORAS TIEMPO MINIMIZADO	HORAS TRABAJADAS SEMANALES CON MANTENIMIENTO	VOLUMEN m3 PROGRAMADAS	VOLUMEN m3 SIN MANTENIMIENTO	VOLUMEN m3 CON MANTENIMIENTO	KILAJE SIN MANTENIMIENTO	KILAJE CON MANTENIMIENTO
SEMANA 1	7	0.5	6.5	0.2	6.8	823.8461538	765	800.3076923	154*17*30= 78540 Kg.	179*17*30= 91290 kg.
SEMANA 2	8	0.5	7.5	0.2	7.8	1060.266667	994	1033.76		
SEMANA 3	8	0.5	7.5	0.3	7.7	842.6666667	790	811.0666667		
SEMANA 4	17	1	16	0.3	16.7	1799.875	1694	1768.1125		
SEMANA 5	20	0.5	19.5	0.4	19.6	2598.974359	2534	2546.994872		
SEMANA 6	17	1	16	0.4	16.6	1883.8125	1773	1839.4875		
SEMANA 7	20	0.5	19.5	0.3	19.7	2397.948718	2338	2361.979487		
SEMANA 8	16	1	15	0.3	15.7	1960.533333	1838	1923.773333		
SEMANA 9	13	0.5	12.5	0.3	12.7	1641.12	1578	1603.248		
SEMANA 10	21	1	20	0.2	20.8	2689.05	2561	2663.44		
SEMANA 11	16	1	15	0.2	15.8	1995.733333	1871	1970.786667		
SEMANA 12	13	0.5	12.5	0.2	12.8	1569.36	1509	1545.216		
SEMANA 13	11	1	10	0.3	10.7	1271.6	1156	1236.92		
SEMANA 14	11	1	10	0.4	10.6	1450.9	1319	1398.14		
SEMANA 15	9.5	0.5	9	0.2	9.3	1236.055556	1171	1210.033333		
SEMANA 16	9.5	0.5	9	0.1	9.4	1290.944444	1223	1277.355556		
SEMANA 17	4.5	1	3.5	0.2	4.3	545.1428571	424	520.9142857		
SEMANA 18	5	0.5	4.5	0.2	4.8	638.8888889	575	613.3333333		
SEMANA 19	2	1	1	0.3	1.7	288	144	244.8		
SEMANA 20	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL DE SEMANAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS MUERTAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	total de kilaje	total de kilaje
20 SEMANAS	228.5	14	214.5	5	223.5	27984.71848	26257	27369.66923	78540kg	91290 kg

3.3.6-.RESUMEN: TURNO N°4

1. Tabla 3.37. Kilaje:

KILAJE SIN MANTENIMIENTO	KILAJE CON MANTENIMIENTO
$154*17*30= 78540$ Kg.	$179*17*30=91290$ kg.
total de kilaje	total de kilaje
78540 kg	91290kg.

8. Tabla 3.38. Costo del Esparrago:

PRECIO DE VENTA DEL ESPARRAGO
\$ 1

9. Tabla 3.39. Precio:

PRECIO SIN MANTENIMIENTO	PRECIO CON MANTENIMIENTO	DIFERENCIA DE PRECIO EN DOLLAR	COSTO EN MONEDA PERUANA
78540	91290	12750	$12750*2.964=37791$

Tabla 3.40. Productividad: Incremento de la productividad y costo en soles. TURNO N°5

