



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

IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE NÉCTARES ENVASADO TETRA PACK

Sandra Leticia Asencio Aguilar

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, agosto de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE NÉCTARES ENVASADO
TETRA PACK**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SANDRA LETICIA ASECIO AGUILAR

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA MECÁNICA

GUATEMALA, AGOSTO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA LÍNEA DE NÉCTARES ENVASADO TETRA PACK,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, 17 mayo de 2004.

Sandra Leticia Asencio Aguilar

AGRADECIMIENTO A:

DIOS

Por darme la oportunidad de venir a este mundo a progresar espiritual y secularmente.

MIS PADRES

Jaime Asencio y María Teresa Aguilar

Quienes siempre me dan lo mejor de ellos para alcanzar cualquier meta que me proponga y son mi fuente de inspiración.

MIS HERMANOS

Juan José y Carol, por ser mis mejores amigos y apoyo en las horas de angustia.

MI HIJA

Que a pesar de ser tan pequeña, me dio fuerzas y coraje para poder luchar y ser mejor en la vida.

MIS AMIGOS Y ASESORES

Que me dieron su apoyo y su instrucción en las diferentes etapas de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1 FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Descripción de área Tetra Pak	3
1.1.1 Equipo de llenado y envasado líneas 51,52 y 53	4
1.1.2 Unidades pajilladoras	7
1.1.3 Unidades de empacado	9
1.1.4 Área de preparación	12
1.1.5 Área de Cherry Burrell	13
1.1.6 Área de Steril Drink	16
1.1.7 Descripción del departamento de mantenimiento	20
1.1.8 Desglose de los equipos	23
1.1.9 Diagnóstico inicial del área Tetra Pak	29

2	FASE TÉCNICO-PROFESIONAL	33
2.1	Conceptos generales	35
2.1.1	Principios de la administración del mantenimiento	35
2.1.2	Clasificación de los trabajos de mantenimiento	39
2.1.3	Mantenimiento preventivo	42
2.1.4	Diseño de inspecciones	48
2.1.5	Elaboración de fichas técnicas	55
2.1.6	Elaboración de rutinas de mantenimientos	56
2.1.7	Elaboración de cronogramas	61
2.1.8	Elaboración de rutinas de lubricación	62
2.1.9	Alimentación de software de mantenimiento	68
2.1.10	Retroalimentación	70
2.2	Implementación de programas de mantenimiento preventivo en la línea de néctares envasado tetra pak	72
2.2.1	Plan de mantenimiento preventivo	73
2.2.1.1	Clasificación de tiempos para efectuar los mantenimientos	75
2.2.1.2	Cronograma de mantenimiento preventivo general	77
2.2.1.3	Órdenes de trabajo	79
2.2.1.4	Lineamientos para la implementación del plan de mantenimiento preventivo	82

CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	85
BIBLIOGRAFÍA	87
APÉNDICES	89
ANEXOS	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Llenadoras 51 y 52	5
2	Llenadora 53	5
3	Pajilleras 51 y 52	8
4	Pajillera 53	8
5	Empacadora 51 y 52	10
6	Empacadora 53	10
7	Emplasticadora	11
8	Esquema de tanques de mezcla	13
9	Dist. de temperatura en los serpentines	15
10	Estructura de tubería área Cherry Burrell	15
11	Intercambiador de calor PHE	17
12	Tanque Aeroback área Cherry Burrell	18
13	Estructura de tubería área Steri Drink	19
14	Sistema de esterilización área Steri Drink	20
15	Estructura del depto. de Mantenimiento	22
16	Estructura del sistema de lavado	25
17	Cámaras infrarrojas	45
18	Fotografía de un motor eléctrico	47
19	Fotografía infrarroja de un motor eléctrico	47
20	Fotografía de una caldera	45
21	Fotografía infrarroja de una caldera	45
22	Superficie de metal bajo microscopio	60

LISTADO DE SÍMBOLOS

ml	Mililitro.
°F	Grados Fahrenheit.
°C	Grados Centígrados
PHE	Intercambiador de calor de placas.
THE	Intercambiador de calor tubular o Spiraflo.
pH	Grado o nivel de acidez de una sustancia.
US\$	Dólares americanos.
MP2	Programa de software de mantenimiento preventivo.

GLOSARIO

Aeroback (Deareador)	Equipo utilizado para extracción de gases y aire en líquidos, previamente antes de su llenado.
Aséptico	Es el área o proceso en el cual se manejan bajas concentraciones de bacterias por medio de aislamientos y filtraciones.
CIP	Sistema de lavado en el que se utiliza una o varias bombas centrífugas, las cuales hacen circular por la tubería de proceso soda y ácido para la limpieza de válvulas y demás equipo en contacto con el jugo.
Cojinetes	Encargado de soportar cargas en diferentes direcciones y permitir el movimiento.
Cronograma	Este indica calendarizadamente cuando se realizarán los trabajos de mantenimiento.
Empacadora	Equipo que acomoda las cajitas de jugos en bandejas de cartón.

Emplasticadora	Equipo que auxiliado por un horno, se encarga de envolver con nylon las bandejas de jugos que envían las empacadoras.
Esterilizadores	Son sistemas que consisten en dos o más tuberías enrolladas de acero inoxidable, dispuestas dentro de una principal, en el cual circula producto y en otra circula agua caliente o fría, con el fin de elevar la temperatura y bajarla a manera que los organismos contaminantes mueran.
Ficha técnica	Es la recopilación de datos generales del equipo, para incorporarlos en un archivo o base de datos, para agilización de futuras consultas.
Fricción	Es la fuerza interpuesta entre las superficies de contacto de dos cuerpos y resiste el movimiento de un cuerpo en relación con el otro.
Inspección	Son chequeos rutinarios de los equipos pero más profundos y enfocados.
Jugo	Es el extraído de frutas que su consistencia es fina, este no posee pulpa.
Lubricación	Es un proceso mediante el cual se reduce la fricción.

Mantenimiento preventivo

Es la combinación de actividades, mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene o se restaura a un estado en el que puede realizar sus funciones designadas.

Néctar

Este es el extraído de frutas tal como es, este posee su pulpa y tiene una consistencia más grumosa y espesa.

Pajillera

Equipo destinado a colocar pajillas adheridas a la caja de jugo.

Peróxido hidrogenado

Agente químico utilizado para realizar baño esterilizante a los envases.

Producto

Término utilizado en las plantas de producción, dependiendo de lo que fabriquen. Es considerado como la materia prima.

RIME

Sistema utilizado en departamentos de mantenimiento para establecer las prioridades de servicios.

Rutinas de mantenimiento

Serie de actividades programadas que se ejecutan a una máquina o a un conjunto de ellas

denominado sistema, para mantenerlas en perfecto estado de funcionamiento.

Sistemas hidráulicos

Los sistemas hidráulicos están basados en el principio de Pascal de que: si se ejerce una presión en cualquier parte de un líquido confinado dentro de un sistema cerrado, la presión se transmite de forma instantánea y si variación a todas las demás partes del sistema.

Termografía

Son fotografías o videos que captan las variaciones de calor por medio de infrarrojos.

Tetra brik

Envase sellado asépticamente, elaborado con cartón y aluminio.

Tetra Pak

Marca mundial líder en envasado tetra brik.

Viscosidad

Es la fricción interna de un fluido o semifluido, o su resistencia al movimiento interno.

RESUMEN

Se ha dividido el contenido en dos fases, siendo la primera denominada Fase de Investigación, en la que se hace una descripción de los lugares y equipos en los que se han de trabajar.

El área de Tetra Pak esta compuesta por un área de preparación, en la que se formula el jugo o néctar según el caso, pasando luego por dos áreas de esterilización, una denominada Cherry Burrell y la otra Steri Drink, luego es enviado el producto a el cuarto aséptico donde se encuentran 3 llenadoras, estas se encargan de realizar el empaque, llenado y sellado en su presentación de tetra brik, posteriormente pasan respectivamente por una pajillera, una empacadora y al final por una emplastadora, dando por terminado un bandeja con 24 presentaciones de jugo, bien emplastados para su distribución al mercado.

El Departamento de Mantenimiento tiene como objetivo sustentar las demandas de servicios que requieren los equipos para un mejor desempeño y así otorgar la calidad deseada. Esta compuesto por un Jefe de mantenimiento el cual delega o divide el trabajo en área eléctrica y área mecánica, siendo los supervisores para el área eléctrica y coordinadores para el área mecánica.

Para que los servicios que las diferentes áreas efectúen y para facilitar la ubicación o para tener un mejor ordenamiento, se procede a desglosar los equipos en principales y equipos auxiliares, siendo los principales los que están destinados a funciones o etapas del proceso principales, y los equipos auxiliares son los que dan movimiento, energizan o controlan a los equipos principales.

Con esta idea parten las distribuciones de servicio, al tener una idea de donde y a que equipos se deberán de realizar estos programas de mantenimiento se desarrollo la segunda fase denominada Fase Técnico Profesional en el cual se encuentra toda la información técnica y las definiciones que contiene un programa de mantenimiento preventivo.

Se clasifican los trabajos de mantenimiento en trabajos de emergencia, de servicio, de rutina, preventivos, de proyecto y correctivos, con el objetivo de poder dar prioridad y poder ocupar con mejores resultados todos los recursos como mano de obra, tiempo, herramienta, etc. Enfocándonos en los trabajos de prevención. Una de las bases fundamentales de los programas de prevención, son las inspecciones, las cuales están divididas en maquinaria en marcha y con maquinaria parada, con el fin de obtener información útil acerca del estado de piezas o de los equipos en conjunto. Llevándonos esto a que las inspecciones deben de estar orientadas a generar información para corregir y si es necesario cambiar ya sea partes o decisiones.

INTRODUCCIÓN

En el manual de Mantenimiento Preventivo trata de que los participantes conozcan los principios necesarios para la aplicación y los objetivos principales de un Programa de Mantenimiento Preventivo, la metodología para la implementación del mismo, formas de control para su adecuada administración, haciendo especial énfasis en el manejo de Ordenes de Trabajo. Presentándose los procedimientos necesarios para la implementación de Mantenimiento Preventivo en la Línea de envasado de néctares presentación Tetra Pak, en los que se detallan los factores a considerar para su elaboración. Recalcando que estamos estableciendo e implementando Mantenimiento Preventivo.

La implementación de un Programa de Mantenimiento contempla la realización de series de trabajos que se encuentra estrechamente sujetadas, como la elaboración de Fichas Técnicas de la maquinaria, la realización de rutinas de mantenimiento, distribución de las frecuencias necesarias para dichas rutinas de mantenimiento para el desarrollo de el cronograma general de mantenimiento, incluyendo criterios de codificación de equipos, motores, accesorios y partes en general. También es importante la elaboración de Rutinas de Lubricación para alargar la vida útil de la maquinaria en cuestión.

Cuando se habla de la implementación de mantenimiento en una serie de equipos, se ha venido evolucionando la serie de ejercicios para que dicho equipo funcione como es de esperarse, puesto que en una planta de producción como lo es en este caso, la producción de néctares de fruta envasado Tetra Pak, se desea que la línea funcione bien, para llenar los requerimientos de producción diaria, semanal o mensual. Es por ello que el mantenimiento se ve sujeto a la aplicación de administración, puesto que es más compleja la implementación de mantenimiento para que se obtengan resultados más visibles, y se pueda controlar toda la serie de trabajos que se ven involucrados y así no caer en la aplicación de mantenimientos correctivos que usualmente se había venido creyendo que era la mejor solución para mantener un equipo funcionando y que este llenará los requerimientos de producción.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

En el área de envasado de néctares de fruta Tetra Pak, esta compuesta por una área de preparación, dos áreas de esterilización y por tres líneas de producción denominadas como línea 51, 52 y 53 las cuales están compuestas cada una con su respectiva llenadora, pajillera, empacadora y de último todas las líneas pasan por una emplastadora en común, para luego ser despachadas a bodega de producto terminado.

El proceso comienza en el área de preparación donde se le da la consistencia al néctar y se le agregan los diferentes suplementos vitamínicos, minerales, ácidos y azúcar. Luego se distribuye entre las dos áreas de esterilizado para luego entrar en el área aséptica de llenado y envasado, y que posteriormente serán enviados los jugos para colocarle su pajilla, y ser agrupados en bandejas de cartón para ser empacados y emplastados.

Es en esta área donde se pretende implementar el análisis para determinar el funcionamiento de las líneas, y los requerimientos que se deben cumplir para su buen funcionamiento, y posteriormente poder desarrollar así la documentación respectiva para la elaboración del Manual de Mantenimiento Preventivo.

No obstante que se tiene claro los objetivos primordiales que debe perseguir un buen programa de mantenimiento preventivo, se puede reducir de la siguiente manera. Eliminar todas las fallas mecánicas, objetivo que se puede lograr mediante la investigación de los siguientes procedimientos, si en caso no existiesen algunos, se puede comenzar con su desarrollo y posteriormente su aplicación:

1. Definir el área de aplicación del programa de mantenimiento preventivo.
2. Organización del departamento de mantenimiento para que pueda hacerse cargo de la ejecución del programa. Hacer un inventario de recursos humanos y establecer si es suficiente para desempeñar la tarea. Un organigrama del departamento y la descripción de cada puesto será de gran ayuda.
3. Contar con un diagrama de flujo con tanto detalle para la ejecución del mantenimiento preventivo.
4. Definir los objetivos que se pretende alcanzar y elaborar un cronograma de ejecución.
5. Levantar un inventario de todo el equipo, motores, herramientas, accesorio, repuestos y definir un criterio de codificación que permita una eficiente identificación de todos y cada uno de los artículos involucrados.
6. Realizar un listado de equipo y posteriormente codificarlos, luego se iniciará la compilación de información para crear la ficha técnica. Como un buen punto de partida, se debe tomar todos los datos de placa de los equipos que deberá actualizarse continuamente.

7. Uno de los primeros pasos en la implementación del mantenimiento preventivo, es la utilización de la “Orden de Trabajo”. En consecuencia, debe diseñarse una que contenga toda la información necesaria no sólo para la ejecución de los trabajos, si no que además sirva como fuente de información para construir la ficha histórica o historial de cada equipo.
8. Prepararse para procesar toda la información que generará el uso de las órdenes de trabajo, es decir, diseñar la ficha de mantenimiento para cada equipo.
9. Crear un programa de lubricación.

1.1 Descripción del área Tetra Pak

El área Tetra Pak es denominada así por la marca de los equipos principales, específicamente las llenadoras y el área final de empaclado. Esta comienza en el área de preparación del jugo o néctar, que consiste en darle la consistencia necesaria y la incorporación de suplementos, que posteriormente será distribuido el producto a las dos áreas de esterilización denominadas área Cherry Burrell y área Steri Drink. Luego de que el producto es esterilizado, pasa al área de llenadoras y envasadoras las cuales están dispuestas en tres líneas enumeradas de la siguiente manera 51, 52 y 53, luego de realizado el llenado y envasado los jugos son enviados cada cual en sus respectivas líneas al área de empaclado, donde primero son enviados a las pajilleras para el pegado de su pajilla, y luego enviados a las empacadoras donde son colocados los jugos en bandejas de cartón y finalmente son enviados a una emplastificadora que es común a las tres líneas para luego mandar las bandejas de jugo o néctar a la bodega, para ser introducidos al mercado para su venta.

1.1.1 Equipo de llenado y envasado línea 51, 52 Y 53

Las llenadoras se encuentran ubicadas en un cuarto aséptico, el cual consiste en un recinto aislado del resto del área para crear un ambiente estéril mientras se llenan y forman los envases, obteniendo así una producción de envases herméticamente sellados, listos para ser enviados al área de empaquetado, donde se le colocará su pajilla y posteriormente se embandejan y se emplastican.

Las llenadoras incluyen la función de envasado, comenzando con la colocación de rollos de material para el envasado, estos rollos son puestos en la llenadora donde el material de envase es desenrollado y va hacia el baño estéril de la máquina. Peróxido de hidrógeno es aplicado a las superficies del material de envase mientras este pasa por el baño estéril. Pasa por rodillos que doblan el material y paso a paso se forma un tubo. Justo antes del sellado longitudinal, el producto es admitido por medio de una tubería llenadora que se extiende hacia abajo por el centro del tubo. La tubería de llenado se extiende por debajo del nivel de producto, el flujo de producto se regula.

La costura transversal es hecha a intervalos regulares por debajo del nivel del producto. Para poder hacer el sellado transversal, el producto tiene que ser alejado de la zona de sellado. Esto se logra cerrando unas mandíbulas selladoras aplicando presión y luego calor. Las unidades individuales son cortadas de acuerdo a la capacidad de volumen de la máquina. Estas unidades son luego llevadas al plegador final, donde reciben su forma de ladrillo sellando las aletas hacia abajo y hacia el fondo respectivamente.

DATOS TÉCNICOS

LLENADORA LÍNEA 51 Y 52 (figura 1)

Marca: Tetra Pak

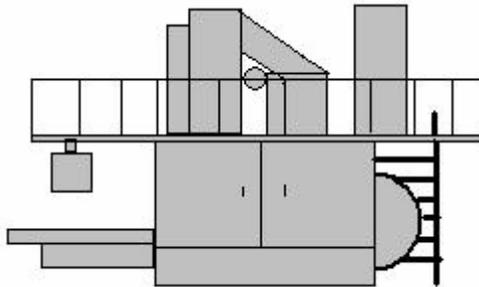
Modelo: TBA

Aceite c/ aditivos EP

Aceite Hidráulico ATF Shell

Conexiones: 380/220V y 50/60 Hz trifásico AC

Figura 1. Llenadoras 51 y 52.



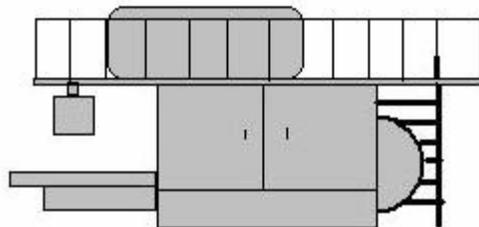
LLENADORA LÍNEA 53 (figura 2)

Marca: Tetra Pak

Aceite c/aditivos EP

Aceite Hidráulico ATF Shell

Figura 2. Llenadoras 53.



A continuación se hace la distribución de las diferentes presentaciones de producto que se trabaja en cada línea.

Línea 51	Línea 52	Línea 53
Fun-c	Fun-c	Junior
Uva, kiwi-fresa, Melocotón, Manzana Piña, Naranja.	Uva, kiwi-fresa, Melocotón, Manzana Piña, Naranja.	Piña, Pera, Melocotón, Manzana, Fruti-ponch, Jugo de Uva.
Kern´s (Néctar)	Kern´s (Néctar)	Pastas
Piña, Pera, Melocotón, Manzana	Piña, Pera, Melocotón, Manzana	Con Cebolla, Con ajo, Natural

Las llenadoras de las líneas 51 y 52 procesan jugos de 250 ml, con una producción de 75 unidades por minuto y la llenadora de la línea 53 produce jugos de 200 ml y tiene la capacidad de producir 130 unidades por minuto, siendo la marca Junior la única producción exclusiva de esta llenadora aunque en la actualidad se esta envasando pasta pero en menor producción.

La llenadora 52 consta de una unidad adicional que controla la viscosidad del producto a utilizar denominado de alta viscosidad. Sin olvidar mencionar que las llenadoras son limpiadas por un sistema de lavado denominado CIP, el cual consiste en una bomba centrífuga, que trabaja con soda y ácido para la limpieza de válvulas y de la llenadora en general.

Las llenadoras son auxiliadas por sistemas de aire comprimido, sistemas de vapor, sistemas eléctricos, sistemas hidráulicos, líneas de suministro de agua fría y caliente. Los sistemas que mencionamos son de gran importancia, siendo el fabricante el que establece los parámetros que se deben de tomar en cuenta para su instalación, que vienen adjuntos en los manuales de instalación.

1.1.2 Unidades pajilleras

Luego de llenado y envasado los jugos son enviados a las pajilleras para que se le adhiera su respectiva pajilla, utilizando para ello un pegamento especial. La pajillera trabaja con sistemas mecánicos, movilizadas por dos motores reductores, siendo el de index y el de la pajillera, el motor reductor de index, solo moviliza la banda transportadora plástica que conduce los jugos hacia ella, y el otro motor reductor simplemente da movilidad a los sistemas mecánicos de la pajillera. También es auxiliado por sistemas neumáticos, que ayudan al sistema de colocación de pajilla, estas consta de un equipo de apoyo que es el que se encarga de la aplicación de pegamento.