DATOS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PRODUCTO										
SEMANAS	HORAS SEMANALES PROGRAMA	HORAS TIEMPO MUERTO	HORAS SEMANALES TRABAJAS	HORAS TIEMPO MINIMIZADAS	HORAS TRABAJADAS	VOLUMEN m3 PROGRAMA	VOLUMEN m3 SIN MANTENIMIENTO	VOLUMEN m3 CON MANTENIMIENTO	KILAJE SIN MANTENIMIENTO	KILAJE CON MANTENIMIENTO
SEMANA 1	8.5	0.5	8	0.2	8.3	858.5	808	838.3	126*17*30=64260 Kg.	157*17*30=80070 kg.
SEMANA 2	6	1	5	0.4	5.6	636	530	593.6		
SEMANA 3	7	0.5	6.5	0.4	6.6	807.692308	750	761.538462		
SEMANA 4	11	1	10	0.3	10.7	1164.9	1059	1133.13		
SEMANA 5	13.5	0.5	13	0.5	13	1433.07692	1380	1380		
SEMANA 6	10	0.5	9.5	0.4	9.6	978.947368	930	939.789474		
SEMANA 7	10	0.5	9.5	0.3	9.7	1038.94737	987	1007.77895		
SEMANA 8	13	0.5	12.5	0.2	12.8	1383.2	1330	1361.92		
SEMANA 9	11	1	10	0.3	10.7	1089	990	1059.3		
SEMANA 10	11	1	10	0.2	10.8	1097.8	998	1077.84		
SEMANA 11	8	0.5	7.5	0.4	7.6	832	780	790.4		
SEMANA 12	8.5	0.5	8	0.2	8.3	478.125	450	466.875		
SEMANA 13	8	0.5	7.5	0.3	7.7	824.533333	773	793.613333		
SEMANA 14	5.5	0.5	5	0.3	5.2	570.9	519	539.76		
SEMANA 15	9	0.5	8.5	0.2	8.8	885.176471	836	865.505882		
SEMANA 16	4.5	0.5	4	0.2	4.3	497.25	442	475.15		
SEMANA 17	3	1	2	0.3	2.7	343.5	229	309.15		
SEMANA 18	6.5	0.5	6	0.4	6.1	767	708	719.8		
SEMANA 19	1.5	0.5	1	0.3	1.2	283.5	189	226.8		
SEMANA 20	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL DE SEMANAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS MUERTAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	total de kilaje	total de kilaje
20 SEMANAS	155.5	12	143.5	5.8	149.7	15970.0488	14688	15340.2511	64260kg	80070 kg

3.3.7.-RESUMEN: TURNO N°5

1. Tabla 3.41. Kilaje:

KILAJE SIN MANTENIMIENTO	KILAJE CON MANTENIMIENTO
126*17*30= 64260 Kg.	157*17*30=80070 kg.
total de kilaje	total de kilaje
64260 kg	80070 kg

2. Tabla 3.42. Costo del Esparrago:

PRECIO DE VENTA DEL ESPARRAGO
\$ 1

3. Tabla 3.43. Precio:

PRECIO SIN MANTENIMIENTO	PRECIO CON MANTENIMIENTO	DIFERENCIA DE PRECIO EN DOLLAR	COSTO EN MONEDA PERUANA
64260	80070	15810	15810*2.964=46860.84

Tabla 3.44. Productividad: Incremento de la productividad y costo en soles. TURNO N°6

DATOS PARA UN MEJORAMIENTO DEL PRODUCTO										
SEMANAS	HORAS SEMANALES PROGRAMA	HORAS TIEMPO MUERTO	HORAS SEMANALES TRABAJAS	HORAS TIEMPO MINIMIZAD	HORAS TRABAJADA S	VOLUMEN m3 PROGRAMA	VOLUMEN m3 SIN MANTENIMI	VOLUMEN m3 CON MANTENIMI	KILAJE SIN MANTENIMI ENTO	KILAJE CON MANTENIMI ENTO
SEMANA 1	8.5	0.5	8	0.2	8.3	828.75	780	809.25	88*17*30= 44880 Kg.	122*17*30= 62220 kg.
SEMANA 2	11	1	10	0.4	10.6	1116.5	1015	1075.9		
SEMANA 3	10.5	0.5	10	0.4	10.1	1074.15	1023	1033.23		
SEMANA 4	9	0.5	8.5	0.3	8.7	905.294118	855	875.117647		
SEMANA 5	6.5	0.5	6	0.5	6	735.583333	679	679		
SEMANA 6	9.5	0.5	9	0.4	9.1	912	864	873.6		
SEMANA 7	7	0.5	6.5	0.3	6.7	799.076923	742	764.830769		
SEMANA 8	8	1	7	0.2	7.8	813.714286	712	793.371429		
SEMANA 9	8	1	7	0.3	7.7	822.857143	720	792		
SEMANA 10	8	1	7	0.2	7.8	835.428571	731	814.542857		
SEMANA 11	11	0.5	10.5	0.4	10.6	1160.7619	1108	1118.55238		
SEMANA 12	13	0.5	12.5	0.2	12.8	1535.04	1476	1511.424		
SEMANA 13	17	1	16	0.3	16.7	1859.375	1750	1826.5625		
SEMANA 14	18.5	0.5	18	0.3	18.2	2016.5	1962	1983.8		
SEMANA 15	21	0.5	20.5	0.2	20.8	2653.17073	2590	2627.90244		
SEMANA 16	13	0.5	12.5	0.2	12.8	1569.36	1509	1545.216		
SEMANA 17	7	0.5	6.5	0.3	6.7	799.076923	742	764.830769		
SEMANA 18	6	1	5	0.4	5.6	579.6	483	540.96		
SEMANA 19	4	0.5	3.5	0.3	3.7	427.428571	374	395.371429		
SEMANA 20	2.5	0.5	2	0.3	2.2	0	214	0		
TOTAL DE SEMANAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS MUERTAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	TOTAL DE HORAS	total de kilaje	total de kilaje
20 SEMANAS	199	13	186	6.1	192.9	21443.6675	20329	20825.4622	44880kg	62220 kg

3.3.8-.RESUMEN: TURNO N°6

1. Tabla 3.45. Kilaje:

KILAJE SIN MANTENIMIENTO	KILAJE CON MANTENIMIENTO
$88*17*30= 44880 \text{ Kg.}$	$122*17*30=62220 \text{ kg.}$
total de kilaje	total de kilaje
44880 kg	62220kg

2. Tabla 3.46. Costo del Esparrago:

PRECIO DE VENTA DEL ESPARRAGO
\$ 1

3. Tabla 3.47. Precio:

PRECIO SIN MANTENIMIENTO	PRECIO CON MANTENIMIENTO	DIFERENCIA DE PRECIO EN DOLLAR	COSTO EN MONEDA PERUANA
44880	62220	17340	$17340*2.964=51395.7$

Resumen de todos los turnos:

Tabla. 3.48. Resumen total de turnos del sistema de filtrado.

turno	kilaje sin mantenimiento kg	kilaje con mantenimiento kg	kilaje ganado con mantenimiento preventivo kg	precio ganado en soles
I c	34170	44370	10200	30232.8
II c	28050	40800	12750	37791
III c	81600	95880	14280	42325.9
IV c	78540	91290	12750	37791
V c	64260	80070	15810	46860.84
VI c	44880	62220	17340	51395.7
total de turnos	total	total	total	total
6 turnos	331500	414630	83130	246397.24

Tabla 3.49 a 1 año con plan de mantenimiento

1 año con plan de mantenimiento	$246397.24 * 2 = 492794.48$ soles
---------------------------------	-----------------------------------

IV. DISCUSION:

- La disponibilidad de las máquinas seleccionadas según el análisis de criticidad, aumentaron su porcentaje en un 8% al aplicar la gestión de mantenimiento preventivo, es importante mencionar que la variación de la disponibilidad únicamente depende del TEF (tiempo entre fallas) y TPR (tiempo por reparación).
- La confiabilidad de las máquinas también se vio beneficiada con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo aumentando en un 3%, la confiabilidad depende directamente del TMEF (tiempo medio entre fallas). Es decir se debe aumentar el TEF y disminuir el número de fallas.
- Los costos por mantenimiento fueron reducidos en un promedio de S/. 51030.4 N.S. Gracias a la implementación del plan de mantenimiento preventivo.
- Si bien es cierto con la implementación del plan de mantenimiento se aumentó la disponibilidad y confiabilidad, al eliminar algunas fallas debido a que eran producidas por falta de mantenimiento, a lo largo de aplicada la gestión de mantenimiento el TEF también podrá aumentar incluso sin eliminar por completo la falla sino prolongando los tiempos útiles de la máquina contribuyendo con la mejora de cada indicador de mantenimiento.