Todo el envío se realiza a través de bandas transportadoras plásticas, que conducen los jugos a las pajilleras 51, 52 y 53 luego de ello se transportan los jugos a las empacadoras respectivas. La línea 53 utiliza una pajillera más moderna que las otras dos líneas, esta pajillera no utiliza lubricación. Por lo que presta un servicio más limpio. Las pajilleras 51 y 52 tienen incorporado un sistema de lubricación sencillo.

DATOS TÉCNICOS:

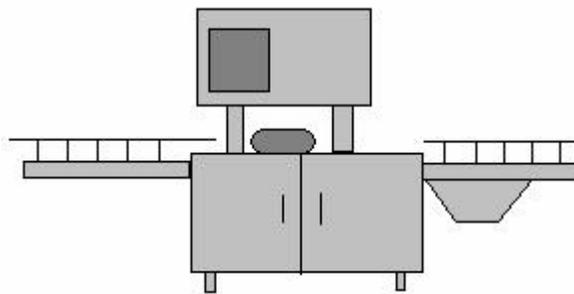
PAJILLERAS 51 y 52

Marca: Tetra Pak

Tipo de Lubricante: Omalla 2-20

Lubricante Hidráulico: ATF Shell

Figura 3. Pajilleras 51 y 52.



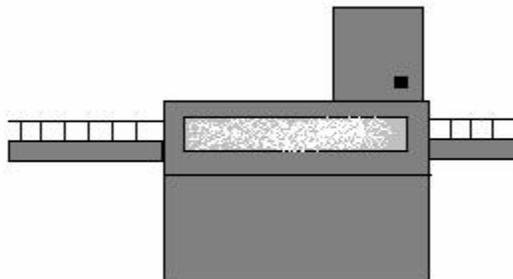
PAJILLERA 53

Marca: Tetra Pak

Tipo de Lubricante: No utiliza

Lubricante Hidráulico: ATF Shell

Figura 4. Pajillera 53.



1.1.3 Unidades de empaçado

Las unidades de empaçado, denominadas empaçadoras, se encuentran ubicadas después de las pajilleras, respectivamente en las líneas 51, 52 y 53, estas tienen la función de colocar los jugos en bandejas de cartón para luego ser enviadas a la emplastadora. Las unidades empaçadoras están comunicadas a las pajilleras por medio de bandas transportadoras, los jugos serán colocados en grupos de 24 unidades por bandeja. Las empaçadoras opera con por varios motores reductores, que se encargan de movilizar los sistemas mecánicos, como el sistema de alimentación de cartón para la elevación del cartón y otro para la colocación del cartón, también se utiliza otro para la banda transportadora que conduce los jugos hacia ella.

La empaçadora utiliza una cadena con dedos que sincroniza la alimentación del cartón, esta es movilizada por otro motor reductor. Se utiliza un sistema de pegado que coloca pegamento en las cuatro esquinas de la bandeja de cartón, mientras se está realizando el pegado del cartón, se introducen los jugos ya ordenados por medio de un alojamiento y guía para agruparlos para ser empujados hacia la bandeja, posteriormente son levantadas las pestañas del cartón para que se adhieran y formen la bandeja, y finalmente se envían a la emplastadora. También cuenta con sistemas neumáticos, que son los que se encargan de movilizar el empujador de jugos en el alojamiento, de dar movimiento a las pistolas de pegamento, de accionar succionadores para jalar la bandeja de cartón y colocarla en la cadena de dedos para ser conducida al sistema de pegado.

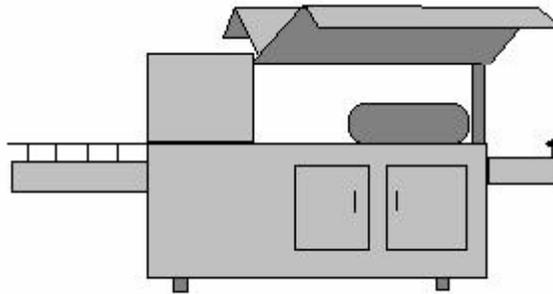
Las empacadoras de la línea 51 y 52 funcionan con los mismos principios debido a que son del mismo modelo, pero la empacadora de la línea 53 es de un modelo más reciente, ya que esta incluye sistemas automáticos más eficientes, y más sistemas neumáticos.

DATOS TÉCNICOS

EMPACADORA

Marca: Tetra Pak

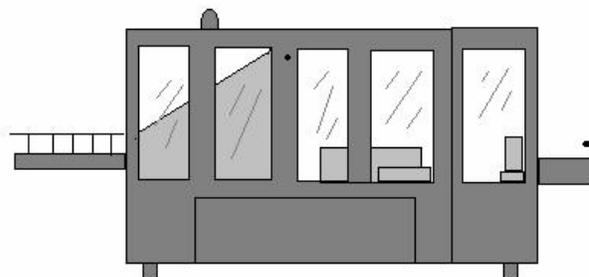
Figura 5. Empacadora 51 y 52.



EMPACADORA 53

Marca: Tetra Pak

Figura 6. Empacadora 53.



Entre las unidades de empackado incluiremos a la emplastadora la cual es la única en el área, en ella entran las bandejas de jugos, las cuales pasan por una sección donde se les envuelve en plástico y es sellado en una especie de bolsa, que luego es introducido al horno a temperatura de 200°F aproximadamente que ocasiona que el plástico se comprima dejando bien sellada la bandeja, que posteriormente es ordenada en tarimas para su almacenamiento. Siendo este la culminación del proceso en el área Tetra Pak.

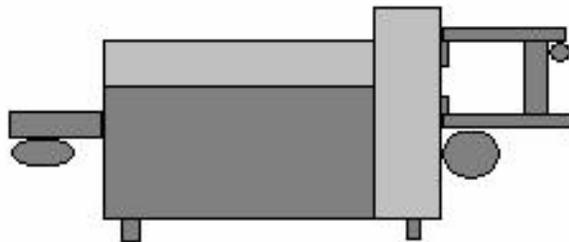
DATOS TÉCNICOS

EMPLASTADORA

Marca: Tetra Pak

Voltaje: 230 / 460 Volt.

Figura 7. Emplastadora.



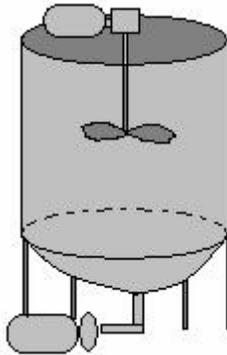
1.1.4 Área de preparación

Esta área es la primera del proceso, comenzado con el bombeo de concentrado de frutas que viene herméticamente cerrado en toneles, el bombeo es efectuado por medio de una bomba de doble diafragma, para ser depositado en el primer tanque de esta área denominado tanque de mezcla como su nombre lo indica, este mezcla el concentrado con agua, hasta lograr la consistencia deseada, el proceso de mezclado dura en promedio 20 minutos.

Luego de ello la mezcla es enviada a una centrífuga separadora de sólidos si se va a trabajar jugo, pero si no entonces se envía directo al siguiente tanque si lo que se va a trabajar es néctar.

Siendo la diferencia entre jugo y néctar, que el jugo está libre de pulpa, y el néctar conserva la pulpa y tiene una consistencia grumosa y más espesa. Luego que se decide que se trabajará, si jugo o néctar la mezcla es enviada al tanque de clarificado en este tanque se le incorporan los diferentes complementos vitamínicos, minerales, ácidos y azúcar. Este proceso de incorporación y mezclado dura un promedio de 20 minutos. Luego de ello es enviada la mezcla a los diferentes tanques de acumulación, los cuales están destinados a las dos áreas de esterilización, donde los tanques "A" y "B" suministran la mezcla al área denominada Cherry Burrell y el tanque restante se encarga de enviar la mezcla al área denominada Steril Drink. La mayoría de los tanques de mezcla se ajustan al siguiente esquema. (Figura 8)

Figura 8. Esquema de tanques de mezcla.



Los tanques de área de preparación están auxiliados para efectuar el mezclado con agitadores, los cuales están conformados por un motor reductor adaptado a él una paleta con un asa al final de la misma. Para el envío de la mezcla se utilizan bombas de desplazamiento positivo, con su respectivo motor. Debido a que se maneja producto alimenticio toda el área esta construida con acero inoxidable, esto incluye los tanques, las tuberías donde se transporta la mezcla de producto, accesorios como llaves de paso, la estructura de las bombas, los agitadores otros.. La duración completa del procesamiento del producto esta entre 50 y 60 minutos. Esto incluye el envío de la mezcla ó producto a los tanques de acumulación.

1.1.5 Área de Cherry Burrell

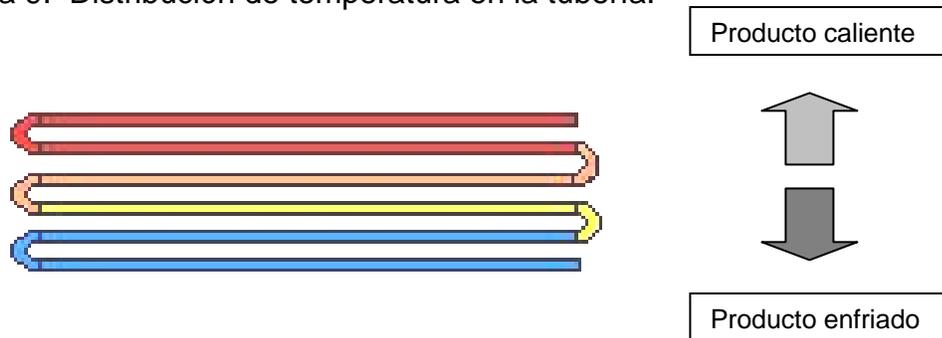
En esta área se efectúa el proceso de esterilización y posteriormente el envío hacia el área de llenado y envasado. El proceso en el área Cherry Burrell comienza con la limpieza de todos sus equipos utilizando un tanque denominado tanque de esterilización, y tiene la función de lavar y esterilizar todos equipos y las tuberías.

Iniciando el proceso con el envío de producto del área de preparación al tanque de acumulación de Cherry Burell este esta compuesto por un agitador, movilizado por un motor reductor, este tanque de acumulación es también denominado tanque de producto, luego de ello el producto es enviado por medio de una bomba centrífuga a un tanque de vacío denominado aeroback , el cual se encarga de someter el producto al vacío para eliminar burbujas de aire que pueda traer de la turbulencia ocasionada por su transportación en las tuberías.

Este tiene una membrana que distribuye el jugo hacia sus paredes, para que caiga con suavidad. Luego de pasar el producto por el tanque aeroback, es enviado al sistema de esterilización, el cual esta compuesto por una serie de tuberías dispuestas como serpentines, y auxiliado por un intercambiador de calor y una bomba de agua caliente, lo que hace es calentar el producto a cierta temperatura por medio de agua caliente para eliminar bacterias y luego se baja la temperatura por medio de agua fría, el proceso actúa con el principio básico de la pasteurización.

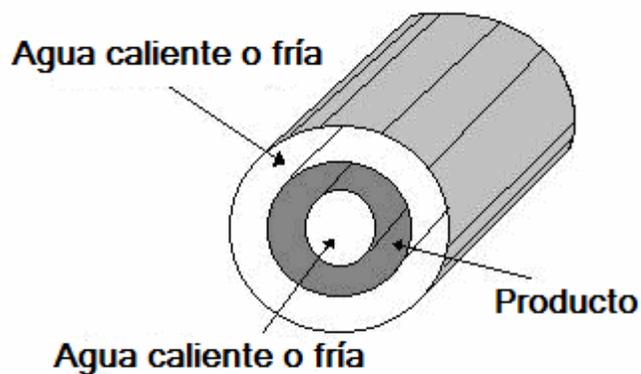
Como se indica en la figura No. 9 el producto es elevado a 120°C en la parte superior de la tubería y posteriormente se va enfriando hasta una temperatura de 25°C mientras va circulando hacia la parte inferior de la tubería.

Figura 9. Distribución de temperatura en la tubería.



La tubería del serpentín esta compuesta por 2 tuberías interiores para separar el producto, de las tuberías que llevaran agua caliente o agua fría, dispuestas de la siguiente manera mostrada en la figura 10. Es necesario para la esterilización separar el producto, para que pueda tener más superficie de contacto con las otras secciones de la tubería y pueda tener mayor área de transferencia de calor, cuando sea necesario elevar su temperatura y posteriormente disminuirla.

Figura10. Estructura de tubería área Cherry Burrell.



En esta área al igual que la de preparación es auxiliado por motores eléctricos, reductores, bombas de desplazamiento positivo, bombas de velocidades, bombas cip, bomba de vacío, válvulas electro-neumáticas, válvulas neumáticas, y como se trata de proceso alimenticio todo elemento que tenga contacto con el producto, es de acero inoxidable, esto incluye las tuberías, los tanques, válvulas en general, llaves, otros. Luego de terminar el proceso de esterilización del producto, este es enviado al área de las llenadoras.

1.1.6 Área de Steri Drink

Esta área como su nombre lo indica es la otra área de esterilización del producto, en este caso es la esterilización del jugo o néctar. El área esta compuesto por varios elementos como intercambiador de calor, tanques de balance y tanques de vacío denominados aeroback o deareador, válvulas neumáticas y/o electro-neumáticas, bombas centrífugas, bombas de vacío y un sistema de esterilizado entre otros, esta área tiene el mismo objetivo que el área de Cherry Burrell, la diferencia es que esta área es más tecnificada, porque cuenta con equipos más modernos y más eficientes. Describiremos a continuación algunos de los elementos de equipo que conforman el área.

INTERCAMBIADOR DE CALOR

El intercambiador de calor se emplea para calentar / refrigerar el producto utilizando agua fría o caliente.

El intercambiador de calor se ofrece en dos versiones distintas:

- Intercambiador de calor de placas (PHE)
- Spiraflo (intercambiador de calor tubular, THE)

En un PHE las placas se agrupan por paquetes y se sujetan en un bastidor cada par de placas adyacentes formando un canal de paso, con el agua helada y el agua caliente circulando en canales alternativos. Dos o más secciones independientes pueden alojarse en el mismo bastidor.

En un spiraflo, dos o más tubos están rodeados para una carcasa cilíndrica. Normalmente, por los tubos circula el producto mientras, que por el anillo va formando entre la superficie interna de la carcasa y la superficie externa de los tubos circula el medio de calentamiento / enfriamiento. (Figura 11)

Figura 11. Intercambiador de Calor PHE.



TANQUE DE BALANCE

El tanque de balance se utiliza para mantener constante el nivel de líquido de entrada. Un flotador en el interior de tanque regula la válvula de admisión.

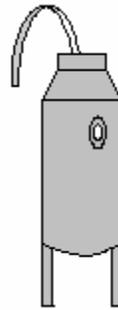
- Nivel bajo: se abre la válvula de admisión.
- Nivel alto: se cierra la válvula de admisión.

AEROBACK (DEAREADOR)

Se emplea para extraer gases y aire del producto, como es en el caso del tanque aeroback del área Cherry Burrell (figura 12), para que luego se introduzca en la zona de calentamiento final de los intercambiadores de calor.

Utiliza una bomba de vacío para someter el producto a presiones bajas, para empujar el aire para que suba y se dispone el producto para que caiga en forma suave a través de las paredes y no cause más turbulencia.

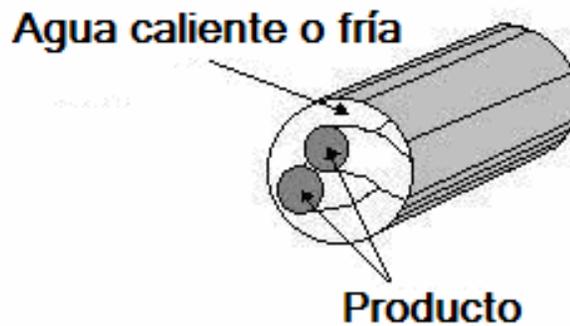
Figura 12. Tanque Aeroback área Cherry Burrell.



SISTEMA DE ESTERILIZADO

El sistema de esterilizado consiste en dos tuberías enrolladas de acero inoxidable (figura 13), dispuestas dentro de la tubería principal, en el tubo interior circula el producto, en este caso circulará jugo o néctar, y en el otro tubo circulará agua caliente o agua fría, el proceso consiste en calentar el producto entre 110 y 115°C y luego se procede abruptamente a bajar la temperatura entre 20°C y 25°C.

Figura 13. Estructura de tubería Cherry Burrell.



El sistema de esterilizado (figura 14) está diseñado para el tratamiento térmico de zumo (jugo natural) y otros productos de alta acidez. El producto está expuesto a un breve período de intenso calentamiento y enfriamiento para desactivar enzimas y matar microorganismos no deseados, por ejemplo, levadura y moho. Dado que el tratamiento se lleva a cabo en un sistema cerrado, se evita la reinfeción.

Temperaturas entre 80 y 115°C durante períodos de 5 a 60 segundos son suficientes para productos de alta acidez ya que las esporas bacterianas que sobreviven este tratamiento de tiempo breve de alta temperatura no pueden desarrollarse en el entorno ácido del zumo. Si el pH del producto está cerca del 4,5 es posible que deba tratarse el producto a una temperatura de hasta 121°C.

Figura 14. Sistema de esterilización área Steri Drink.



1.1.7 Descripción del Departamento de Mantenimiento

El Departamento de Mantenimiento desempeña sus labores para coordinar la demanda de mantenimiento y los recursos disponibles para que alcance un nivel deseado de eficiencia y eficacia.

Para mantener un sistema eficaz de operación y control se trata de incorporar las siguientes características:

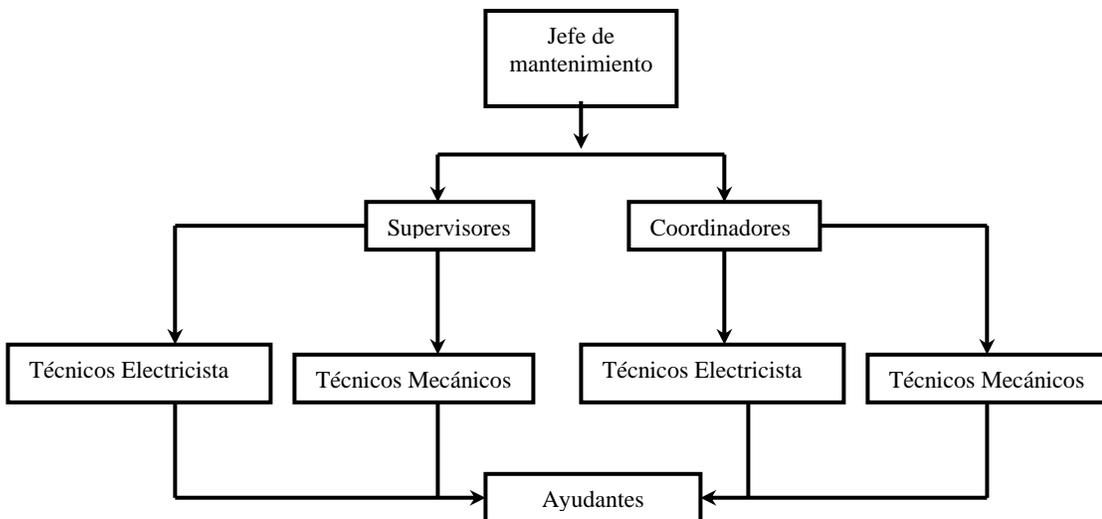
1. Demanda de mantenimiento (es decir, que trabajo debe hacerse y cuando).
2. Recursos de mantenimiento (es decir, quien hará el trabajo y que materiales y herramientas se necesitan).
3. Procedimientos y medios para coordinar, programar, despachar y ejecutar el trabajo.
4. Normas de rendimiento y calidad (es decir, cuanto tiempo se requerirá para hacer los trabajos y las especificaciones aceptables).
5. Retroalimentación monitoreo y control (es decir, el sistema debe generar información y reportes para el control de costos de calidad y condición de la planta, de igual manera es esencial acondicionar un mecanismo de recopilación de datos y un seguimiento regular para la retroalimentación y el control).

El Departamento funciona mediante un sistema de órdenes de trabajo, el cual es un vehículo para planear y controlar el trabajo de mantenimiento.

Generando la información necesaria para vigilar e informar sobre el trabajo de mantenimiento.

Para desempeñar con mayor eficacia y eficiencia como ya se ha mencionado, el departamento ha dividido sus tareas en dos categorías que son: el área de mantenimiento eléctrico y el área de mantenimiento mecánico. Distribuyendo así cada trabajo según la necesidad o la combinación de ambos. Donde cada área maneja sus órdenes de trabajo con el mismo criterio, pero con sus respectivas variantes de aplicación pero en este caso nos enfocaremos más en el área mantenimiento mecánico. Haciendo la observación que cada área tiene su personal respectivo. El Departamento de Mantenimiento se encuentra organizado a manera de establecer una estructura sólida para llenar de una mejor forma las necesidades de una planta para que se le dé seguimiento adecuado a las mismas. Presentando la siguiente estructura en la figura 15.