5.- CONCLUSIONES

1.- A través de un seguimiento de procedimientos apropiados de mantenimiento preventivo esenciales como lubricación y engrase, registros de tiempos de operación, tiempo de paradas contribuyeron a prolongar la vida de los elementos del sistema de filtrado y minimizar así los costos de operación.

2.- Mediante este plan de mantenimiento lograremos que incremente la disponibilidad de los elementos del sistema, concluyendo que de todos los elementos analizado, el motor eléctrico aumentado su disponibilidad un 82.27% a un 90.35% y su confiabilidad de un 93.32% a un 96.6%.

3.- Incremento la productividad mediante este plan de mantenimiento de una cantidad de 331500 Kg, a una cantidad de 414630 Kg, que aumento a un 25% y una ganancia de 246397.24 soles.

4.- La operación de mantenimiento juega un papel importante para que el sistema de filtrado preste el servicio para el cual fue diseñado. Se debe tener en cuenta que el cuidado y mantenimiento son de igual importancia, ya que si no hay un buen mantenimiento preventivo y sin una buena operación, la maquinaria se dañará y no cumplirá con su función.

5.- Se implementara documentos de mantenimiento como: órdenes de tareas, informes de trabajo, manuales, fichas, historial de equipos, logrando reducir tiempos en las tareas de mantenimiento.

6.- Mediante este plan de mantenimiento lograremos ahorrar **51030.4** nuevos en tan solo 6 meses, lo cual es una cantidad significativa en costos de operación.

6.- RECOMENDACIONES:

- A la empresa TALSA (FUNDO UPAO), que continúe llevando un registro del plan de mantenimiento y que siga aplicando los planes de mantenimiento detalladas en anexos de la presente investigación.
- Al personal de manejo y mantenimiento disponer de mayor información de cada una de sus máquinas, datos como (fichas técnicas, fichas de mantenimiento, tiempo de vida útil de productos, entre otros), esta información facilita al investigador para poder realizar de manera más eficiente una planeación de mantenimiento.
- A los investigadores, en caso de aplicar un plan de mantenimiento para máquinas poco comunes, buscar manuales fichas y/o cualesquier información de máquinas similares para poder orientar su estudio.
- A los investigadores para obtener datos más exactos de una aplicación de un plan o una gestión de mantenimiento preventivo evaluarlo después de 6 meses a más una vez aplicado el plan de mantenimiento.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ❖ **A.R.I, agricultura, válvula ventosa combinada “Barak”.**
<http://www.arivalves.com/Spanish/SP_Agricultura_D-040-C.htm>

- ❖ **Bomba industrial. Tipos de Bomba de agua.** El 10 de marzo 2011
<<http://www.bombaindustrial.com/Blog/Tipos-de-bombas-2/>>

- ❖ **Dorot, irrigation meter.** <http://www.dorot.com/index.php?page_id=361>

- ❖ **Duffuaa, Salih.** *sistemas de mantenimiento planeación y control.* Primera Edición. México: Editorial Limusa S.A., 2003. pág. 404. 121.

- ❖ **El agua potable segura es esencial. Sistema de filtración, Año 2008**
<<http://www.drinking-water.org/html/es/Treatment/Filtration-Systems.html>>

- ❖ **FABIÁN, W. año 2003:** diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. <<http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/87.pdf>>

- ❖ **Ferro Neumático, Instrumentación industrial. Válvula mariposa.** . [Cali, Colombia] <<http://www.ferroneumatica.com.co/2012/06/02/valvula-mariposa/>>

- ❖ **FME FABIANI SRL. Filtro de grava.** [Buenos Aries , Argentina] año 2012
<<http://fabianisrl.com.ar/filtro-de-grava/>>

- ❖ **HYDRO ENVIRONMENT. Filtro de disco de 1 pulgada con salida y entrada tipo macho.** [México] año 2014
<http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=product_info&products_id=766>

- ❖ **INGENIERÍA, ÍNDICE DE LA PRODUCTIVIDAD.**
<<http://www.ingenieria.unam.mx/~guiaindustrial/productividad/info/4/3.htm>>

- ❖ **Mantenimiento. Jezdimir Knezevic.** Edit ISDEFE. España. 1996.

- ❖ **Ooval, Innovative automatic control valves. . [Inglaterra]** año 2012
<<http://www.ooval.com>>

- ❖ **REYES, M. año 2005:** mantenimiento preventivo para bombas reciprocantes del sistema de inyección de agua salada en estaciones de descarga. En la UNIVERSIDAD DEL ZULIA VENEZUELA.
<http://tesis.luz.edu.ve/tde_busca/archivo.php?codArchivo=1660>

- ❖ **SIERRA, G. año 2004:** programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias s.a. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.
<<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2004/112490.pdf>>

- ❖ **SILVA, C año 2007: diseño** de un sistema de mantenimiento para equipos móviles de transporte de carga terrestre. En la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.
<<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/819/1/6200046S586ds.pdf>>

- ❖ **Solostocks. Descripción del motor eléctrico. [Barcelona, España],** 2 abril 2000
<<http://www.solostocks.com.mx/venta-productos/otra-maquinaria/motor-electrico-weg-800522>>

- ❖ **Traxco. Válvula automática de control. [Zaragoza, España],** 2 setiembre 2011
<<http://www.traxco.es/blog/tecnologia-del-riego/valvulas-automaticas-de-control>>

ANEXO

Anexo 01: tabla 50. Especificaciones técnicas de máquinas y accesorios de la empresa talsa

Potencia nominal del motor	50 hp	Velocidad nominal del motor en RPM	3555 rpm
Numero de fases	3	Altitud ambiente máxima	1000m
Tensión nominal de operación	220/380/440 v.	Temperatura ambiente máxima	40°C
Régimen de servicio	S1	Factor de potencia	0.88
Eficiencia	92.20%	Sobreelevación de la temperatura del motor	80 k



Tabla 25. Especificaciones técnicas de máquinas y accesorios de la empresa talsa:

a. Motor eléctrico: características técnicas.

mantenimiento correctivo al motor eléctrico	
fecha	23/05/2014
Horas de mantenimiento	72 horas
Desmontaje:	Rodajes, placa borneada de 6 terminales, sello
reporte de lo sucedido:	El motor eléctrico comenzó a salir humo de los bornes de conexiones a las 11: am de día 23 de mayo, produciéndose chispas, dejando de funcionar el motor eléctrico.
diagnostico:	Recalentamiento, sulfatación de bornes; rodajes en mal estado y grietas de sello.
Verificación:	Sistema de refrigeración, sistema de vibración, alineamiento.
Montaje de piezas nuevas:	Rodajes, placa borneada de 6 terminales, sello

Tabla 51. En la actualidad la empresa TALSA (FUNDO UPAO) aplica el Mantenimiento correctivo

Tabla 52. Mantenimiento correctivo:

MANTENIMIENTO CORRECTIVO														
COMPONENTE	meses	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	# fallas	
rodamiento	defecto:	roncamiento del motor.		calentamiento del rodaje	manchas oscuras de un lado de la pista del rodaje	surcos en la pista del rodaje	ruidos en el rodamiento.			lineas oscuras en las pistas del rodaje.	pequeños pedasos de metal en la grasa.		7	
	causa:	rodamiento dañado.		: grasa en exceso	fuerza axial muy grande.	vibraciones externas	rodamiento en posición errónea.			circulación de corriente por los soportes	ajuste del rodaje inadecuado.			
	mantenimiento correctivo	cambio de rodamiento		limpieza del rodaje	calculo de l fuerza axial	cambio de pista	cambio de posición			cambio de pista	ajuste del rodaje			
estator	defecto:	Bobinas del estator calientan mucho con carga muy baja.			Operación ruidosa cuando desacoplado.								2	
	causa:	estator se arrastra con rotor.			Interrupción en una fase del bobinado del estator									
	mantenimiento correctivo	verificar vibración			medir corriente al estator.									
rotor	defecto:	el motor presenta zumbido en la partida.			Bobinas del estator calientan mucho		Calentamiento localizado en el rotor.			Motor parte en vacío, pero falla al aplicarse carga			4	
	causa:	bobina del rotor esta interrumpido.			rotor arrastra con el estator.		Interrupciones en las bobinas del rotor.			Rotor con barras falladas o interrumpidas.				
	mantenimiento correctivo	las escobas pueden estar gastadas.			medir corriente al rotor.		sustituir bobinas de rotor			verificar y arreglar bobinas del rotor.				
soportes	defecto:	No da partida, acoplado ni desacoplado.		Operación ruidosa cuando desacoplado				Lineas oscuras en las pistas o ranuras transversales bastante juntas					3	
	causa:	Soporte dañado.		soportes desajustados.				Circulación de corriente por los soportes.						
	mantenimiento correctivo	cambio de soporte.		ajustar soporte.				limpie el aislamiento de soporte						

Tabla 53. Mantenimiento preventivo:

	COMPONENTE	MANTENIMIENTO	DIARIAMENTE	SEMANALMENTE	CADA 3 MESES	ANUALMENTE (REVISION PARCIAL)	CADA 3 AÑOS (REVISION)
MOTOR ELECTRICO	ESTATOR	Inspección visual del estator				X	
		Control de limpieza				X	
		Inspección de las cuñas de ranura					X
		Control de los terminales del estator				X	
		Medir la resistencia del aislamiento del rodamiento				X	

	COMPONENTE	MANTENIMIENTO	DIARIAMENTE	SEMANALMENTE	CADA 3 MESES	ANUALMENTE (REVISION PARCIAL)	CADA 3 AÑOS (REVISION COMPLETA)
MOTOR ELECTRICO	rotor	Control de limpieza				X	
		Inspección visual				X	
		Inspección del eje (desgaste, incrustaciones)					X

DATOS DEL RODAMIENTO			
POTENCIA NOMINAL	CARCASA	POLOS	RODAMIENTO
50 HZ	225	4	6314

MANTENIMIENTO PREVENTIVO A RODAMIENTO DE BOLAS				
POTENCIA NOMINAL	FUERZA AXIAL	FUERZA RADIAL	VIDA UTIL	LUBRICACION
50 HZ	5.8 KN	5.0 KN	20000 horas	5000
				14000
				20000

MANTENIMIENTO PREVENTIVO														
COMPONENTE	meses	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	# fallas	
rodamiento	defecto:	roncamiento del motor.		calentamiento del rodaje	manchas oscuras de un lado de la pista del rodaje	surcos en la pista del rodaje	ruidos en el rodamiento.			líneas oscuras en las pistas del rodaje.	pequeños pedasos de metal en la grasa.		3	
	causa:	rodamiento dañado.		: grasa en exceso	fuerza axial muy grande.	vibraciones externas	rodamiento en posición errónea.			circulación de corriente por los soportes	ajuste del rodaje inadecuado.			
	mantenimiento preventivo:	ver vida útil de rodamiento.		monitoreo de temperaturas.	regirse al manual de fabricante	cambio de pista	cronograma de montaje y desmontaje			cambio de pista	ajuste del rodaje			
estator	defecto:	Bobinas del estator calientan mucho con carga muy baja.			Operación ruidosa cuando desacoplado.								1	
	causa:	estator se arrastra con rotor.			Interrupción en una fase del bobinado del estator									
	mantenimiento preventivo:	inspeccion, control, medicion de aislamiento. Anualmente.			medir corriente al estator.									
rotor	defecto:	el motor presenta zumbido en la partida.			Bobinas del estator calientan mucho		Calentamiento localizado en el rotor.			Motor parte en vacío, pero falla al aplicarse carga			2	
	causa:	bobina del rotor esta interrumpido.			rotor arrastra con el estator.		Interrupciones en las bobinas del rotor.			Rotor con barras falladas o interrumpidas.				
	mantenimiento preventivo.	inspeccion visuala anualmente.			medir corriente al rotor.		sustituir bobinas de rotor			durabilidad del rotor mediante inspeccion anual.				
soportes	defecto:	No da partida, acoplado ni desacoplado.		Operación ruidosa cuando desacoplado				Lineas oscuras en las pistas o ranuras transversales bastante juntas					1	
	causa:	Soporte dañado.		soportes desajustados.				Circulación de corriente por los soportes.						
	mantenimiento preventivo:	verificar soportes, cada ves ke midan las vibraciones.		inspeccion semanal de los soprtes.				limpie el aislamiento de soporte						