Figura 15. Estructura del Departamento de Mantenimiento



Fuente: Alimentos Kern de Guatemala S.A. **Departamento de Mantenimiento.**

A groso modo el Departamento de Mantenimiento actúa con una serie de órdenes de trabajo para contrarrestar las diferentes fallas que se puedan suscitar. Comenzando por la detección de la falla a través del personal operario que se encuentra diariamente trabajando con la maquinaria.

El personal operario hace el informe al encargado de mantenimiento del turno respectivo, cuando nos referimos al encargado de mantenimiento, se refiere al coordinador de mantenimiento que se encuentre en turno, luego de ello el coordinador procederá a verificar la causa del problema y asignará al personal necesario, ya sea este un problema mecánico, y si el problema es del tipo eléctrico, se procederá a comunicarlo al departamento de supervisores.

En el área de Tetra Pak los empleados técnicos estas altamente capacitados, debido a que esta es el área más tecnificada en toda la planta, es por ello que el personal técnicos resuelven las necesidades de mantenimiento del área, ya sea de índole mecánico y eléctrico. Y siempre se encuentran dirigidos y apoyados por el Coordinador de Mantenimiento que se encuentre en turno.

1.1.8 Desglose del equipo

El desglose del equipo, es una de las primeras actividades que se deben de realizar para comenzar a conocer el equipo. El desglose bien estructurado

nos servirá también para la iniciación del codificado del equipo, daremos una serie de recomendaciones de cómo podremos comenzar a trabajar en una línea grande de producción.

Uno de los criterios que debemos de recordar es que si tenemos una secuencia de procesos bien marcada en nuestra línea de producción, entonces podemos utilizarla para poder desglosar nuestros equipos, dándole también la misma secuencia. Por ejemplo, tenemos una línea de lavado de frijol, esta lavadora tiene varias etapas, como el sistema de alimentación de frijol, el sistema de alimentación de agua, sistema de selección, sistema de limpieza, sistema de lavado, sistema de zarandeo, sistema de envío del frijol ya limpio.

Entonces al tener claro cuales son los diferentes sistemas de proceso que actúan en nuestra lavadora, podemos utilizar la misma, para desglosar los sistemas en los componentes más pequeños y que son auxiliares de los sistemas, como por ejemplo el sistema de alimentación de frijol, lo podemos desglosar en sus elementos auxiliares como, tolva de alimentación, soplador para envío, motor de soplador de envío, tubería de envío, otros.. Este podría ser un buen criterio de desglose, ya que si tenemos muchos elementos auxiliares iguales o parecidos los podemos ubicar si le colocamos la descripción de donde pertenecen y si es posible que función desempeña.

CODIFICACIÓN DEL EQUIPO:

Una de los mejores criterios de codificación es aquel que no lleva mucha complejidad en su estructura, o es decir que es más sencilla de entender, pero diseñada de tal forma que el mismo código por sí mismo aporte información básica sobre el equipo que identifica. Entonces a continuación presentamos una forma sencilla que se utilizan varias empresas.

El código consta de tres apartados, como se muestra a continuación,

AAA-BBB-CCCC

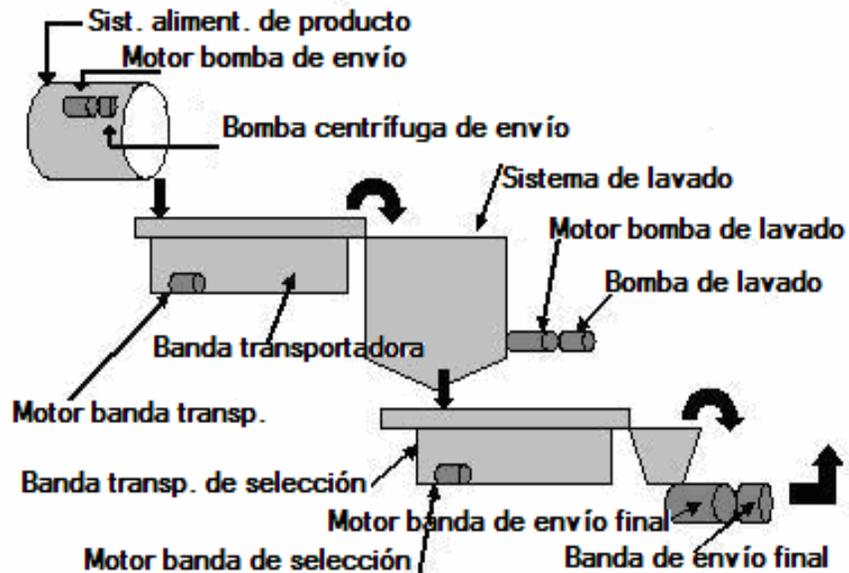
AAA: Especifica el código del área o sección del proceso donde se ubica el equipo, o bien puede ser el código de una línea de producción, ya que si la empresa trabaja con varios productos deberá de distinguirlas unas de otras.

BBB: Identifica la clase de equipo de que se trata, en esta se pueden incluir sistemas grandes o simplemente elementos auxiliares para un mecanismo más complejo, como por ejemplo, un motor eléctrico.

CCCC: Este indica el correlativo del equipo de su misma clase, o sea que este lleva el conteo de cuantos elementos hay con respecto a una línea de producción o con respecto a toda la planta.

A continuación daremos un ejemplo de la utilización del criterio anteriormente descrito. Se presenta un sistema de lavado y de cómo podría estar estructurado (figura 16).

Figura 16. Estructura del sistema de lavado.



Tenemos un sistema de lavado de frijol, y se tomará en cuenta el criterio de desglose según se realice el proceso, agrupándolo en sistemas más complejos, y luego por elementos auxiliares de cada sistema que se halla identificado, se puede apreciar que se tienen varios sistemas de proceso, como el sistema de alimentación de producto, luego el sistema de lavado, y luego el sistema de selección, estos son los más enmarcados, pero tenemos otros como las bandas transportadoras, y la bomba de envío final que bien podría ser denominada como un sistema de envío.

Luego de tener clasificados los sistemas, podemos ver cuales son los elementos auxiliares. En el caso del sistema de alimentación de producto, tiene una bomba centrífuga de envío, un motor eléctrico, y el tanque o tolva de abastecimiento de producto. Entonces de esta manera se presentará el

desglose y posteriormente la codificación. Muchas veces se tendrá que tomar en cuenta los criterios de localización de equipos con que cuenta la empresa.

Entonces se procederá a desarrollar un desglose y codificación para el siguiente ejemplo de sistema de lavado para frijol. Muchas veces la descripción de lo que realiza un equipo, es el nombre más efectivo para su localización, por ejemplo en la figura 16 (del sistema de lavado) hay motores eléctricos que son llamados según la función que estén desarrollando, como un motor que este dando tracción a una banda transportadora, le podemos asignar como nombre, “motor de banda transportadora” y podemos añadir a que sistema al que este pertenece, el cual podría ser el sistema de selección del frijol, entonces el nombre podría quedar de la siguiente manera, motor de banda transportadora de selección , quedando el desglose como se muestra en el siguiente listado.

Línea de lavado de frijol

Sistema:

Sistema de alimentación de frijol

Componentes:

Tanque de abastecimiento

Bomba centrífuga de envío

Motor eléctrico para bomba de envío

Sistema:

Transportadora de envío a sistema de lavado

Componentes:

Banda transportadora

Motor eléctrico para banda transportadora

Sistema:

Sistema de lavado

Componentes:

Tanque de lavado

Bomba de lavado

Motor eléctrico de bomba de lavado

Sistema:

Sistema de selección

Componentes:

Banda transportadora de selección

Motor eléctrico de banda de selección

Sistema:

Sistema de envío final

Componentes:

Bomba de centrífuga de envío

Motor eléctrico de bomba centrífuga de envío

Ahora se proseguirá a la codificación, ya se mencionó que el primer apartado nos dirá a que línea de producción pertenece el elemento, en este caso se pueden asignar letras o números, entonces el sistema de lavado se encuentra en el área de frijol se puede denominar como " FJ " aquí se coloca una abreviación fácil de ubicar es la palabra frijol. Luego se tiene el segundo apartado que identifica los diferentes equipos, en este caso se puede asignar por ejemplo "MT " a los motores o un número " 718 " realmente se puede utilizar cualquiera de los dos pero en este caso se utilizará números para las respectivas identificaciones. Y por último se tiene el apartado de los correlativos, el cual es simplemente un contador de los diferentes elementos que se tienen. En este caso el sistema de lavado de frijol tiene 5 motores, entonces si les asigna código quedaría de la siguiente manera:

FJ-718-0001	Motor eléctrico para bomba de envío sistema de alimentación
FJ-718-0002	Motor eléctrico para banda transportadora a sistema de lavado
FJ-718-0003	Motor eléctrico de bomba de lavado de sistema de lavado
FJ-718-0004	Motor eléctrico de banda transportadora de selección
FJ-718-0005	Motor eléctrico de bomba de envío final

De aquí en adelante se puede tener ya el listado de equipo y se puede adjuntarle su respectivo código y saber cuantos motores se tienen con el simple hecho de ver cual es el último número del correlativo o sea el apartado tres. Es algo simple de ver, pero si se toma en cuenta que con estos códigos se tendrá acceso a una mayor información de los elementos que se desean consultar, observaremos que es importante no cometer errores.

Entonces si sumamos todas las líneas que existen y todos los elementos que en ella contribuyen, se verá que son muchos, y la simpleza del código jugará un papel importante. En si la codificación adecuada de los equipos puede facilitar la búsqueda de los elementos en toda la planta.

1.1.9 Diagnóstico inicial del área Tetra Pak

El área Tetra Pak tiene sus inicios en el año de 1989, para ser más exactos un 20 de diciembre, se comienza con el montaje del área de preparación, el área de esterilización Cherry Burrell, llenadora y pajillera, asignándole como referencia el nombre de línea 51. Con éxito se logra un 28 de enero de 1990 la puesta en marcha de la línea 51 completa, aunque

trabajando la parte del encajado a mano, generando en promedio 1600 unidades por hora.

Luego en el año de 1992 se completa la línea 52 con la empacadora, pajillera y emplastadora, también se incorporan la empacadora para la línea 51, agilizando así notoriamente la producción, utilizando en común la emplastadora. Desde los comienzos de la línea 51 se ha trabajado jugo bajo la marca Fun-c, en el arranque de la línea 52 se comenzó la producción de néctares en sus diferentes marcas y sabores, en ese entonces se utilizaba un equipo denominado Pull Tab, o mejor conocido como el sistema “abre fácil” que se utilizaba para la presentación de mezclas y jugo de naranja. Pero se dejó de utilizar el sistema abre fácil.

En el año 2002, se instala la línea de producción 53, siendo unos de los equipos más actualizados en cuanto a empaques asépticos, esta línea se instala completamente, haciendo uso siempre de la emplastadora en común con las tres líneas. Produciendo la nueva presentación de Junior, Ducal, y Kern.

Los comienzos de los programas de mantenimiento para el área Tetra Pak datan desde hace 15 años en promedio donde la proveedora de esta marca de equipos, realiza una serie de programas de mantenimiento denominadas de proveedor, el cual se encarga de desarrollar rutinas según horómetros los cuales son realizados por personal debidamente capacitado por parte de la empresa Tetra Pak. También la empresa proveedora Tetra Pak envía al Departamento de Mantenimiento una serie de ordenes de trabajo, denominadas para el cliente en este caso es Kern. Estas órdenes son

específicamente para cada equipo y son realizadas por el personal técnico de la empresa.

El Departamento de Mantenimiento del área Tetra Pak, se encarga de realizar las composturas necesarias que vaya solicitando el equipo cuando se esta en producción, y también con el paso del tiempo se ha venido generando programas de mantenimiento preventivo en toda el área, para sustentar y actualizar los que son emitidos por la empresa proveedora, esta área cuenta con sus un personal fijo, consta de un grupo de técnicos muy bien capacitados, debido a que toda el área es muy moderna y tecnificada, en el que se debe de tener un amplio conocimiento sobre electrónica y mecánica conjuntamente.

Se procederá a trabajar los equipos auxiliares, como motores eléctricos, cajas reductoras, paneles de control, bombas en general, válvulas, bandas transportadoras, tuberías en general entre otros. En los que se efectuará un plan de mantenimiento más detallado y ordenado para mejorar el que ya existe. Se pudo encontrar en archivos de los años 98-99 que las eficiencias de las tres líneas se encuentran entre los 88% y 96.5%. Por lo que podemos apreciar que desde los comienzos se ha venido tomando en cuenta los criterios de prevención, pero como todo cambia, no es extraño que se desee mejorar lo existente y actualizar la documentación de nuevos equipos que es han venido adaptando.

Por lo que se puede ver es que se ha dado mucho énfasis en la realización de estas actividades de prevención, en algunos equipos no han

tenido variante desde sus inicios hasta la fecha, solo podemos referirnos que han variado algunos equipos, ya que se han instalado sistemas auxiliares nuevos, y se han dejado de utilizar otros como el sistema de “abre fácil” el cual generaba algunos contratiempos, pero en general siempre se han realizado los programas que se pre-establecieron en sus inicios.

Podemos concluir brevemente que la eficiencia del área Tetra Pak se ha mantenido entre los parámetros de 79-95 %. El cual se encuentra bien controlado por los diferentes departamentos que se encuentran involucrados, hablando ya sea de producción y de mantenimiento. Siendo una de las líneas mejor cuidadas por parte de su personal técnico y por ello siempre mantienen altos porcentajes de eficiencia.

2. FASE TÉCNICA-PROFESIONAL

Es en esta área donde se realiza toda la concentración los criterios técnicos recopilados en el campo, tras investigaciones, conocimientos empíricos por parte de técnicos y personal involucrado, criterios basados en observaciones personales.

Podemos comenzar con la aplicación de los conceptos y datos adquiridos para su utilización, tal como los principios de administración del mantenimiento, el cual nos da los parámetros de arranque para la creación de

herramientas para lo que deseamos realizar que llene los requerimientos de nuestros equipos o mejor dicho en general de nuestro departamento de mantenimiento.

El conocimiento de las funciones que un Departamento debe de desempeñar, el reconocimiento de la carga de trabajo, el análisis de cuanta capacidad tiene el personal, las herramientas con que se cuenta para la puesta en marcha del plan de mantenimiento preventivo, los conceptos básicos que abarca un mantenimiento preventivo entre otros, son las bases que podemos extraer de antiguos archivos, bitácoras o consultas entre personal de diferentes jerarquías de mando.

Se recalca entonces que la debida información facilitará el arranque del proyecto, tener claro que mantenimiento preventivo son todas aquellas rutinas que nos permitirán preveer alguna falla grave en un futuro, o que son todas aquellas rutinas que mantienen los equipos en optimas condiciones, o simplemente decir, que una apropiada lubricación es la mera esencia del mantenimiento preventivo, entonces podemos proveernos de armas para un estudio a conciencia de los equipos en los cuales debemos de implementar las actividades de mantenimiento preventivo.

El conocer que tipo de carga de mantenimiento es solicitado por parte del departamento, se puede clasificar y ordenar el personal con rutinas preestablecidas y bien cronometradas para evitar gastos innecesarios, la definición de ordenes de trabajo, inspecciones con equipos parados o en

marcha son una buena base para el seguimiento y análisis del estado y demanda de mantenimiento de un equipo.

Averiguar cuales son los servicios o equipos que existen en el mercado para la realización de inspecciones más eficientes, pueden dar un mejor margen de economía, debido a que se puede realizar inspecciones profundas sin detener los equipos, o sea eliminar tiempos muertos de los equipos. En el mercado existen equipos, como sistemas para medir vibraciones, equipos infrarrojos para determinar perdidas de potencia traducidas en calor, que bien pueden ayudar en gran manera a la detección de fallas que al simple ojo humano no serian detectadas.

Un buen régimen de inspecciones, son el comienzo de la realización del material para el plan de mantenimiento, como la toma de datos técnicos, para la realización de fichas técnicas, luego de ello la codificación de los equipos y posteriormente toda la información recaudada por las inspecciones realizadas, y análisis de funcionamiento de los equipos se podrá realizar las rutinas o rutas de mantenimiento, y determinar los ciclos de realización y posteriormente programarlos y generar lo que conoceremos como cronogramas. Todos estos conceptos unidos ayudarán a la estructuración más formal de un plan de mantenimiento preventivo, y claro, posteriormente su implementación.

2.1 Conceptos generales

Un buen criterio para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo, bien puede tomar base en la conceptualización de todos los términos que son utilizados en un lenguaje simple y práctico en un departamento de mantenimiento. Por lo que la debida información de todos los conceptos y sus definiciones que en una empresa se manejan son de gran importancia para luego poder realizar un compendio de definiciones y actualizar y mejorar los ya existentes.

2.1.2 Principios de la administración de mantenimiento

El mantenimiento efectivo no sucede por accidente. Existen varios principios básicos de administración del mantenimiento que deben seguirse si una organización quiere lograr su misión.

LA MISIÓN DEL MANTENIMIENTO

La misión básica del mantenimiento es la de proporcionar la utilización óptima de la mano de obra, materiales, dinero y equipamiento. Esto se logra a través de lo siguiente:

- Garantizar la disponibilidad ilimitada de instalaciones y equipos.
- Preservar las inversiones de capital.
- Crear una confiabilidad absoluta en las instalaciones y en los equipos.
- Asegurar que el proceso opere dentro de control estadístico.
- Reparar y restaurar la capacidad productiva que se haya deteriorado.
- Reemplazar o reconstruir la capacidad productiva agotada.

FUNCIONES FUNDAMENTALES DE LA ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO

Para lograr la misión de la organización de mantenimiento, se han establecido las siguientes funciones básicas:

- Organización
- Identificación de las cargas de trabajo
- Control del trabajo
- Planeación del trabajo
- Programación del trabajo
- Ejecución del trabajo
- Valoración del trabajo

CONCEPTOS CLAVE

Varias ideas administrativas proporcionan las bases para una administración efectiva del mantenimiento. Dichas ideas son:

- Un requisito fundamental la óptima utilización de los fondos.
- La clave para el uso de los fondos es la aplicación de un sistema formal de administración de mantenimiento.
- La responsabilidad de mantenimiento recae en el Ingeniero de mantenimiento.
- La actitud y capacidad administrativa de los Ingenieros de mantenimiento son factores críticos en la efectividad del mantenimiento.

- Las técnicas de planeación y control orientadas hacia la acción son ingredientes necesarios para la administración diaria.
- La planeación es el proceso continuo de equilibrar los recursos de mano de obra, materiales, dinero y equipamiento, con las necesidades de la instalación.
- Deberán ponderarse constantemente las necesidades de mantenimiento contra la misión completa de la planta.
- Un control efectivo de la administración de mantenimiento exige que se establezcan metas realistas de cumplimiento, poner atención a las variaciones significativas y tomar acciones correctivas inmediatas.
- Los reportes administrativos precisos y puntuales son esenciales para la administración de mantenimiento.

PROPÓSITO DE LA ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO

Los propósitos de la administración de mantenimiento son los siguientes:

- Realizar un mantenimiento programado en lugar de esperar a que falle la maquinaria.
- Proporcionar un control efectivo de los recursos de mantenimiento.
- Proporcionar un nivel adecuado de mantenimiento.
- Iniciar una acción correctiva proactiva en lugar de reactiva.
- Releva al coordinador de mantenimiento de las tareas administrativas diarias que interfieran con el liderazgo del equipo de trabajo.
- Correlacionar los recursos de mantenimiento con la carga de trabajo.

- Proporcionar un método de valorar la diferencia entre el costo real de un trabajo y lo que debería costar.
- Proporcionar la información detallada necesaria para identificar las áreas problema que necesiten atención específica.

BENEFICIOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO

Los beneficios de una administración de mantenimiento exitosa han sido probados en muchas ocasiones. La mayoría de los siguientes beneficios pueden obtenerse en un periodo corto; otros se realizarán al final.

- Obtención económica de la duración de vida anticipada de las instalaciones y de los equipos.
- Mejorar la confiabilidad y disponibilidad los equipos y servicios.
- Mejorar el espíritu de trabajo del personal de mantenimiento.
- Incrementar la productividad de los trabajadores de mantenimiento.
- Disminuir la necesidad de inversión de capital, utilizando las instalaciones y equipos existentes hasta su máxima expectativa de vida.
- Crear datos técnicos que permitan mejorar las instalaciones, maquinarias y materiales.
- Disponibilidad de datos que apoyen los requisitos del presupuesto.