Anexo 02: Especificaciones tanque de grava, mantenimiento correctivo y preventivo

Tabla 54. Especificaciones tanque de grava:

TANQUE DE GRAVA	
Modelo:	NAAN – DAN 4363
Diametro:	36 pulgadas
Peso de grava:	360 kg.
Peso del cuerpo:	185 kg
Ancho:	1.0 m

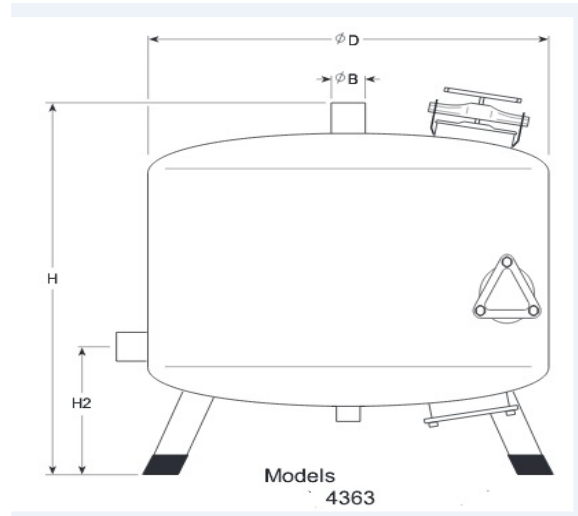


Tabla 55. Mantenimiento preventivo:

	CAMPAÑA DE RIEGO	inicio de temporada	temporada media	final e temporada
		1 mes	3 meses	6 meses
filtro de grava y retrolavado	Verifique la presión diferencial del filtro	x		
	Verifique el comando hidráulico	x		
	Remueva y limpie la malla del filtro	x		
	Observe una secuencia de retrolavado del filtro para limpiar la arena.	x		
	Verifique el nivel de arena en el tanque		x	
	Rellene los niveles de arena		x	
	Inicie un ciclo de retrolavado normal			x
	Lave y drene todos los filtros			x
	Inspeccione y lubrique todas las válvulas de retrolavado del filtro			x

Anexo 03: Especificaciones bomba centrífuga, mantenimiento correctivo y preventivo

Tabla 56. Especificaciones bomba centrífuga:

Potencia	35.56 hp
Tipo	Bomba 50- 200-1HE- D385- ES
Serie n°	2008052283
l/seg	25
metros	80
Fabricación	HIDROSTAL

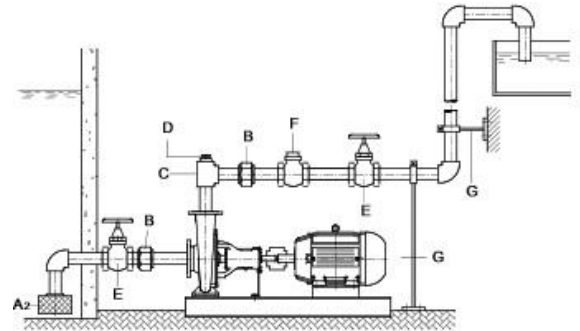


Tabla 57. Mantenimiento preventivo:

mantenimiento	ALINEAMIENTO		
	desalineamiento máximo de 0.003 pulgadas	medir la vibraciones, desgastes y tomar nota.	
	EMPAQUETADURA		
	observacion semanal	durabilidad del empaque cada 6 mese.	
	INSPECCION DE LA BOMBA		
	la caja de la bomba y el impulsor debe inspeccionar periodicamente.	Quitar las materias extrañas y obstrucciones	
	GOTEO		
	excesivo por el estopero puede controlarse a través del prensa		
	TEMPERATURA DE RODAMIENTOS		
	temperatura máxima 80°C, grasa recomendada: base aceite mineral con jabón de litio.	la temperatura depende: de la temperatura del ambiente, alineamiento,	lubricado cada 2500 horas
IMPULSOR, RODETE			
revisión del rodete periodicamente	mantenimiento preventivo del impulsor anualmente.		

Anexo 04: Especificaciones de la válvula de mariposa, mantenimiento correctivo y preventivo

Tabla 58. Especificaciones de la Válvula mariposa:

marca	Raphael valves ind.
tipo	B7GML06CDE50
Potencia	16 bar



Tabla 59. Mantenimiento preventivo:

	MANTENIMIENTO	ANTES DE SU USO:	DESPUES DE SU USO:
VALVULA MARIPOSA	comprobacion y reivison	abrir y cerrar varias veces para ver si se acopla bien a la junta.	permitir la apertura y cierre gradual de a valvula, con 5 posiciones.
		Usar estadísticas para planificar las inspecciones.	Llevar un registro de funcionamiento de cada valvula, anotando cualquier incidencia.
		utilizar instrumentos de trabajo en desmontaje y montaje para llevar una correcta revision.	Sustituir al cabo de 12 meses

Anexo 05: Especificaciones válvula automática, mantenimiento correctivo y preventivo

Tabla 60. Especificaciones Válvulas automáticas de control:

Tipo	ZH03FCB001
s/n	270207
Potencia nominal	16 bar
Velocidad de flujo	50 m ³ /h



Tabla 61. Mantenimiento preventivo:

	MANTENIMIENTO	semanalmente	cada 3 meses	cada 6 meses
VALVULA AUTOMOTICA DE CONTROL	observaciones	tomar datos del piloto para ver el caudal que ingresa.	verificar si cierra y abre hermeticamente el diafragma.	verificar el resorte hubicado en el piloto, para el funcionamiento de las tres vias que regulan la presion

Anexo 06: Especificaciones de filtro de disco, mantenimiento correctivo y preventivo

Tabla 62. Especificaciones del filtro de disco:

Modelo	NAAN DAN 1740
CAUDAL	25m ³ /h
Presión de carga	15m ³ / h
Presión máxima	10 bar



	MANTENIMIENTO	SEMANALMENTE	MENSUALMENTE	ANUALMENTE
FILTRO DE ANILLOS	Lavar mallas y anillas con hipoclorito de sodio		x	
	verificar si hay fugas por el orrin.	x		
	reemplazar el anillo dañado despues de haber aplicado el cronograma de montaje y desmontaje.			x

Instalación de una bomba para inyectar fertilizante en el filtrado.



Sistema de filtrado







ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Jorge Inciso Vásquez
....., docente de la Facultad de Ingeniería..... y Escuela
Profesional Ing. Mecánica de la Universidad César Vallejo Trujillo..... (precisar
filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

" Diseño e Implementación de un plan de
Mantenimiento preventivo del sistema de Filtrado
de la Empresa Talsa (Fundo UPAD) para Incrementar
su productividad y Reducir costos de Operación ",
del (de la) estudiante José Rojas Fernández
....., constato que la investigación tiene un índice de
similitud de 22% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las
coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis
cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la
Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha..... 13 de mayo 2019.....

Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente

DNI: 20695389

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