2.1.2 Clasificación de los trabajos de mantenimiento

La clasificación del trabajo es un procedimiento que canaliza y prescribe el procedimiento de cada tipo de trabajo de mantenimiento. Los factores que determinan la adecuada clasificación del trabajo son: el tipo de fondos implicados, la duración del trabajo, la urgencia del mismo, la naturaleza repetitiva del trabajo, el propósito del trabajo y el tipo de cliente. Las seis categorías de trabajo son:

TRABAJOS DE EMERGENCIA

En esta categoría, el trabajo implica el trabajo de seguridad crítica donde la vida o las extremidades del empleado están en peligro. Además, los trabajos de emergencia son necesarios cuando exista una falla en el proceso o en los equipos que ocasione la disminución o pérdida de la calidad del producto.

El trabajo de emergencia puede iniciarse con una orden verbal; sin embargo, cuando el tiempo lo permita, deberá enviarse la orden de trabajo por escrito. Este trabajo deberá considerarse como correctivo.

TRABAJO DE SERVICIO

El trabajo de servicio es el que se realiza durante los periodos de operación. El trabajo de servicio se solicita por escrito y no deberá exceder las limitaciones económicas que la función de control del trabajo este autorizada a aprobar.

TRABAJO DE RUTINA

El trabajo de rutina incluye todo el trabajo que por su naturaleza sea muy repetitivo y, en el cual, los costos acumulados se necesiten para un periodo dado. Algunos ejemplos del trabajo de rutina son los de conserjería, las revisiones de la maquinaria y equipo, las revisiones de los extintores de fuego, el cambio programado de lámparas y los quehaceres de rutina.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El trabajo de mantenimiento preventivo es la programación periódica de inspecciones, lubricación, ajustes menores y reparaciones menores de equipos dinámicos. Para mantener la programación, no se incluyen los trabajos de reparación que excedan cierto tiempo predeterminado, por ejemplo, 20 minutos.

TRABAJO DE PROYECTO

El trabajo de proyecto consiste en modificar o aumentar las instalaciones o equipos. Por lo general, este trabajo, generado por requisitos funcionales o regulatorios, se diferencia del trabajo de reparación y mantenimiento.

TRABAJO CORRECTIVO

Con el fin de facilitar un control máximo a un costo mínimo, el trabajo correctivo se divide en dos subcategorías, trabajo menor y trabajo mayor. Menor será aquel que no incluye la renovación de piezas sino que posiblemente la restauración de la pieza, y mayor será aquel que conlleva un cambio de piezas ya destruidas sin tener la opción de compostura.

2.1.3 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen en, o se restaura a un estado en el que puede realizar sus funciones designadas. Las inconsistencias en la operación de los equipos puede afectar directamente en la variabilidad del producto y en consecuencia, ocasionará una producción defectuosa. Es por ello que se debe mantener el equipo funcionando según sus especificaciones, para ello es importante aplicar oportunamente las actividades concernientes al mantenimiento preventivo en el mejor de los casos.

Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo común. Es por ello que el mantenimiento es considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción. El anexo1 muestra un diagrama de las relaciones entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento.

Recordando que los sistemas de producción generalmente se ocupan de convertir entradas o insumos, como materias primas, mano de obra y procesos, en productos que satisfacen las necesidades de los clientes. Una segunda salida sería el fallo de un equipo, ya que esta segunda salida genera una demanda de mantenimiento. Entonces el sistema de mantenimiento toma esta segunda salida como una entrada y le agrega conocimiento técnico, mano de obra, refacciones, y produce un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción.

Se hace mención de las metas generales de los sistemas de producción, para hacer notar que los sistemas de mantenimiento también contribuyen al logro de estas metas, al incrementar las utilidades y la satisfacción del cliente. Ésta se logra mediante la reducción de los tiempos muertos de la planta, línea de producción o equipo, mejorando también la calidad, incrementando la productividad y entregando oportunamente los pedidos a los clientes.

Un sistema de mantenimiento puede verse como un modelo simple de entrada-salida. Las entradas de dicho modelo son manos de obra, administración, herramientas, repuestos, equipos, otros., y la salida es el equipo funcionando, confiabilidad y una buena operación planeada de la planta.

Esto nos permite optimizar los recursos para aumentar la salida de un sistema de mantenimiento. El anexo 2 presenta el siguiente diagrama propuesto de un sistema de entrada-salida de mantenimiento. Entonces podemos decir que el mantenimiento preventivo es un sistema de previsión de fallas que, por medio de inspecciones calendarizadas, controladas y previstas, reduce al mínimo el tiempo perdido por falla y avería como la correspondencia económica para la empresa.

Se ha dicho que el mantenimiento tiene por misión conocer el estado actual de todos los equipos, por lo que programar los servicios y reparaciones de las partes más susceptibles a fallas en el momento más oportuno, cayendo de nuevo en la importancia de las inspecciones rutinarias bien planificadas y bien documentadas, para ello existe una bitácora en el cual se anotan los fallos que se suscitaron en los turnos respectivos, donde los técnicos de área Tetra Pak, anotan cuanto tiempo duro la reparación y anotan si se detuvo la producción, esto es utilizado para saber cual fue la eficiencia de la máquina.

De este modo se llegan a detectar las irregularidades antes de que produzcan un desperfecto o falla que llegue a detener la máquina. Las actividades que se realizan como mantenimiento preventivo son las siguientes: visitas, inspecciones, limpieza, lubricación, ajustes y reparaciones rápidas con máquina en marcha y con máquina parada.

VISITAS

Las visitas a los equipos son aquellas revisiones de maquinaria que se realizan con mayor frecuencia. Para realizarlas no se requiere de mayor tiempo

o de mucha herramienta y en algunos casos nos valemos de equipos que nos facilitan el trabajo, en principio se requiere de los cinco sentidos propios del ser humano. Durante las visitas no se desarman las máquinas, sino únicamente se quitan las cubiertas que sean necesarias, para permitir el acceso a las partes. Se puede clasificar como visita a los chequeos que se realizan con aparatos infrarrojos.

ACERCA DE LA TERMOGRAFÍA

Termografía es el uso de una cámara infrarroja para captar la energía térmica emitida por un objeto. La energía infrarroja es un rango de luz que no es visible debido a que la longitud de onda que es demasiado extensa para ser detectada por el ojo humano. Todo aquello por encima de la temperatura del cero absoluto emite calor.

Una cámara de termografía infrarroja (figura 17), detecta la energía infrarroja (calor) del cuerpo y convierte esto en una señal electrónica, la cual es procesada para producir una imagen digital y realiza el cambio de temperatura. Capta el calor por la cámara, cuantificando o midiendo el mismo en una forma precisa, permitiendo no solo realizar monitoreo térmico sino también permite evaluar la severidad relativa de los problemas.

Figura 17. Cámaras infrarrojas.



ThermoCam E2

ThermoCam P60

Fuente: Catálogos revista de Tecnología de Mantenimiento.

En junio del 2001, la revista de Tecnología de Mantenimiento, reporta el retorno de US\$ 4 sobre la inversión de US\$ 1 gastado en inspección de IR (infrarrojo). Encontrar un problema por ejemplo en una conexión eléctrica antes de la falla, puede ahorrarle grandes costos asociados con una parada de producción, pérdida de producción, pérdida de poder, incendios y fallas catastróficas.

¿Cuánto cuesta la pérdida de energía? Si para el funcionamiento de una empresa se requiere de 4160 voltios con una carga de 2000 amperios durante 40 horas a la semana.

Vamos a suponer que el bus de alimentación tiene una conexión floja con una resistencia eléctrica de 0.05 ohmios. Este problema en la conexión estaría desperdiciando 200,000 watts.

$$\begin{aligned} \text{Corriente} \quad X \quad \text{Resistencia} &= \text{Potencia} \\ 2000 \text{ amp} \quad X \quad 0.05 \text{ ohm} &= 200,000 \text{ watts} \end{aligned}$$

Por lo que sí suponemos que la electricidad cuesta Q 0.80 / kWh, el incremento en el gasto por esta falla será de Q 160 por hora.

$$200 \text{ kW} \quad X \quad Q 0.80 / \text{kWh} \quad = \quad Q 160 \quad / \text{hr}$$

Si la empresa está en operación 40 hr / semana por 50 semanas al año, entonces el recibo de pago se incrementa en Q 320,000 sólo por esta conexión floja en el bus.

$$Q 160 / \text{hr} \times 40 \text{ hr} \times 50 \text{ semanas} = Q 320,000 \text{ más impuestos} / \text{año}$$

En si la cámara infrarroja indica la temperatura del equipo, utilizando una gama de colores para ello, generalmente un motor eléctrico se considera que se encuentra en un parámetro normal si no excede los 50°C y si este se sobrepasara, se podrá apreciar en la cámara el lugar que esta generando tanto calor, casi siempre se traduce en problemas con los ejes o con los cojinetes.

Entonces se podrá apreciar un color casi blanco para las temperaturas elevadas que se irán degradando pasando por el amarillo, anaranjado, rojo, morado, verde, azul y negro, indicándonos el blanco la mayor temperatura, y el negro la más baja. Generalmente la temperatura ambiente si esta no pasa de los 18°C se presentará en colores oscuros.

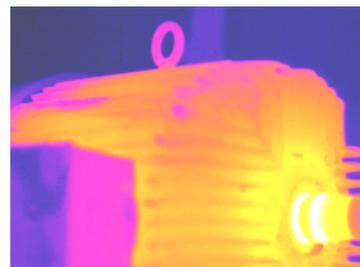
Se tiene un motor eléctrico que sufre de recalentamiento en el eje, que es ocasionado por un cojinete dañado, el cual se puede apreciar por el intenso calor que indica la fotografía térmica (figura 18).

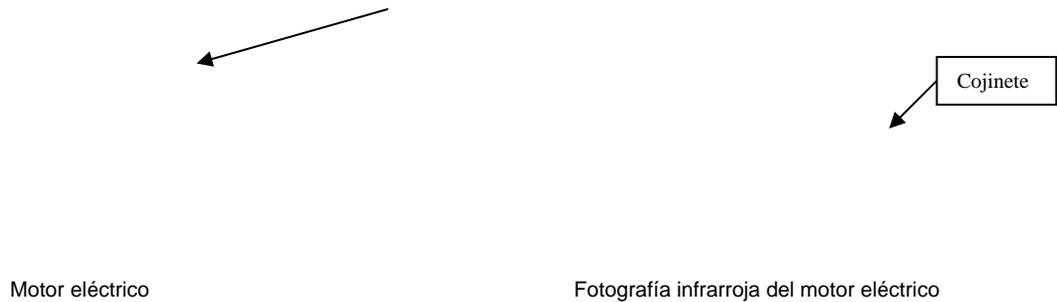
Figura 18. Fotografía infrarroja de un motor eléctrico.



Cojinete

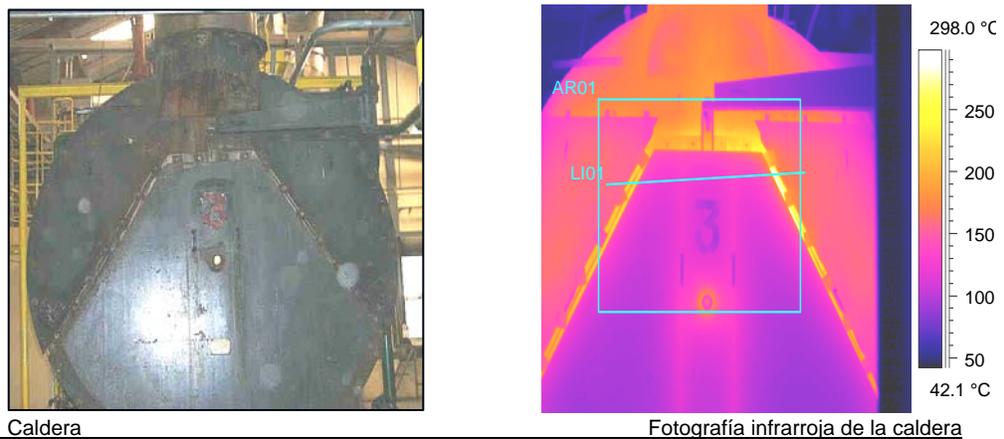
67





Entonces una visita puede consistir en fotografiar los equipos para analizar si estos están generando pérdidas de calor, o si el aumento de la fricción genera pérdidas de potencia, causando aumento de temperatura, o si un equipo como una caldera, sus paredes exteriores están muy calientes, se podría tener problemas con el refractario, todo esto reunido nos indica el estado de los equipos (figura 19).

Figura 19. Fotografía infrarroja de una caldera.



Fuente: Diagnóstico de caldera de una empresa X.

Al utilizar los diagnósticos de infrarrojos para los motores eléctricos, calderas, tanques de acumulación de combustibles, chequeo en los sistemas eléctricos, esto ayuda a la detección de problemas que generalmente el ojo humano no puede apreciar, al tener en consideración todos estos detalles nos

ayudaran a tomar decisiones más certeras y a el aumento de la vida útil de los equipos.

2.1.4 Diseño de inspecciones

Las inspecciones al igual que las visitas, son chequeos rutinarios de los equipos pero más profundos y enfocados. Las inspecciones pueden ser con máquina en marcha y con máquina parada. Para hacer una inspección es necesario contar con herramientas adecuadas y/o equipos de análisis.

Para inspeccionar algunas partes claves de la máquina a veces es necesario desarmar, entonces se deben de planificar con mayor detenimiento. La inspección también abarca ajustes, pero estos son de mayor trascendencia pero si en la inspección se encuentra que el equipo tiene un problema más serio, será mejor reportarlo para que el personal adecuado lo solucione. La inspección es el corazón del mantenimiento preventivo, porque con ella es que se logran detectar situaciones anormales que necesita servicio, para que no se conviertan en un problema más serio o grave.

El principal propósito de las inspecciones es obtener información útil acerca del estado de una pieza de equipo o un sistema técnico más grande. Denominaremos inspector a aquella persona encargada de realizar esta recaudación de información, pudiendo ser inspector un operario, un mecánico, un electricista o exclusivamente alguien dedicado a esta labor, otros. Tratando la manera de que dicha persona tenga un conocimiento básico del equipo en cuestión.

Los inspectores recopilan información sobre indicadores útiles como desgaste de rodamientos, lectura de calibradores, vibraciones, restos de aceite y la calidad del producto. La información sobre estos indicadores puede utilizarse para predecir fallas del equipo y planear acciones adicionales de mantenimiento, dependiendo del estado del equipo. Las inspecciones son útiles y pueden conducirnos a lo siguiente:

- Reparaciones menos extensas de fallas potenciales si se detectan antes de que creen un daño mayor.
- Planeación y acciones correctivas apropiadas de manera que puedan realizarse en momentos en que ocasionen la menor alteración a las operaciones del equipo.

Sabemos entonces que las inspecciones son una serie de trabajos de mantenimiento preventivo. Las cuales podemos dividirlos en dos:

- Inspecciones con máquina parada.
- Inspecciones con máquina en marcha.

INSPECCIONES CON MÁQUINA PARADA

Son aquellas inspecciones que tienen que ver con el desarme del componente a revisar. Estas inspecciones pueden o mejor dicho debieran de ser planificadas para tener en consideración el personal y el tiempo que esta inspección incluya, ya que si este equipo necesita de corrección, entonces no se perdería tiempo para reunirlos.

INSPECCIONES CON MÁQUINA EN MARCHA

Son aquellas inspecciones que tienen que ver con la medición de los parámetros de funcionamiento, estos pueden decirnos mucho de cómo se encuentra el estado de la máquina, por ejemplo, podemos tomar la presión, y si esta no es la adecuada nos da un indicativo de pérdida en algún lugar. Esta clase de inspección no debe tomar mucho tiempo, y se pueden realizar cuando se está en producción.

DESCRIPCIÓN DE LA INSPECCIÓN

OBJETIVO:

Se indica el nombre del componente a revisar y el tipo de revisión.

ORIENTACIÓN:

Se indica la acción que debe realizar el operario luego de la revisión.

REFERENCIA:

Se indica a través de un código, la ubicación que tiene el componente a revisar, en el manual de la máquina. (si lo hubiese).

COMPONENTE TÉCNICO

Se indican los datos técnicos a controlar, para tener un mejor control y llevar un mejor orden en las inspecciones, elaborando una ficha en la cual el departamento de mantenimiento especifique al inspector (Apéndice 1).

Es de buena costumbre adjuntar en la ficha de inspección, los parámetros que se deben controlar, como por ejemplo, la presión, indicando los niveles aceptables y los de peligro, ya que podemos encontrarnos con la situación de que nuestro inspector no tiene mucha experiencia. Y podemos darle una buena referencia de lo que necesitamos recaudar. Y no perderá tiempo en buscar los datos de referencia.

TIPOS DE ORIENTACIÓN QUE DEBE TOMAR UNA INSPECCIÓN

1. Informar
2. Corregir
3. Cambiar

INFORMAR

- Se utilizará cuando la corrección del desgaste implique un trabajo mayor.
- Bajo este tipo de orientación el operario no realiza ninguna corrección.
- Verificar el desgaste o desajuste e informar.
- Con el informe, se pretende controlar el incremento del desgaste.
- El informe se analiza y se determina si requiere corrección.
- Si requiere corrección, esta se efectuará posteriormente fuera del tiempo de la inspección.

CORREGIR

- Este tipo de orientación se basa en el concepto de criterio preventivo que la empresa maneje.
- Se verifica el desgaste o desajuste y se corrige o no, según el criterio.
- Si se requiere corrección, esta se realiza inmediatamente, dentro del tiempo de inspección.

CAMBIAR

- Bajo este tipo de orientación, el operario cambia el componente, sin mayor análisis.

DISEÑO DE INSPECCIONES

CARACTERÍSTICAS

- Este tipo de actividades es implantado por de un programa de mantenimiento preventivo.
- El mantenimiento preventivo necesita para su funcionamiento de una adecuada organización.
- Requiere de acciones ANTES Y DESPUÉS de efectuar una inspección.

La implantación del mantenimiento preventivo puede variar de acuerdo a la empresa. Según aspectos de disponibilidad para realizar las inspecciones con máquina parada o las posibilidades económicas para implementar mantenimiento preventivo. Estos dos aspectos hacen que existan programas de mantenimiento preventivo más especializados que otros. El mantenimiento preventivo no debe entenderse como una estructura rígida, más bien debe ser flexible. O sea implantar un programa ajustado a los recursos disponibles.

Se debe tener presente que un programa de mantenimiento preventivo no está estático, más bien debe verse como un proceso dinámico que requiere de ajuste y mejoras continuas. El concepto de mentalidad preventiva habla de la actitud que se debe tener cuando se ejecutan las inspecciones. Indica que las inspecciones deben realizarse a conciencia y en forma cuidadosa, de modo que realmente se pueda detectar una deficiencia.

2.1.5 Elaboración de fichas técnicas

Una ficha técnica consiste en la recopilación de los datos generales del equipo, para incorporarlos en un archivo los datos técnicos, componentes y parámetros del equipo en caso de necesitarlo en una futura reparación, o para

la adquisición de un componente en el que se necesita dar el número de serie o el modelo.

Una ficha técnica debe de tener al menos el modelo, la marca, el número de serie, para tener alguna referencia de la procedencia del equipo. Por lo general cuando se adquiere un equipo este trae consigo una placa de datos que nos indica los parámetros más importantes, y también trae consigo manuales de operación, instalación y mantenimiento. En estos manuales se puede tener una mejor información de los parámetros de funcionamiento del equipo. La ficha técnica debe estar bien diseñada para dar toda la información necesaria, pero no se debe de extender demasiado ya que esta debe dar todo lo necesario en forma breve y fácil de entender.

PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE FICHAS TÉCNICAS

Cuando se comienza a elaborar las fichas técnicas en una línea de producción, es aconsejable comenzar a desglosar los equipos a manera que se ordenen los componentes de una misma especie, o desglosar según el criterio de la continuidad del proceso, como se ha venido trabajando.

Se puede comenzar realizando una pre-ficha, en la que podemos tomar fotografías del elemento y adjuntarle un apartado para realizar la toma de datos, como se muestra a continuación en el apéndice 2.

Es importante tener bien ordenadas todas las pre-fichas y sobre todo bien identificada la ubicación del elemento, ya que si la línea de proceso es muy grande se tendrán demasiados elementos iguales o parecidos, es por ello que es aconsejable incorporar fotografías, y datos que puedan dar una descripción única de los elementos, que posteriormente servirán para terminar la ficha técnica. Si tenemos bien planeada la forma de recopilar todos los datos, no nos demoraremos mucho y sobre todo si tenemos una referencia visual será mucho más fácil. Luego de tener todos los datos que se pueden recabar, proseguiremos a dar un ejemplo de cómo podemos organizarlos en un formato sencillo y práctico. Como se muestra en el apéndice 3.

2.1.6 Elaboración de rutinas de mantenimiento

Podemos definir rutinas de mantenimiento, como una serie de actividades programadas que se ejecutan a una máquina o a un conjunto de ellas denominado sistema, para mantenerlas en perfecto estado de funcionamiento. Específicamente, estas rutinas van desde inspecciones para comprobación del estado de funcionamiento de un equipo, pasando por lubricación, cambios de partes, hasta reparaciones mayores que se establezcan, ya sea por indicaciones del fabricante o a través de determinar una frecuencia de fallas.

Un buen programa debe incluir la mayor parte de los activos físicos de una empresa por ejemplo:

- Equipo de proceso: como hornos, bombas, tuberías, intercambiadores de calor, compresores, molinos, empacadoras, pajilleras, emplastificadoras, motores eléctricos, y otros.
- Equipo de seguridad: válvulas de seguridad, extinguidores, canisters, otros..
- Equipo de servicio: calderas, compresores, generadores eléctricos, sistemas de distribución de agua, aire, vapor, otros.
- Edificios
- Equipo móvil
- Acceso y carreteras

Sin embargo, en el medio es normal que el mantenimiento preventivo se encuentre orientado a los equipos de proceso y servicios. En el diseño de las inspecciones no se debe olvidar que tienen un costo para la empresa, de tal manera que se tiene que tener sumo cuidado al diseñarlas. Hay que tomar en cuenta con qué frecuencia se van a realizar y qué es lo que se va a inspeccionar en cada rutina.

Expresado de otra manera, hay que buscar el equilibrio costo-beneficio, es decir, no se puede inspeccionar todos los días hasta el último tornillo de cada máquina pues se necesitaría un cuerpo de mecánicos enorme y se tendría que detener cada máquina varias

horas al día; tampoco debemos caer en el error de aguardar hasta que los equipos se arruine para repararlos.

Entonces, lo mejor será definir algunos tipos de rutinas, una que se ejecuta con el equipo en operación y sin proceder a desarmar ninguna parte y que tomará muy poco tiempo su ejecución, pero se realizara muy frecuentemente. Esta rutina tiene un costo bajo desde el punto de vista que no es necesario interrumpir la producción para efectuarla y que una sola persona puede realizarla en varios equipos y la mayoría de las veces en toda la planta. A estas rutinas podemos denominarlas como rutinas de funcionamiento, estas rutinas son básicamente como las inspecciones con maquinaria en marcha, pero las rutinas implican una programación de antemano o una orden de trabajo.

Las rutinas en las que hay que proceder a desmontar partes de los equipos que tienen un costo alto debido a que normalmente hay que suspender la producción, a menos que sea posible realizarlas en tiempo ocioso. Se llevan a cabo con la menor frecuencia posible, pero siempre garantizando que su ejecución permita mantener al equipo en óptimas condiciones y disponible para operar. Se puede denominar como Rutinas Mayores.

Para elaborar los listados de las rutinas, el manual del fabricante es una de las mejores fuentes de información, pero no hay que olvidar ni al técnico que normalmente ha venido dándole mantenimiento al equipo, ni al operador, ambos pueden aportar información valiosa.

RUTINAS DE FUNCIONAMIENTO

En casi todos los casos este tipo de rutina proporciona excelentes posibilidades para la identificación de fallas en etapas iniciales. Debe realizarse con el equipo en marcha e iniciarse consultando al operador del equipo, pues es él, el que primero se enterará de cualquier anomalía en su funcionamiento dando aviso al encargado de mantenimiento respectivo.

Es conveniente confeccionar una lista de los puntos a chequear para asegurarse que no quede ninguno sin revisar. La persona encargada de realizar esta rutina, debe tener amplio conocimiento mecánico, conocimiento sobre la operación del equipo y, sobre todo debe capacitarse específicamente para esta tarea. Existen varios síntomas indicativos de posibles fallos, anteriormente se hablo de equipos con temperaturas muy altas, por lo que la temperatura es un síntoma a buscar, luego se tiene la vibración, generalmente un equipo no debe presentar vibraciones fuera de lo normal, a simple vista no se debe de apreciar estos movimientos, por lo que sí se observa un equipo que se mueve demasiado, esto indica que tiene algún problema que puede ser provocado por tornillos de anclaje mal apretados, cojinetes o chumaceras deterioradas o ejes torcidos, por lo que puede llegar a causarse un problema mayor debido a estos movimiento anormales.

El ruido es otro indicador, ya que la mayoría de las máquinas en funcionamiento producen un sonido típico, pero cuando ese sonido se torna anormal es clara evidencia de una falla. Puede detectarse simplemente poniendo atención diaria en el sonido habitual de la maquinaria.

No olvidando las fugas, ya que se detectan a simple vista, pero es indispensable que el equipo se encuentre limpio. Podemos clasificarlas dependiendo del equipo en

cuestión, para dar una idea, las fugas de lubricantes en una bomba, puede ser causa de defecto de sellado. Otro indicativo muy importante es la calidad del producto, se puede detectar que un equipo está fallando cuando este ocasione producto defectuoso; entonces al observar el tipo de falla, se podrá saber que parte en el proceso en el equipo está generando esta falla.

Al tener claro que las partes de los equipos que generan mayor demanda de mantenimiento, se puede comenzar a diagnosticar los periodos de estas demandas y así elaborar su respectiva rutina de mantenimiento, que posteriormente será denominada como una orden de trabajo ya programada. En el Apéndice 4 se presenta una ficha de rutina de mantenimiento, que sugiere algunos datos que se deben tomar en cuenta para su elaboración.

Se crea un apartado especial en la ficha de rutina de mantenimiento, en el cual se especifica el encargado de realizar dicha rutina, en este caso se colocó al personal del área eléctrica, en otros casos podemos asignar la rutina a un operador o a un mecánico, según la complejidad de la rutina. También se colocó un apartado donde se especifica las actividades a realizar, en estos casos es conveniente agregar parámetros de comparación, como es el caso del chequeo de temperatura donde se adjunta el parámetro máximo de tolerancia o de precaución, para evitar daños o accidentes.

Cuando se cuenta con un programa para computadora de mantenimiento estas rutinas deben de ser ingresadas en el sistema para que posteriormente sean generadas como ordenes de trabajo, teniendo un papel importante los ciclos de realización de las rutinas para que no se sature el personal de trabajo, y que a la vez cree trabajos innecesarios que se puedan traducir en pérdidas para la empresa. Entonces para controlar dichos ciclos de rutinas se procederá a la elaboración de cronogramas de mantenimiento.

2.1.7 Elaboración de cronogramas

Un cronograma de mantenimiento indica cada cuanto se realizará las rutinas de mantenimiento respectivas de cada equipo, distribuido a manera de que se realice todo el trabajo en todo el año laboral, especificando la fecha de cuando se realizara para que se puedan a verificar si se cuenta con los repuestos respectivos y el personal adecuado. Este cronograma debe estar elaborado con la ayuda del departamento de producción para que conjuntamente se puedan crear paros que no afecten la producción.

Como punto de partida para establecer los periodos para realizar mantenimiento, se tomará en cuenta los ciclos que se determinaron en las fichas de rutinas de mantenimiento y posteriormente coordinar en que fechas se podrán realizar las rutinas más complejas. Con respecto a las rutinas menores se debe de tratar que se puedan realizar con el equipo en funcionamiento en el que no existe gran problema, para que se programe el

personal que se necesitará para su realización y las herramientas que se utilizarán en sus casos.

Ya teniendo en cuenta todos los detalles, se puede comenzar a elaborar las fichas de cronograma de mantenimiento, principalmente el formato debe presentarse como un calendario, en donde se pueda observar con facilidad en que fechas en que se ejecutará el mantenimiento, también se debe de colocar un apartado donde indiquemos el nombre del equipo, su código, y la rutina a realizar. En el apéndice 5 se da un ejemplo de cómo podría elaborarse una ficha de cronograma.

2.1.8 Elaboración de rutinas de lubricación

La lubricación es un proceso mediante el cual se reduce la fricción. La fricción es la “ palabra clave “ para entender lo que es la lubricación y, por lo tanto, se tratara de definir este termino, sus causas y efectos.

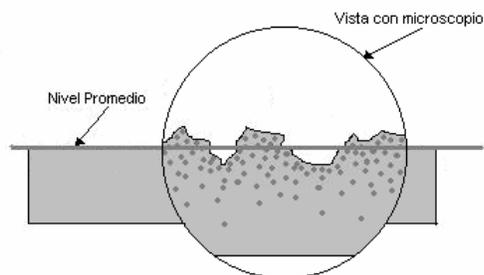
FRICCIÓN

Se define fricción como la fuerza interpuesta entre las superficies de contacto de dos cuerpos y resiste el movimiento de un cuerpo en relación con el otro. En otras palabras, la fricción, si no se evidencia, puede causar graves daños a la maquinaria pero nunca podrá eliminarse por completo (a menos no a temperaturas superiores al 0 absoluto, 459 °F). El único criterio importante de la lubricación, puede por lo tanto definirse como la **reducción máxima de la fricción.**

La fricción causa el deterioro de las superficies de los cuerpos que entran en contacto, lo que en lenguaje corriente se conoce como desgaste. Otro efecto de la fricción es la pérdida de energía, ya que es necesaria mayor cantidad de energía para superar la fricción. De seguir existiendo fricción, sin lubricación, se origina calor (igual que cuando se frotran dos palos de madera). El resultado no es otro que un daño a la maquinaria.

¿Cómo se origina en realidad la fricción? Si cualquier superficie de metal independientemente de lo pulida que esté, se observa a través de un microscopio que esta presenta una superficie irregular o mellada. Como se muestra en la figura 20.

Figura 20. Superficie de metal bajo microscopio.



Esta es la primera causa de la fricción, donde dos superficies metálicas se mueven una contra la otra, los bordes mellados encajan entre sí retardando su buen deslizamiento. El desgaste aparece cuando dos bordes mellados se separan, y si los bordes siguen desgastándose, se da origen al deterioro de la superficie del metal. La fricción es todo un problema para los ingenieros de

mantenimiento, ya que da lugar a averías en la maquinaria y a constante cambio de piezas desgastadas.

LUBRICACIÓN

Definir la lubricación es muy sencillo: Es el proceso de reducción de la fricción. Esto se consigue aplicando las sustancias reductoras de la fricción, adecuadas entre las superficies de contacto de aquellos cuerpos entre los que exista cierto movimiento.

En otras palabras, la lubricación es la clave para reducir el gasto de energía y el deterioro de las piezas. La reducción del desgaste puede llegar a ser la clave para mantener el equipo mecánico en óptimas condiciones y alargar la vida útil de la maquinaria. Hasta ahora podemos mencionar tres tipos de lubricantes: Sólido, Líquido y gaseoso. La tecnología moderna ha añadido un cuarto: el lubricante sintético.

Los lubricantes han estado sujetos a innumerables cambios en la aplicación moderna, dándose cuenta de los muchos y variados fines y campos en los que se utilizan los lubricantes. El papel que juegan los lubricantes también es considerado importante a la hora de mantener a los contaminantes alejados de las piezas delicadas de la maquinaria en las zonas medio ambientales contaminadas. El aumento de calor es un problema trascendental, ya que las máquinas trabajan durante más tiempo y a mayor velocidad sin realizar parada alguna. Los aditivos especiales cobran también cada vez más importancia ya que ayudan a reducir el calor generado, que de otra manera haría que la máquina se averiara.

¿Cuáles son los resultados directos de la lubricación?

Los resultados primarios de la lubricación son:

- Retraso en el desgaste
- Minimización del aumento de temperatura
- Reducción de la fricción

Los resultados secundarios de la lubricación son:

- Mayor vida útil de la maquinaria
- Reducción del número de averías
- Menores costos de producción debido al funcionamiento ininterrumpido de la máquina, menos costos de mantenimiento y menor necesidad de reemplazos de piezas.

Una lubricación eficaz es aquella que a fin de mantener el rendimiento eficaz y continuo de las plantas, fábricas y talleres, es esencial contar con un departamento de mantenimiento que tenga claro la importancia de la lubricación y que tome las medidas necesarias para su implementación. Empresas dedicadas a la elaboración de lubricantes han calculado que el mantenimiento general cuesta alrededor del 5-10% del costo operacional total, y que la lubricación de mantenimiento supone únicamente el 2.5 % del costo de mantenimiento general.

Entonces podemos decir que es la rutina más importante del mantenimiento preventivo, desde del punto de vista, que aproximadamente el

90% de los equipos funcionan con lubricación. Sin embargo, debemos reconocer que actualmente hay equipos que vienen lubricados de fábrica.

Para atacar el problema de lubricación ineficiente, lo mejor que podemos hacer es contactar con los distribuidores de lubricantes y solicitarles asesoría; generalmente tienen personal muy capacitado y proporcionarán un buen programa de lubricación.

Los manuales de los fabricantes de equipos también indican el lubricante, la frecuencia, forma de aplicación y puntos de lubricación para cada equipo. A pesar de lo anterior, es buena idea hacer una tabla propia de lubricación con el objetivo de convertir la lubricación en una rutina, ubicando en la lista los equipos que deben de lubricarse para tener un estimado de cuanto lubricante, o de cual clase de lubricante se necesitará.

Para crear una rutina de lubricación es desarrollar un programa a fin de llenar todas las demandas del equipo en general, por ello se sugiere a continuación unos pasos para el desarrollo de dicho programa:

- Determinar los intervalos de lubricación.
- Clasificar y codificar los diferentes lubricantes que se utilizarán.
- Redactar unas rutas de lubricación.
- Crear un archivo central para su control.
- Establecer los intervalos de lubricación.
- Realizar un registro diario de lubricación.
- Garantizar un stock adecuado de lubricantes en bodega.

Los lubricantes están normalizados por identidades que se especializan en el desarrollo de dichos elementos, como es la ASTM, que es la abreviatura de “ Sociedad Norteamericana para la Prueba de Materiales “ en ingles es la “American Society for Testing Materials “ y la SAE que es la abreviatura de “Sociedad de Ingenieros Automotrices “ esta abreviatura es utilizada también para designar la clasificación arbitraria y de reconocimiento mundial de los aceites para motores y engranajes gradados principalmente por su viscosidad.

VISCOSIDAD

La viscosidad puede definirse como la fricción interna de un fluido o semi fluido, o la resistencia al movimiento interno, una por encima de la otra, de las partículas que componen un gas o un líquido. El agua tiene una viscosidad baja; por el contrario, las grasas tienen una viscosidad elevada. Una medida común de la viscosidad es la de segundos Saybolt Universal. Esta medida se ofrece en los segundos para que una cantidad estándar de fluido atraviese el orificio de la máquina de pruebas Saybolt. Un sistema de graduación de la viscosidad es la Gama de Viscosidad del Aceite SAE.

La viscosidad es una de las propiedades físicas más importantes que puede seleccionarse cuando se vaya a adquirir un lubricante. La viscosidad es en simples palabras la resistencia a circular. Ya teniendo un poco más clara la idea de todos los factores que intervienen interna y externamente en un lubricante, podemos comenzar a diseñar nuestro programa de lubricación, el cual al final lo podremos presentar a manera de una ficha (Apéndice 6).

2.1.9 Alimentación de software de mantenimiento

En empresas grandes, es común ver la actualización en sus Departamentos de Mantenimiento, con la adaptación de programas en computadora para agilizar el trabajo. Para ello existen empresas que se dedican a la venta de dichos programas, poniendo en el mercado un sin fin de opciones que van desde los más simples, con funciones meramente básicas como la recopilación de información en base de datos, hasta los que desarrollan un programa de mantenimiento autónomo anual.

En este caso se utiliza un programa de gran alcance que va desde la organización de una bodega, a la emisión de órdenes de trabajo, dicho programa es llamado MP2. Entonces podemos decir que un MP2 es un sistema computarizado que ayuda a controlar las actividades del Mantenimiento para incrementar la productividad y reducir los costos.

El programa contiene una serie de módulos que son bien utilizadas en el departamento de mantenimiento mencionando algunos como lo son:

- Un modulo que crea registros de cada uno de los equipos de la empresa o localización y controla los costos de mantenimiento de los mismos.
- Un modulo que crea registros de las compañías proveedoras de equipos y partes. Registra las piezas en los diferentes almacenes y da salida a las partes de inventario ya sea a los empleados, equipos, órdenes de trabajo, centros de costos o localizaciones.

- Un modulo que contiene los costos de mano de obra por hora y se puede sacar informe ya sea por empleado o por especialidad.
- Un modulo de órdenes de mano de obra, el cual especifica la semana nominal laboral y excepciones de la empresa así mismo se programan las horas de trabajo por empleado en jornada normal. Muestra el trabajo proyectado para poder realizar ajustes si es necesario.
- Un modulo de tareas, el cual programa las tareas de mantenimiento (por medidor y/o por fecha) que se realizan a los equipos de acuerdo de una frecuencia. MP2 genera de manera automática las órdenes de trabajo cada vez que les corresponda
- Un modulo de ordenes de trabajo, el cual crea órdenes de trabajo no programadas o trabajos ya realizados en donde también se tienen que especificar las partes y mano de obras que fueron utilizadas.

En este caso se prestará más énfasis a los módulos que estén directamente vinculados con la emisión de ordenes de trabajo, en el cual se introduce los datos recopilados en las fichas técnicas, también se introducen las rutinas de mantenimiento del equipo y luego el tiempo que tenemos estipulado para las rutinas, basándonos en los cronogramas de mantenimiento, todo ello contribuye a la emisión de las órdenes de trabajo. En esto se basa una alimentación de datos para que el sistema se ponga en marcha, el cual es sencillo, y así se estará realizando con mayor orden, todas aquellas tareas que el departamento de mantenimiento desempeña en una empresa.

2.1.10 Retroalimentación

Debido a que un departamento de mantenimiento se considera como un sistema de entrada y salida, existe la importancia de que el sistema evolucione y este renovándose continuamente y nada es estable, es por ello que la retroalimentación es un factor para que continuamente un sistema sea eficaz y eficiente. Se puede apreciar la retroalimentación orientada en el mejoramiento de un equipo, esta estrechamente vinculado, ya que todos los días se puede crear un historial del comportamiento del equipo, y con este simple hecho ya estamos retroalimentando un sistema. También cuando se habló de un programa en computadora, este no es funcional si no existe una retroalimentación, para que este vaya mejorando su servicio.

Si aplicamos la retroalimentación en la documentación de los manuales, se podrá apreciar que es un trabajo que nunca acabará, pero con ello tendremos las bases para futuros consultas en cuanto a un equipo o en cuanto a la realización de actividades de mantenimiento, otros.. Entonces se realizara una retroalimentación cuando se reporta que un sistema no responde a las rutinas que se están implementando, y debe de actualizarse para mejorar el desempeño siendo este el objetivo del departamento, se puede decir que con la continua actualización o sea la retroalimentación de los servicios prestados en el departamento de mantenimiento colaborarán con la mejora de la eficiencia y eficacia en la planta.

A continuación se mencionan una serie de ejemplos de las cosas que se deben de tomar en cuenta para que un sistema sea retroalimentado en un Departamento de Mantenimiento.

- Equipos nuevos
- Datos técnicos de dichos equipos nuevos
- Reportes de cumplimiento de órdenes
- Estado físico y desempeño de los equipos
- Actualización de listados de equipos
- Codificación
- Rutinas de mantenimiento
- Cronogramas de mantenimiento
- Reportes de lubricación
- Desempeños del personal
- Eficiencias diarias de los equipos
- Eficiencias de producción
- Otros.

2.2 Implementación de programas de mantenimiento preventivo en la línea de néctares envase tetra pak

La implementación de un programa es la culminación de un largo tiempo de recolección de análisis, rutinas, inspecciones e investigaciones de todos los temas relacionados con un departamento de mantenimiento. Cuando se va a generar un programa de mantenimiento, se prevee que los resultados a obtener se verán vinculados fuertemente con el aumento de la eficiencia o en el menor de los casos con la constancia de la eficiencia presente de las líneas de producción.

Es importante dar a conocer a todo el personal que esta vinculado con el seguimiento de dicho programa, para que esté al tanto de cambios que se podrían realizar, o que se entere de la nueva identificación de los equipos, para que sea el punto de partida y no existan contradicciones en un futuro.

Informar al personal, la nueva programación de rutinas de mantenimiento, lubricación, si no existían antes se deberá dar una pequeña inducción de las nuevas actividades, o simplemente se hace el recordatorio de que se llevará un seguimiento más profundo en cuanto a lo que anteriormente se había estado realizando y que con las nuevas demandas de mantenimiento se han realizado una serie de actualizaciones. El departamento debe estar conciente de que con una documentación bien ordenada de las modificaciones a realizarse y de las actividades que desempeña un departamento de mantenimiento, se puede tener un mejor acceso a la información y no le generara tiempo perdido en la recolección de datos o información de un equipo.

2.2.1 Plan de mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento preventivo contempla en su esencia una serie de rutinas de mantenimiento, que se resumen en la lubricación de elementos móviles, apriete de juntas, tornillos, tuercas en general, el chequeo de vibraciones, ruidos anormales, rutinas de infrarrojos otros.. En este caso se hará mención de los requerimientos más evidentes en la línea Tetra Pak, debido que existe la situación en que la empresa proveedora de los equipos existentes, genera una serie de rutinas de mantenimiento profundo para algunos sistemas complejos.

Se procederá a sugerir un ordenamiento de los trabajos que se realizan actualmente y el mejoramiento de rutinas de mantenimiento del área Tetra Pak, rutinas específicas de igual manera que se establece los ciclos según las horas de trabajo que marca el equipo, generalmente se pasa por alto algunos requerimientos de otros elementos como el chequeo constante de motores eléctricos, cajas, bandas de transportación, en si elementos auxiliares, ya que podríamos decir que son elementos que no son prioridad o que no son tan complicados de realizar una corrección a al hora de un percance.

Es por ello que se tiene como referencia los trabajos que se les realizan según el cronograma, que se han venido programan conjuntamente con el departamento de producción, en el cual se planea los paros para la realización de actividades de mantenimiento, generalmente estos paros son de una semana cuando se trata de mantenimiento profundo o aquel generalmente se denomina anual.

Existen rutinas de mantenimiento que se realizan en periodos más cortos como semestral, pero en el plan de mantenimiento se propone la realización de rutinas no tan complicadas, como por ejemplo, el chequeo visual, auditivo entre otros, generando así una conducta de prevención y mayor familiarización con el desempeño común de un equipo, logrando esto con el seguimiento conciente de estas rutinas preventivas.

Por lo que el plan de mantenimiento preventivo abarca toda el área de preparación, que actualiza las actividades de mantenimiento generando una serie de rutinas básicas y esenciales para la prevención de futuros problemas. También abarcamos las áreas de esterilización Cherry Burell y Steri Drink, con la debida actualización de datos técnicos recopilados en las fichas técnicas, conjuntamente con su codificación respectiva, y la elaboración de sus rutinas de mantenimiento, que según criterios recopilados de buena fuente se generan los ciclos para su realización, agrupados en los cronogramas de mantenimiento. Se continua con los elementos auxiliares del Área Aséptica de las llenadoras / envasadoras, no se tiene un acceso total para la implementación del plan de mantenimiento preventivo debido a las causas anteriormente descritas.

Luego de ello tenemos el área de empaçado, donde comenzamos con las pajilleras, las empacadoras, y la emplastadora, sin olvidar todos los componentes de los sistemas de transportación. Aquí es donde se observará con mayor impacto nuestro plan de mantenimiento. Específicamente el de lubricación, ya que en algunos casos no se tiene un control estricto y formal.

Generando la documentación respectiva, en la que se adjuntas diagramas de los equipos, para la ubicación de los puntos de lubricación.

2.2.1.1 Clasificación de tiempos para efectuar los mantenimientos

Para llevar a cabo una clasificación de tiempos para realizar las rutinas de mantenimiento se deberá de establecer cuales son las prioridades de trabajo de mantenimiento con que contamos. El mantenimiento debe de administrarse con dos restricciones: fondos limitados y mano de obra limitada. Estas restricciones deciden el tamaño del pastel de mantenimiento. A menos que el pastel pueda hacerse más grande añadiendo dinero o añadiendo trabajadores adicionales, al agrandar el tamaño de una tajada se reduce el tamaño de la otra.

SISTEMAS SENCILLOS PARA ESTABLECER PRIORIDADES

Para que el departamento de mantenimiento pueda decidir cuál cliente o tipo de trabajo recibe su parte adecuada de recursos, es necesario usar algún tipo de sistema de prioridades. Con frecuencia, esta decisión se deja al supervisor o coordinador de mantenimiento.

Un sistema sencillo de tres prioridades es el que se emplea con mayor frecuencia. El trabajo “A” tiene máxima prioridad, el “B” tiene la siguiente y el “C” la más baja. Por desgracia, este tipo de sistema de prioridades no es, comúnmente, un sistema como tal, y a “la rueda que rechina más es a la que se le pone más grasa”. Las decisiones no se toman con objetividad y el mantenimiento es el que sufre las consecuencias.

Existe un sistema denominado RIME el cual consiste en dos procedimientos: la categorización de cada parte del equipo y la clasificación de cada tipo de trabajo de mantenimiento. Cada tipo de equipo y clase de trabajo se clasifica en una escala de 1 al 10, el diez es el que tiene la máxima prioridad. Estas decisiones las toman las gerencias de mantenimiento y producción cuando el sistema está preparado y, por lo general, se cambian sólo cuando se cambian el equipo o las prioridades funcionales de la instalación.

Para decidir el orden de prioridad de un trabajo, se determina la categoría del equipo y la clase de trabajo, y estos dos factores se multiplican entre sí para dar un número de prioridad, siendo el 100 el número más alto posible. Sin embargo, debido a que este índice no siempre determina la prioridad correcta, los supervisores o coordinadores de mantenimiento deben tener la autoridad para cambiar dichas prioridades, aunque se les deberá solicitar que justifiquen dichas desviaciones o el sistema podría fallar en un corto plazo.

En el anexo 3 y 4, encuentra una tabla de categorización de los equipos. Cualquier equipo que tenga un riesgo seguro recibe una categoría de 10, el trabajo con clase 10 nunca se usa en una orden normal de trabajo: esto se

reserva para aspectos de seguridad crítica que respalden una solicitud para un trabajo de emergencia. Al utilizar un sistema que aumente el RIME después de que una orden de trabajo tenga cierta antigüedad, por ejemplo, 30 días. Esto ayudará a asegurar que, con el tiempo, las órdenes de trabajo de baja prioridad se completen.

2.2.1.2 Cronograma de mantenimiento preventivo general

Una buena programación y administración del tiempo en que se desempeñaran las actividades de mantenimiento, dependen de los parámetros que se tomaron en la cuantificación del tiempo que es necesario la aplicación de una rutina de mantenimiento, por lo que se divide las rutinas en diarias, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales.

La prioridad para la ejecución de ciertas tareas de mantenimiento que requiere un equipo, se puede realizar con las tablas que anteriormente se presentaron, o se puede tomar en cuenta los historiales de mantenimiento y el conocimiento que el personal de mantenimiento ha recabado por su propia experiencia. En este caso se hará una calendarización para la realización de las rutinas de mantenimiento, que según experiencia y conocimiento técnico se ha venido desempeñando en el departamento de mantenimiento. Se tiene por ejemplo un motor eléctrico, en el que se ha observado que un cheque mensual, revisando ruidos anormales, temperatura, amperaje, nos indicara si se encuentra en funcionamiento normal, generando una orden de trabajo que no es de alta prioridad, pero si es necesaria para la prevención, siendo este el fin.

Luego se estipula un mantenimiento anual, el cual requiere que el motor este parado, ya que se procederá a cambiarse los cojinetes, los retenedores y a realizársele un mantenimiento completo al motor, para ello se requiere un mantenimiento con máquina parada.

Al tener claro que cada año se detendrá el motor, se debe de dar un seguimiento específico y aprovechar a calendarizar un mantenimiento anual, con máquina parada, de un grupo mayor de dichos elementos y otros que se encuentre vinculados con estos, y se debe de realizar las gestiones necesarias con el departamento de producción, y así se tome a consideración dicho tiempo muerto. Pudiendo ir más allá y planificar un mantenimiento para una línea completa aprovechando al máximo esa disponibilidad para realizar ciertas rutinas que requieren tiempo y que el equipo se encuentre parado.

En el área Tetra Pak, se trabajó el cronograma de mantenimiento preventivo conforme a tiempos estimados ya predeterminados por el departamento de mantenimiento preventivo de años anteriores, procediendo a ordenar todo el equipo según listado de correlativo según equipo.

Presentando una ficha en la que se adjuntan los datos generales de la línea o el área que se está trabajando en este caso se dividió:

- Área de preparación
- Área Steri Drink
- Área Tetra Pak
- Área Cherry Burrell

- Línea 51
- Línea 52
- Línea 53

Se adjuntan en la ficha de cronograma el código del equipo, y el código de la rutina de mantenimiento, si fuese el caso, luego se indica el período en el cual se realizará la rutina, proponiendo utilizar un calendario, indicando el ciclo de realización con colores.

Estos cronogramas se colocará en el manual para su respectiva consulta, los cronogramas deben de sincronizar con el despacho de órdenes de trabajo, el cual se debe de ingresar en el sistema MP2.

2.2.1.3 Órdenes de trabajo

El primer paso en la planeación y el control del trabajo de mantenimiento se realiza mediante un sistema eficaz de órdenes de trabajo. Las órdenes de trabajo es una forma donde se detallan las instrucciones para el trabajo que se va a realizar y debe ser llenada para todos los trabajos. En el medio se conocen con diferentes nombres, como solicitud de trabajo, requisición de trabajo, solicitud de servicio, otros.. El propósito del sistema de órdenes de trabajo es proporcionar medios para:

1. Solicitar por escrito el trabajo que va a realizar el Departamento de Mantenimiento.
2. Seleccionar por operación el trabajo solicitado.
3. Asignar el mejor método y los trabajadores más calificados para el trabajo.

4. Reducir el costo mediante una utilización eficaz de los recursos (mano de obra, material).
5. Mejorar la planeación y la programación del trabajo de mantenimiento.
6. Mantener y controlar el trabajo de mantenimiento.

7. Mejorar el mantenimiento en general, mediante los datos recopilados de la orden de trabajo que serán utilizados para el control y programas de mejora continua.

Las órdenes de trabajos son generadas, mediante la introducción de datos al sistema MP2, en el que se especifica el periodo de realización de la actividad de mantenimiento, estas llevan una numeración correlativa para su respectiva archivación. En este se especifica la fecha, el código del equipo, la descripción del equipo, y se incorpora un resumen de las rutinas a realizarse en el equipo como se muestra en el Anexo 7.

Todas estas actividades a realizarse son las que se encuentran definidas en las fichas de rutina de mantenimiento, estas son introducidas a los sistemas MP2 para que sea indicada en la hoja de la orden de trabajo. Se adjunta un espacio en que la persona encargada para la realización de dichas órdenes pueda escribir sus observaciones en cuanto al estado del equipo, o alguna sugerencia.

La administración del sistema de órdenes de trabajo es responsabilidad de las personas que están a cargo de la planeación y la programación, en este caso el encargado de mantenimiento preventivo. La orden de trabajo esta diseñada con sumo cuidado tomando en cuenta dos puntos.

El primero consiste en incluir toda la información necesaria para facilitar una planeación y una programación eficaz, y el segundo punto consiste en hacer énfasis en la claridad y facilidad de uso. Se utilizan dos tipos de ordenes de trabajo, siendo el primero una orden de trabajo general (en ocasiones denominada orden de trabajo permanente o establecida) que se utiliza para pequeños trabajos de rutina y repetitivos, cuando el costo de procesar una orden de trabajo individual podría exceder el costo del trabajo mismo o cuando éste es un trabajo fijo, de rutina, como el trabajo de inspección de motores eléctricos.

El segundo tipo es del orden de trabajo especial, que se elabora para todos los demás trabajos individuales, para los cuales es necesario reportar todos los hechos acerca del trabajo. Como por ejemplo el mejoramiento de un sistema deficiente, la ampliación de un equipo entre otros.

Por medio de la realización de dichas órdenes de trabajo se puede realizar una recopilación de información para la toma de decisiones para alcanzar metas y los objetivos establecidos en el departamento de mantenimiento. A continuación se presenta un diagrama de que papel desempeña las órdenes de trabajo para el control de mantenimiento. (Anexo 5)

2.2.1.4 Lineamientos para la implementación del plan de mantenimiento preventivo

Los lineamientos que se deberán entrar en observancia, para el debido seguimiento y utilización del plan de mantenimiento preventivo, comenzarán con:

- La formal y conciente aceptación del criterio tomado para su elaboración.
- Tomar en cuenta el codificado para la identificación de los equipos.
- Tomar en consideración la elaboración de fichas técnicas y entran en compromiso para su debida actualización, para no dejar que el manual con el paso del tiempo se vuelva obsoleto.
- Tomar en cuenta que la demanda de trabajos de mantenimiento que se tomo para la elaboración de las rutinas o rutas de mantenimiento deben de ser ingresados al sistema MP2 constantemente para que se genere debidamente las órdenes de trabajo.
- Se deberá de considerar los cronogramas propuestos para la elaboración de dichas rutinas, para su realización, especialmente en aquellos equipos que no se habían tomado en cuenta y así no sobrecargar las semanas de trabajo, y adoptar lo propuesto para un mejor ordenamiento en cuanto al desempeño del trabajo de mantenimiento preventivo,

inspecciones, chequeos minúsculos. Ya que el mantenimiento que requiere de un tiempo considerable debe de ser coordinado con los programas anuales de paros por línea de producción.

- Se debe de colocar el manual en la biblioteca donde pueda ser consultado y pueda desempeñar su función. Y así completar la documentación respetiva de todas las líneas que conforman la planta de producción.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1 FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Descripción de área Tetra Pak	3
1.1.1 Equipo de llenado y envasado líneas 51,52 y 53	4
1.1.2 Unidades pajilladoras	7
1.1.3 Unidades de empacado	9
1.1.4 Área de preparación	12
1.1.5 Área de Cherry Burrell	13
1.1.6 Área de Steril Drink	16
1.1.7 Descripción del departamento de mantenimiento	20
1.1.8 Desglose de los equipos	23
1.1.9 Diagnóstico inicial del área Tetra Pak	29

2	FASE TÉCNICO-PROFESIONAL	33
2.1	Conceptos generales	35
2.1.1	Principios de la administración del mantenimiento	35
2.1.2	Clasificación de los trabajos de mantenimiento	39
2.1.3	Mantenimiento preventivo	42
2.1.4	Diseño de inspecciones	48
2.1.5	Elaboración de fichas técnicas	55
2.1.6	Elaboración de rutinas de mantenimientos	56
2.1.7	Elaboración de cronogramas	61
2.1.8	Elaboración de rutinas de lubricación	62
2.1.9	Alimentación de software de mantenimiento	68
2.1.10	Retroalimentación	70
2.2	Implementación de programas de mantenimiento preventivo en la línea de néctares envasado tetra pak	72
2.2.1	Plan de mantenimiento preventivo	73
2.2.1.1	Clasificación de tiempos para efectuar los mantenimientos	75
2.2.1.2	Cronograma de mantenimiento preventivo general	77
2.2.1.3	Órdenes de trabajo	79
2.2.1.4	Lineamientos para la implementación del plan de mantenimiento preventivo	82

CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	85
BIBLIOGRAFÍA	87
APÉNDICES	89
ANEXOS	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Llenadoras 51 y 52	5
2	Llenadora 53	5
3	Pajilleras 51 y 52	8
4	Pajillera 53	8
5	Empacadora 51 y 52	10
6	Empacadora 53	10
7	Emplasticadora	11
8	Esquema de tanques de mezcla	13
9	Dist. de temperatura en los serpentines	15
10	Estructura de tubería área Cherry Burrell	15
11	Intercambiador de calor PHE	17
12	Tanque Aeroback área Cherry Burrell	18
13	Estructura de tubería área Steri Drink	19
14	Sistema de esterilización área Steri Drink	20
15	Estructura del depto. de Mantenimiento	22
16	Estructura del sistema de lavado	25
17	Cámaras infrarrojas	45
18	Fotografía de un motor eléctrico	47
19	Fotografía infrarroja de un motor eléctrico	47
20	Fotografía de una caldera	45
21	Fotografía infrarroja de una caldera	45
22	Superficie de metal bajo microscopio	60

LISTADO DE SÍMBOLOS

ml	Mililitro.
°F	Grados Fahrenheit.
°C	Grados Centígrados
PHE	Intercambiador de calor de placas.
THE	Intercambiador de calor tubular o Spiraflo.
pH	Grado o nivel de acidez de una sustancia.
US\$	Dólares americanos.
MP2	Programa de software de mantenimiento preventivo.

GLOSARIO

Aeroback (Deareador)	Equipo utilizado para extracción de gases y aire en líquidos, previamente antes de su llenado.
Aséptico	Es el área o proceso en el cual se manejan bajas concentraciones de bacterias por medio de aislamientos y filtraciones.
CIP	Sistema de lavado en el que se utiliza una o varias bombas centrífugas, las cuales hacen circular por la tubería de proceso soda y ácido para la limpieza de válvulas y demás equipo en contacto con el jugo.
Cojinetes	Encargado de soportar cargas en diferentes direcciones y permitir el movimiento.
Cronograma	Este indica calendarizadamente cuando se realizarán los trabajos de mantenimiento.
Empacadora	Equipo que acomoda las cajitas de jugos en bandejas de cartón.

Emplasticadora	Equipo que auxiliado por un horno, se encarga de envolver con nylon las bandejas de jugos que envían las empacadoras.
Esterilizadores	Son sistemas que consisten en dos o más tuberías enrolladas de acero inoxidable, dispuestas dentro de una principal, en el cual circula producto y en otra circula agua caliente o fría, con el fin de elevar la temperatura y bajarla a manera que los organismos contaminantes mueran.
Ficha técnica	Es la recopilación de datos generales del equipo, para incorporarlos en un archivo o base de datos, para agilización de futuras consultas.
Fricción	Es la fuerza interpuesta entre las superficies de contacto de dos cuerpos y resiste el movimiento de un cuerpo en relación con el otro.
Inspección	Son chequeos rutinarios de los equipos pero más profundos y enfocados.
Jugo	Es el extraído de frutas que su consistencia es fina, este no posee pulpa.
Lubricación	Es un proceso mediante el cual se reduce la fricción.

Mantenimiento preventivo

Es la combinación de actividades, mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene o se restaura a un estado en el que puede realizar sus funciones designadas.

Néctar

Este es el extraído de frutas tal como es, este posee su pulpa y tiene una consistencia más grumosa y espesa.

Pajillera

Equipo destinado a colocar pajillas adheridas a la caja de jugo.

Peróxido hidrogenado

Agente químico utilizado para realizar baño esterilizante a los envases.

Producto

Término utilizado en las plantas de producción, dependiendo de lo que fabriquen. Es considerado como la materia prima.

RIME

Sistema utilizado en departamentos de mantenimiento para establecer las prioridades de servicios.

Rutinas de mantenimiento

Serie de actividades programadas que se ejecutan a una máquina o a un conjunto de ellas

denominado sistema, para mantenerlas en perfecto estado de funcionamiento.

Sistemas hidráulicos

Los sistemas hidráulicos están basados en el principio de Pascal de que: si se ejerce una presión en cualquier parte de un líquido confinado dentro de un sistema cerrado, la presión se transmite de forma instantánea y si variación a todas las demás partes del sistema.

Termografía

Son fotografías o videos que captan las variaciones de calor por medio de infrarrojos.

Tetra brik

Envase sellado asépticamente, elaborado con cartón y aluminio.

Tetra Pak

Marca mundial líder en envasado tetra brik.

Viscosidad

Es la fricción interna de un fluido o semifluido, o su resistencia al movimiento interno.

RESUMEN

Se ha dividido el contenido en dos fases, siendo la primera denominada Fase de Investigación, en la que se hace una descripción de los lugares y equipos en los que se han de trabajar.

El área de Tetra Pak esta compuesta por un área de preparación, en la que se formula el jugo o néctar según el caso, pasando luego por dos áreas de esterilización, una denominada Cherry Burrell y la otra Steri Drink, luego es enviado el producto a el cuarto aséptico donde se encuentran 3 llenadoras, estas se encargan de realizar el empaque, llenado y sellado en su presentación de tetra brik, posteriormente pasan respectivamente por una pajillera, una empacadora y al final por una emplastadora, dando por terminado un bandeja con 24 presentaciones de jugo, bien emplastados para su distribución al mercado.

El Departamento de Mantenimiento tiene como objetivo sustentar las demandas de servicios que requieren los equipos para un mejor desempeño y así otorgar la calidad deseada. Esta compuesto por un Jefe de mantenimiento el cual delega o divide el trabajo en área eléctrica y área mecánica, siendo los supervisores para el área eléctrica y coordinadores para el área mecánica.

Para que los servicios que las diferentes áreas efectúen y para facilitar la ubicación o para tener un mejor ordenamiento, se procede a desglosar los equipos en principales y equipos auxiliares, siendo los principales los que están destinados a funciones o etapas del proceso principales, y los equipos auxiliares son los que dan movimiento, energizan o controlan a los equipos principales.

Con esta idea parten las distribuciones de servicio, al tener una idea de donde y a que equipos se deberán de realizar estos programas de mantenimiento se desarrollo la segunda fase denominada Fase Técnico Profesional en el cual se encuentra toda la información técnica y las definiciones que contiene un programa de mantenimiento preventivo.

Se clasifican los trabajos de mantenimiento en trabajos de emergencia, de servicio, de rutina, preventivos, de proyecto y correctivos, con el objetivo de poder dar prioridad y poder ocupar con mejores resultados todos los recursos como mano de obra, tiempo, herramienta, etc. Enfocándonos en los trabajos de prevención. Una de las bases fundamentales de los programas de prevención, son las inspecciones, las cuales están divididas en maquinaria en marcha y con maquinaria parada, con el fin de obtener información útil acerca del estado de piezas o de los equipos en conjunto. Llevándonos esto a que las inspecciones deben de estar orientadas a generar información para corregir y si es necesario cambiar ya sea partes o decisiones.

INTRODUCCIÓN

En el manual de Mantenimiento Preventivo trata de que los participantes conozcan los principios necesarios para la aplicación y los objetivos principales de un Programa de Mantenimiento Preventivo, la metodología para la implementación del mismo, formas de control para su adecuada administración, haciendo especial énfasis en el manejo de Ordenes de Trabajo. Presentándose los procedimientos necesarios para la implementación de Mantenimiento Preventivo en la Línea de envasado de néctares presentación Tetra Pak, en los que se detallan los factores a considerar para su elaboración. Recalcando que estamos estableciendo e implementando Mantenimiento Preventivo.

La implementación de un Programa de Mantenimiento contempla la realización de series de trabajos que se encuentra estrechamente sujetadas, como la elaboración de Fichas Técnicas de la maquinaria, la realización de rutinas de mantenimiento, distribución de las frecuencias necesarias para dichas rutinas de mantenimiento para el desarrollo de el cronograma general de mantenimiento, incluyendo criterios de codificación de equipos, motores, accesorios y partes en general. También es importante la elaboración de Rutinas de Lubricación para alargar la vida útil de la maquinaria en cuestión.

Cuando se habla de la implementación de mantenimiento en una serie de equipos, se ha venido evolucionando la serie de ejercicios para que dicho equipo funcione como es de esperarse, puesto que en una planta de producción como lo es en este caso, la producción de néctares de fruta envasado Tetra Pak, se desea que la línea funcione bien, para llenar los requerimientos de producción diaria, semanal o mensual. Es por ello que el mantenimiento se ve sujeto a la aplicación de administración, puesto que es más compleja la implementación de mantenimiento para que se obtengan resultados más visibles, y se pueda controlar toda la serie de trabajos que se ven involucrados y así no caer en la aplicación de mantenimientos correctivos que usualmente se había venido creyendo que era la mejor solución para mantener un equipo funcionando y que este llenará los requerimientos de producción.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

En el área de envasado de néctares de fruta Tetra Pak, esta compuesta por una área de preparación, dos áreas de esterilización y por tres líneas de producción denominadas como línea 51, 52 y 53 las cuales están compuestas cada una con su respectiva llenadora, pajillera, empacadora y de último todas las líneas pasan por una emplastadora en común, para luego ser despachadas a bodega de producto terminado.

El proceso comienza en el área de preparación donde se le da la consistencia al néctar y se le agregan los diferentes suplementos vitamínicos, minerales, ácidos y azúcar. Luego se distribuye entre las dos áreas de esterilizado para luego entrar en el área aséptica de llenado y envasado, y que posteriormente serán enviados los jugos para colocarle su pajilla, y ser agrupados en bandejas de cartón para ser empacados y emplastados.

Es en esta área donde se pretende implementar el análisis para determinar el funcionamiento de las líneas, y los requerimientos que se deben cumplir para su buen funcionamiento, y posteriormente poder desarrollar así la documentación respectiva para la elaboración del Manual de Mantenimiento Preventivo.

No obstante que se tiene claro los objetivos primordiales que debe perseguir un buen programa de mantenimiento preventivo, se puede reducir de la siguiente manera. Eliminar todas las fallas mecánicas, objetivo que se puede lograr mediante la investigación de los siguientes procedimientos, si en caso no existiesen algunos, se puede comenzar con su desarrollo y posteriormente su aplicación:

1. Definir el área de aplicación del programa de mantenimiento preventivo.
2. Organización del departamento de mantenimiento para que pueda hacerse cargo de la ejecución del programa. Hacer un inventario de recursos humanos y establecer si es suficiente para desempeñar la tarea. Un organigrama del departamento y la descripción de cada puesto será de gran ayuda.
3. Contar con un diagrama de flujo con tanto detalle para la ejecución del mantenimiento preventivo.
4. Definir los objetivos que se pretende alcanzar y elaborar un cronograma de ejecución.
5. Levantar un inventario de todo el equipo, motores, herramientas, accesorio, repuestos y definir un criterio de codificación que permita una eficiente identificación de todos y cada uno de los artículos involucrados.
6. Realizar un listado de equipo y posteriormente codificarlos, luego se iniciará la compilación de información para crear la ficha técnica. Como un buen punto de partida, se debe tomar todos los datos de placa de los equipos que deberá actualizarse continuamente.

7. Uno de los primeros pasos en la implementación del mantenimiento preventivo, es la utilización de la “Orden de Trabajo”. En consecuencia, debe diseñarse una que contenga toda la información necesaria no sólo para la ejecución de los trabajos, si no que además sirva como fuente de información para construir la ficha histórica o historial de cada equipo.
8. Prepararse para procesar toda la información que generará el uso de las órdenes de trabajo, es decir, diseñar la ficha de mantenimiento para cada equipo.
9. Crear un programa de lubricación.

1.1 Descripción del área Tetra Pak

El área Tetra Pak es denominada así por la marca de los equipos principales, específicamente las llenadoras y el área final de empaçado. Esta comienza en el área de preparación del jugo o néctar, que consiste en darle la consistencia necesaria y la incorporación de suplementos, que posteriormente será distribuido el producto a las dos áreas de esterilización denominadas área Cherry Burrell y área Steri Drink. Luego de que el producto es esterilizado, pasa al área de llenadoras y envasadoras las cuales están dispuestas en tres líneas enumeradas de la siguiente manera 51, 52 y 53, luego de realizado el llenado y envasado los jugos son enviados cada cual en sus respectivas líneas al área de empaçado, donde primero son enviados a las pajilleras para el pegado de su pajilla, y luego enviados a las empacadoras donde son colocados los jugos en bandejas de cartón y finalmente son enviados a una emplastadora que es común a las tres líneas para luego mandar las bandejas de jugo o néctar a la bodega, para ser introducidos al mercado para su venta.

1.1.1 Equipo de llenado y envasado línea 51, 52 Y 53

Las llenadoras se encuentran ubicadas en un cuarto aséptico, el cual consiste en un recinto aislado del resto del área para crear un ambiente estéril mientras se llenan y forman los envases, obteniendo así una producción de envases herméticamente sellados, listos para ser enviados al área de empaquetado, donde se le colocará su pajilla y posteriormente se embandejan y se emplastican.

Las llenadoras incluyen la función de envasado, comenzando con la colocación de rollos de material para el envasado, estos rollos son puestos en la llenadora donde el material de envase es desenrollado y va hacia el baño estéril de la máquina. Peróxido de hidrógeno es aplicado a las superficies del material de envase mientras este pasa por el baño estéril. Pasa por rodillos que doblan el material y paso a paso se forma un tubo. Justo antes del sellado longitudinal, el producto es admitido por medio de una tubería llenadora que se extiende hacia abajo por el centro del tubo. La tubería de llenado se extiende por debajo del nivel de producto, el flujo de producto se regula.

La costura transversal es hecha a intervalos regulares por debajo del nivel del producto. Para poder hacer el sellado transversal, el producto tiene que ser alejado de la zona de sellado. Esto se logra cerrando unas mandíbulas selladoras aplicando presión y luego calor. Las unidades individuales son cortadas de acuerdo a la capacidad de volumen de la máquina. Estas unidades son luego llevadas al plegador final, donde reciben su forma de ladrillo sellando las aletas hacia abajo y hacia el fondo respectivamente.

DATOS TÉCNICOS

LLENADORA LÍNEA 51 Y 52 (figura 1)

Marca: Tetra Pak

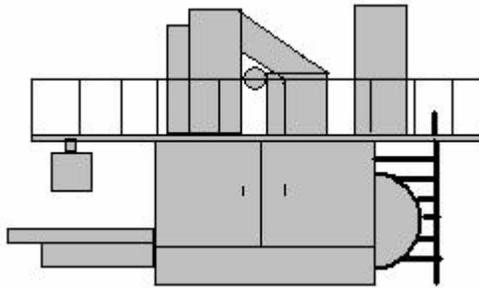
Modelo: TBA

Aceite c/ aditivos EP

Aceite Hidráulico ATF Shell

Conexiones: 380/220V y 50/60 Hz trifásico AC

Figura 1. Llenadoras 51 y 52.



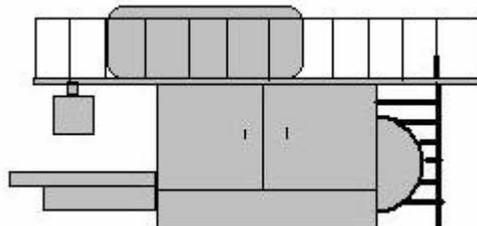
LLENADORA LÍNEA 53 (figura 2)

Marca: Tetra Pak

Aceite c/aditivos EP

Aceite Hidráulico ATF Shell

Figura 2. Llenadoras 53.



A continuación se hace la distribución de las diferentes presentaciones de producto que se trabaja en cada línea.

Línea 51	Línea 52	Línea 53
Fun-c	Fun-c	Junior
Uva, kiwi-fresa, Melocotón, Manzana Piña, Naranja.	Uva, kiwi-fresa, Melocotón, Manzana Piña, Naranja.	Piña, Pera, Melocotón, Manzana, Fruti-ponch, Jugo de Uva.
Kern´s (Néctar)	Kern´s (Néctar)	Pastas
Piña, Pera, Melocotón, Manzana	Piña, Pera, Melocotón, Manzana	Con Cebolla, Con ajo, Natural

Las llenadoras de las líneas 51 y 52 procesan jugos de 250 ml, con una producción de 75 unidades por minuto y la llenadora de la línea 53 produce jugos de 200 ml y tiene la capacidad de producir 130 unidades por minuto, siendo la marca Junior la única producción exclusiva de esta llenadora aunque en la actualidad se esta envasando pasta pero en menor producción.

La llenadora 52 consta de una unidad adicional que controla la viscosidad del producto a utilizar denominado de alta viscosidad. Sin olvidar mencionar que las llenadoras son limpiadas por un sistema de lavado denominado CIP, el cual consiste en una bomba centrífuga, que trabaja con soda y ácido para la limpieza de válvulas y de la llenadora en general.

Las llenadoras son auxiliadas por sistemas de aire comprimido, sistemas de vapor, sistemas eléctricos, sistemas hidráulicos, líneas de suministro de agua fría y caliente. Los sistemas que mencionamos son de gran importancia, siendo el fabricante el que establece los parámetros que se deben de tomar en cuenta para su instalación, que vienen adjuntos en los manuales de instalación.

1.1.2 Unidades pajilleras

Luego de llenado y envasado los jugos son enviados a las pajilleras para que se le adhiera su respectiva pajilla, utilizando para ello un pegamento especial. La pajillera trabaja con sistemas mecánicos, movilizados por dos motores reductores, siendo el de index y el de la pajillera, el motor reductor de index, solo moviliza la banda transportadora plástica que conduce los jugos hacia ella, y el otro motor reductor simplemente da movilidad a los sistemas mecánicos de la pajillera. También es auxiliado por sistemas neumáticos, que ayudan al sistema de colocación de pajilla, estas consta de un equipo de apoyo que es el que se encarga de la aplicación de pegamento.

Todo el envío se realiza a través de bandas transportadoras plásticas, que conducen los jugos a las pajilleras 51, 52 y 53 luego de ello se transportan los jugos a las empacadoras respectivas. La línea 53 utiliza una pajillera más moderna que las otras dos líneas, esta pajillera no utiliza lubricación. Por lo que presta un servicio más limpio. Las pajilleras 51 y 52 tienen incorporado un sistema de lubricación sencillo.

DATOS TÉCNICOS:

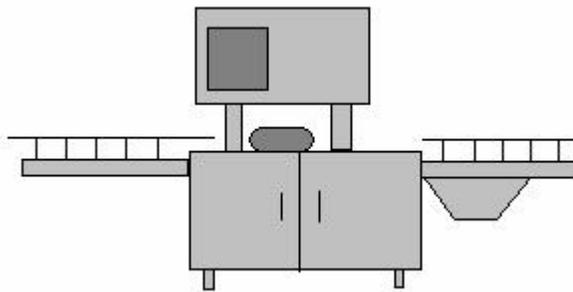
PAJILLERAS 51 y 52

Marca: Tetra Pak

Tipo de Lubricante: Omalla 2-20

Lubricante Hidráulico: ATF Shell

Figura 3. Pajilleras 51 y 52.



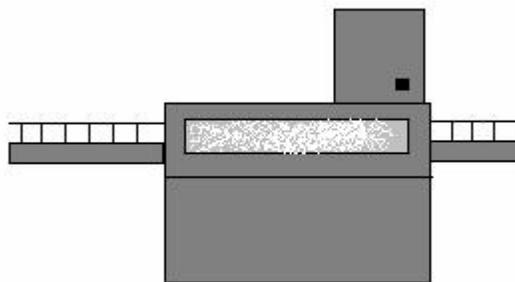
PAJILLERA 53

Marca: Tetra Pak

Tipo de Lubricante: No utiliza

Lubricante Hidráulico: ATF Shell

Figura 4. Pajillera 53.



1.1.3 Unidades de empaçado

Las unidades de empaçado, denominadas empaçadoras, se encuentran ubicadas después de las pajilleras, respectivamente en las líneas 51, 52 y 53, estas tienen la función de colocar los jugos en bandejas de cartón para luego ser enviadas a la emplastadora. Las unidades empaçadoras están comunicadas a las pajilleras por medio de bandas transportadoras, los jugos serán colocados en grupos de 24 unidades por bandeja. Las empaçadoras opera con por varios motores reductores, que se encargan de movilizar los sistemas mecánicos, como el sistema de alimentación de cartón para la elevación del cartón y otro para la colocación del cartón, también se utiliza otro para la banda transportadora que conduce los jugos hacia ella.

La empaçadora utiliza una cadena con dedos que sincroniza la alimentación del cartón, esta es movilizada por otro motor reductor. Se utiliza un sistema de pegado que coloca pegamento en las cuatro esquinas de la bandeja de cartón, mientras se está realizando el pegado del cartón, se introducen los jugos ya ordenados por medio de un alojamiento y guía para agruparlos para ser empujados hacia la bandeja, posteriormente son levantadas las pestañas del cartón para que se adhieran y formen la bandeja, y finalmente se envían a la emplastadora. También cuenta con sistemas neumáticos, que son los que se encargan de movilizar el empujador de jugos en el alojamiento, de dar movimiento a las pistolas de pegamento, de accionar succionadores para jalar la bandeja de cartón y colocarla en la cadena de dedos para ser conducida al sistema de pegado.

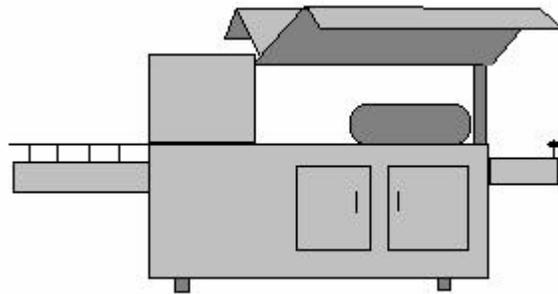
Las empacadoras de la línea 51 y 52 funcionan con los mismos principios debido a que son del mismo modelo, pero la empacadora de la línea 53 es de un modelo más reciente, ya que esta incluye sistemas automáticos más eficientes, y más sistemas neumáticos.

DATOS TÉCNICOS

EMPACADORA

Marca: Tetra Pak

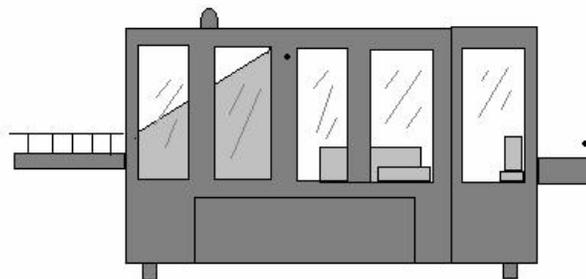
Figura 5. Empacadora 51 y 52.



EMPACADORA 53

Marca: Tetra Pak

Figura 6. Empacadora 53.



Entre las unidades de empacado incluiremos a la emplastadora la cual es la única en el área, en ella entran las bandejas de jugos, las cuales pasan por una sección donde se les envuelve en plástico y es sellado en una especie de bolsa, que luego es introducido al horno a temperatura de 200°F aproximadamente que ocasiona que el plástico se comprima dejando bien sellada la bandeja, que posteriormente es ordenada en tarimas para su almacenamiento. Siendo este la culminación del proceso en el área Tetra Pak.

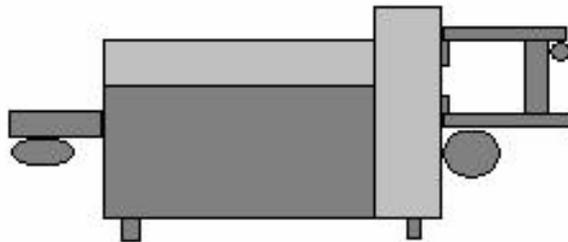
DATOS TÉCNICOS

EMPLASTADORA

Marca: Tetra Pak

Voltaje: 230 / 460 Volt.

Figura 7. Emplastadora.

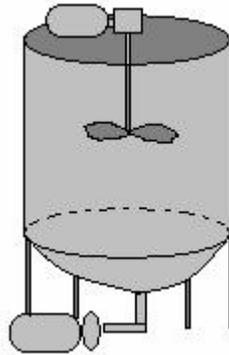


1.1.4 Área de preparación

Esta área en la primera del proceso, comenzado con el bombeado de concentrado de frutas que viene herméticamente cerrado en toneles, el bombeo es efectuado por medio de una bomba de doble diafragma, para ser depositado en el primer tanque de esta área denominado tanque de mezcla como su nombre lo indica, este mezcla el concentrado con agua, hasta lograr la consistencia deseada, el proceso de mezclado dura en promedio 20 minutos. Luego de ello la mezcla es enviada a una centrífuga separadora de sólidos si se va a trabajar jugo, pero si no entonces se envía directo al siguiente tanque si lo que se va a trabajar es néctar.

Siendo la diferencia entre jugo y néctar, que el jugo esta libre de pulpa, y el néctar conserva la pulpa y tiene una consistencia grumosa y más espesa. Luego que se decide que se trabajará, si jugo o néctar la mezcla es enviada al tanque de clarificado en este tanque se le incorporan los diferentes complementos vitamínicos, minerales, ácidos y azúcar. Este proceso de incorporación y mezclado dura un promedio de 20 minutos. Luego de ello es enviada la mezcla a los diferentes tanque de acumulación, los cuales están destinados a las dos áreas de esterilización, donde los tanque "A" y "B" suministran la mezcla al área denominada Cherry Burrell y el tanque restante se encarga de enviar la mezcla al área denominada Steril Drink. La mayoría de los tanques de mezcla se ajustan al siguiente esquema. (Figura 8)

Figura 8. Esquema de tanques de mezcla.



Los tanques de área de preparación están auxiliados para efectuar el mezclado con agitadores, los cuales están conformados por un motor reductor adaptado a él una paleta con un asa al final de la misma. Para el envío de la mezcla se utilizan bombas de desplazamiento positivo, con su respectivo motor. Debido a que se maneja producto alimenticio toda el área esta construida con acero inoxidable, esto incluye los tanques, las tuberías donde se transporta la mezcla de producto, accesorios como llaves de paso, la estructura de las bombas, los agitadores otros.. La duración completa del procesamiento del producto esta entre 50 y 60 minutos. Esto incluye el envío de la mezcla ó producto a los tanques de acumulación.

1.1.5 Área de Cherry Burrell

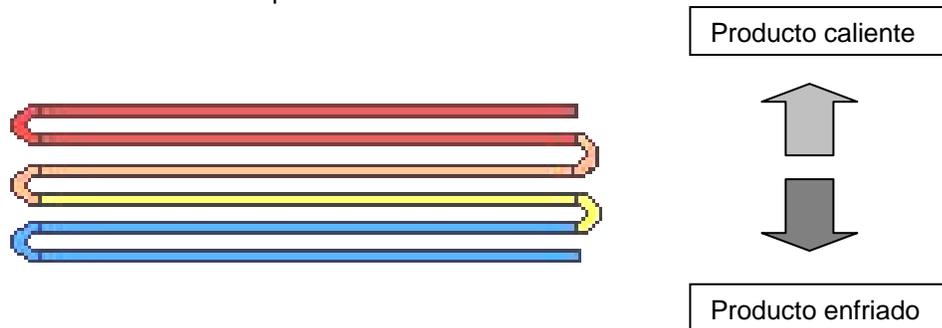
En esta área se efectúa el proceso de esterilización y posteriormente el envío hacia el área de llenado y envasado. El proceso en el área Cherry Burrell comienza con la limpieza de todos sus equipos utilizando un tanque denominado tanque de esterilización, y tiene la función de lavar y esterilizar todos equipos y las tuberías.

Iniciando el proceso con el envío de producto del área de preparación al tanque de acumulación de Cherry Burell este esta compuesto por un agitador, movilizado por un motor reductor, este tanque de acumulación es también denominado tanque de producto, luego de ello el producto es enviado por medio de una bomba centrífuga a un tanque de vacío denominado aeroback , el cual se encarga de someter el producto al vacío para eliminar burbujas de aire que pueda traer de la turbulencia ocasionada por su transportación en las tuberías.

Este tiene una membrana que distribuye el jugo hacia sus paredes, para que caiga con suavidad. Luego de pasar el producto por el tanque aeroback, es enviado al sistema de esterilización, el cual esta compuesto por una serie de tuberías dispuestas como serpentines, y auxiliado por un intercambiador de calor y una bomba de agua caliente, lo que hace es calentar el producto a cierta temperatura por medio de agua caliente para eliminar bacterias y luego se baja la temperatura por medio de agua fría, el proceso actúa con el principio básico de la pasteurización.

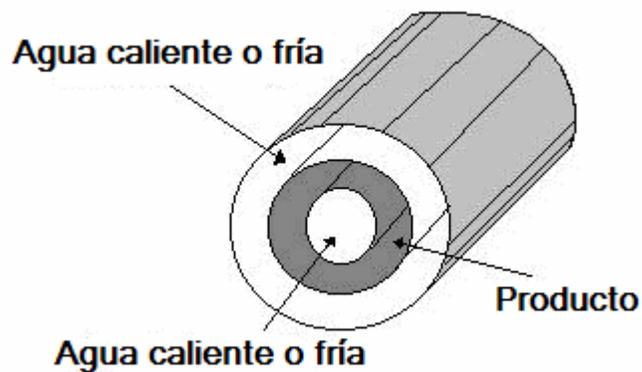
Como se indica en la figura No. 9 el producto es elevado a 120°C en la parte superior de la tubería y posteriormente se va enfriando hasta una temperatura de 25°C mientras va circulando hacia la parte inferior de la tubería.

Figura 9. Distribución de temperatura en la tubería.



La tubería del serpentín está compuesta por 2 tuberías interiores para separar el producto, de las tuberías que llevarán agua caliente o agua fría, dispuestas de la siguiente manera mostrada en la figura 10. Es necesario para la esterilización separar el producto, para que pueda tener más superficie de contacto con las otras secciones de la tubería y pueda tener mayor área de transferencia de calor, cuando sea necesario elevar su temperatura y posteriormente disminuirla.

Figura10. Estructura de tubería área Cherry Burrell.



En esta área al igual que la de preparación es auxiliado por motores eléctricos, reductores, bombas de desplazamiento positivo, bombas de velocidades, bombas cip, bomba de vacío, válvulas electro-neumáticas, válvulas neumáticas, y como se trata de proceso alimenticio todo elemento que tenga contacto con el producto, es de acero inoxidable, esto incluye las tuberías, los tanques, válvulas en general, llaves, otros. Luego de terminar el proceso de esterilización del producto, este es enviado al área de las llenadoras.

1.1.6 Área de Steri Drink

Esta área como su nombre lo indica es la otra área de esterilización del producto, en este caso es la esterilización del jugo o néctar. El área esta compuesto por varios elementos como intercambiador de calor, tanques de balance y tanques de vacío denominados aeroback o deareador, válvulas neumáticas y/o electro-neumáticas, bombas centrífugas, bombas de vacío y un sistema de esterilizado entre otros, esta área tiene el mismo objetivo que el área de Cherry Burrell, la diferencia es que esta área es más tecnificada, porque cuenta con equipos más modernos y más eficientes. Describiremos a continuación algunos de los elementos de equipo que conforman el área.

INTERCAMBIADOR DE CALOR

El intercambiador de calor se emplea para calentar / refrigerar el producto utilizando agua fría o caliente.

El intercambiador de calor se ofrece en dos versiones distintas:

- Intercambiador de calor de placas (PHE)
- Spiraflo (intercambiador de calor tubular, THE)

En un PHE las placas se agrupan por paquetes y se sujetan en un bastidor cada par de placas adyacentes formando un canal de paso, con el agua helada y el agua caliente circulando en canales alternativos. Dos o más secciones independientes pueden alojarse en el mismo bastidor.

En un spiraflo, dos o más tubos están rodeados para una carcasa cilíndrica. Normalmente, por los tubos circula el producto mientras, que por el anillo va formando entre la superficie interna de la carcasa y la superficie externa de los tubos circula el medio de calentamiento / enfriamiento. (Figura 11)

Figura 11. Intercambiador de Calor PHE.



TANQUE DE BALANCE

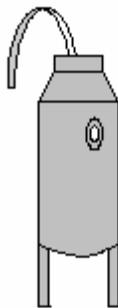
El tanque de balance se utiliza para mantener constante el nivel de líquido de entrada. Un flotador en el interior de tanque regula la válvula de admisión.

- Nivel bajo: se abre la válvula de admisión.
- Nivel alto: se cierra la válvula de admisión.

AEROBACK (DEAREADOR)

Se emplea para extraer gases y aire del producto, como es en el caso del tanque aeroback del área Cherry Burrell (figura 12), para que luego se introduzca en la zona de calentamiento final de los intercambiadores de calor. Utiliza una bomba de vacío para someter el producto a presiones bajas, para empujar el aire para que suba y se dispone el producto para que caiga en forma suave a través de las paredes y no cause más turbulencia.

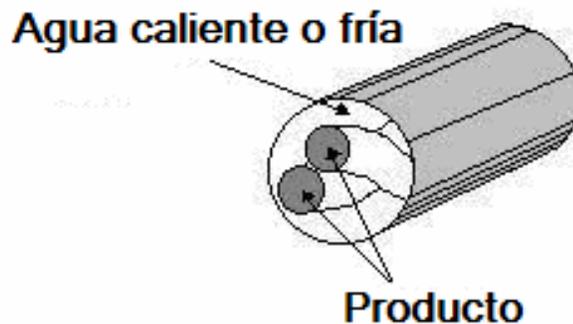
Figura 12. Tanque Aeroback área Cherry Burrell.



SISTEMA DE ESTERILIZADO

El sistema de esterilizado consiste en dos tuberías enrolladas de acero inoxidable (figura 13), dispuestas dentro de la tubería principal, en el tubo interior circula el producto, en este caso circulará jugo o néctar, y en el otro tubo circulará agua caliente o agua fría, el proceso consiste en calentar el producto entre 110 y 115°C y luego se procede abruptamente a bajar la temperatura entre 20°C y 25°C.

Figura 13. Estructura de tubería Cherry Burrell.



El sistema de esterilizado (figura 14) está diseñado para el tratamiento térmico de zumo (jugo natural) y otros productos de alta acidez. El producto está expuesto a un breve período de intenso calentamiento y enfriamiento para desactivar enzimas y matar microorganismos no deseados, por ejemplo, levadura y moho. Dado que el tratamiento se lleva a cabo en un sistema cerrado, se evita la reinfección.

Temperaturas entre 80 y 115°C durante períodos de 5 a 60 segundos son suficientes para productos de alta acidez ya que las esporas bacterianas que sobreviven este tratamiento de tiempo breve de alta temperatura no pueden desarrollarse en el entorno ácido del zumo. Si el pH del producto está cerca del 4,5 es posible que deba tratarse el producto a una temperatura de hasta 121°C.

Figura 14. Sistema de esterilización área Steri Drink.



1.1.7 Descripción del Departamento de Mantenimiento

El Departamento de Mantenimiento desempeña sus labores para coordinar la demanda de mantenimiento y los recursos disponibles para que alcance un nivel deseado de eficiencia y eficacia.

Para mantener un sistema eficaz de operación y control se trata de incorporar las siguientes características:

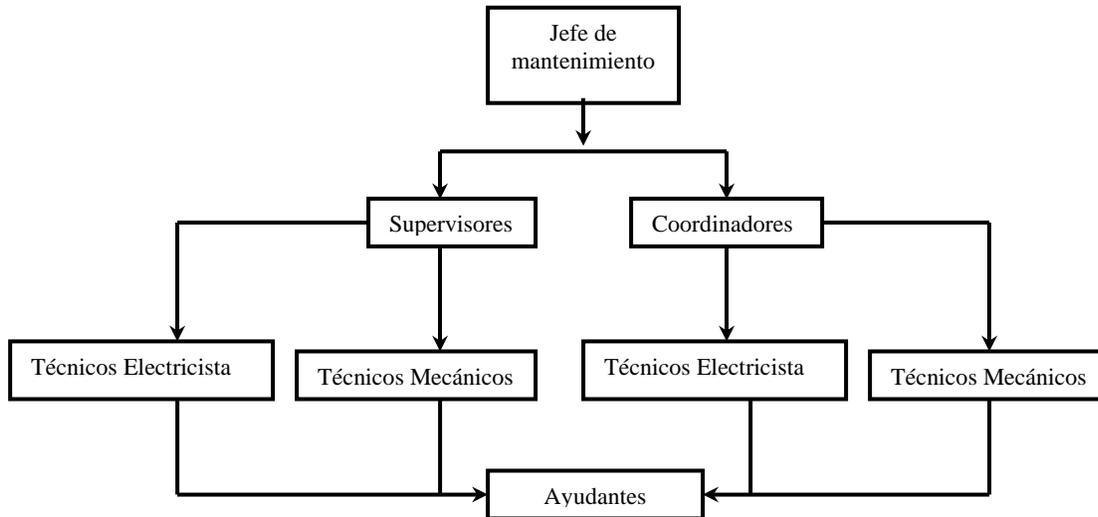
1. Demanda de mantenimiento (es decir, que trabajo debe hacerse y cuando).
2. Recursos de mantenimiento (es decir, quien hará el trabajo y que materiales y herramientas se necesitan).

3. Procedimientos y medios para coordinar, programar, despachar y ejecutar el trabajo.
4. Normas de rendimiento y calidad (es decir, cuanto tiempo se requerirá para hacer los trabajos y las especificaciones aceptables).
5. Retroalimentación monitoreo y control (es decir, el sistema debe generar información y reportes para el control de costos de calidad y condición de la planta, de igual manera es esencial acondicionar un mecanismo de recopilación de datos y un seguimiento regular para la retroalimentación y el control).

El Departamento funciona mediante un sistema de órdenes de trabajo, el cual es un vehículo para planear y controlar el trabajo de mantenimiento. Generando la información necesaria para vigilar e informar sobre el trabajo de mantenimiento.

Para desempeñar con mayor eficacia y eficiencia como ya se ha mencionado, el departamento ha dividido sus tareas en dos categorías que son: el área de mantenimiento eléctrico y el área de mantenimiento mecánico. Distribuyendo así cada trabajo según la necesidad o la combinación de ambos. Donde cada área maneja sus órdenes de trabajo con el mismo criterio, pero con sus respectivas variantes de aplicación pero en este caso nos enfocaremos más en el área mantenimiento mecánico. Haciendo la observación que cada área tiene su personal respectivo. El Departamento de Mantenimiento se encuentra organizado a manera de establecer una estructura sólida para llenar de una mejor forma las necesidades de una planta para que se le dé seguimiento adecuado a las mismas. Presentando la siguiente estructura en la figura 15.

Figura 15. Estructura del Departamento de Mantenimiento



Fuente: Alimentos Kern de Guatemala S.A. **Departamento de Mantenimiento.**

A grosso modo el Departamento de Mantenimiento actúa con una serie de órdenes de trabajo para contrarrestar las diferentes fallas que se puedan suscitar. Comenzando por la detección de la falla a través del personal operario que se encuentra diariamente trabajando con la maquinaria.

El personal operario hace el informe al encargado de mantenimiento del turno respectivo, cuando nos referimos al encargado de mantenimiento, se refiere al coordinador de mantenimiento que se encuentre en turno, luego de ello el coordinador procederá a verificar la causa del problema y asignará al personal necesario, ya sea este un problema mecánico, y si el problema es del tipo eléctrico, se procederá a comunicarlo al departamento de supervisores.

En el área de Tetra Pak los empleados técnicos están altamente capacitados, debido a que esta es el área más tecnificada en toda la planta, es por ello que el personal técnico resuelve las necesidades de mantenimiento del área, ya sea de índole mecánico y eléctrico. Y siempre se encuentran dirigidos y apoyados por el Coordinador de Mantenimiento que se encuentre en turno.

1.1.8 Desglose del equipo

El desglose del equipo, es una de las primeras actividades que se deben de realizar para comenzar a conocer el equipo. El desglose bien estructurado nos servirá también para la iniciación del codificado del equipo, daremos una serie de recomendaciones de cómo podremos comenzar a trabajar en una línea grande de producción.

Uno de los criterios que debemos de recordar es que si tenemos una secuencia de procesos bien marcada en nuestra línea de producción, entonces podemos utilizarla para poder desglosar nuestros equipos, dándole también la misma secuencia. Por ejemplo, tenemos una línea de lavado de frijol, esta lavadora tiene varias etapas, como el sistema de alimentación de frijol, el sistema de alimentación de agua, sistema de selección, sistema de limpieza, sistema de lavado, sistema de zarandeo, sistema de envío del frijol ya limpio.

Entonces al tener claro cuales son los diferentes sistemas de proceso que actúan en nuestra lavadora, podemos utilizar la misma, para desglosar los sistemas en los componentes más pequeños y que son auxiliares de los sistemas, como por ejemplo el sistema de alimentación de fríjol, lo podemos desglosar en sus elementos auxiliares como, tolva de alimentación, soplador para envío, motor de soplador de envío, tubería de envío, otros.. Este podría ser un buen criterio de desglose, ya que si tenemos muchos elementos auxiliares iguales o parecidos los podemos ubicar si le colocamos la descripción de donde pertenecen y si es posible que función desempeña.

CODIFICACIÓN DEL EQUIPO:

Una de los mejores criterios de codificación es aquel que no lleva mucha complejidad en su estructura, o es decir que es más sencilla de entender, pero diseñada de tal forma que el mismo código por sí mismo aporte información básica sobre el equipo que identifica. Entonces a continuación presentamos una forma sencilla que se utilizan varias empresas.

El código consta de tres apartados, como se muestra a continuación,

AAA-BBB-CCCC

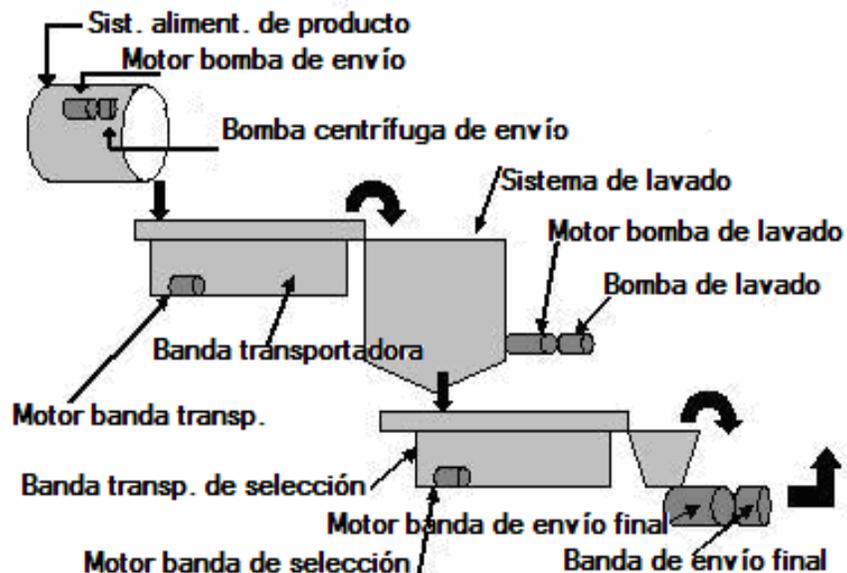
AAA: Especifica el código del área o sección del proceso donde se ubica el equipo, o bien puede ser el código de una línea de producción, ya que si la empresa trabaja con varios productos deberá de distinguirlas unas de otras.

BBB: Identifica la clase de equipo de que se trata, en esta se pueden incluir sistemas grandes o simplemente elementos auxiliares para un mecanismo más complejo, como por ejemplo, un motor eléctrico.

CCCC: Este indica el correlativo del equipo de su misma clase, o sea que este lleva el conteo de cuantos elementos hay con respecto a una línea de producción o con respecto a toda la planta.

A continuación daremos un ejemplo de la utilización del criterio anteriormente descrito. Se presenta un sistema de lavado y de cómo podría estar estructurado (figura 16).

Figura 16. Estructura del sistema de lavado.



Tenemos un sistema de lavado de frijol, y se tomará en cuenta el criterio de desglose según se realice el proceso, agrupándolo en sistemas más complejos, y luego por elementos auxiliares de cada sistema que se halla identificado, se puede apreciar que se tienen varios sistemas de proceso, como el sistema de alimentación de producto, luego el sistema de lavado, y luego el sistema de selección, estos son los más enmarcados, pero tenemos otros como las bandas transportadoras, y la bomba de envío final que bien podría ser denominada como un sistema de envío.

Luego de tener clasificados los sistemas, podemos ver cuales son los elementos auxiliares. En el caso del sistema de alimentación de producto, tiene una bomba centrífuga de envío, un motor eléctrico, y el tanque o tolva de abastecimiento de producto. Entonces de esta manera se presentará el desglose y posteriormente la codificación. Muchas veces se tendrá que tomar en cuenta los criterios de localización de equipos con que cuenta la empresa.

Entonces se procederá a desarrollar un desglose y codificación para el siguiente ejemplo de sistema de lavado para frijol. Muchas veces la descripción de lo que realiza un equipo, es el nombre más efectivo para su localización, por ejemplo en la figura 16 (del sistema de lavado) hay motores eléctricos que son llamados según la función que estén desarrollando, como un motor que este dando tracción a una banda transportadora, le podemos asignar como nombre, "motor de banda transportadora" y podemos añadir a que sistema al que este pertenece, el cual podría ser el sistema de selección del frijol, entonces el nombre podría quedar de la siguiente manera, motor de banda transportadora de selección , quedando el desglose como se muestra en el siguiente listado.

Línea de lavado de frijol

Sistema:

Sistema de alimentación de frijol

Componentes:

Tanque de abastecimiento

Bomba centrífuga de envío

Motor eléctrico para bomba de envío

Sistema:

Transportadora de envío a sistema de lavado

Componentes:

Banda transportadora

Motor eléctrico para banda transportadora

Sistema:

Sistema de lavado

Componentes:

Tanque de lavado

Bomba de lavado

Motor eléctrico de bomba de lavado

Sistema:

Sistema de selección

Componentes:

Banda transportadora de selección

Motor eléctrico de banda de selección

Sistema:

Sistema de envío final

Componentes:

Bomba de centrífuga de envío

Motor eléctrico de bomba centrífuga de envío

Ahora se proseguirá a la codificación, ya se mencionó que el primer apartado nos dirá a que línea de producción pertenece el elemento, en este caso se pueden asignar letras o números, entonces el sistema de lavado se encuentra en el área de frijol se puede denominar como “ FJ “ aquí se coloca una abreviación fácil de ubicar es la palabra frijol. Luego se tiene el segundo apartado que identifica los diferentes equipos, en este caso se puede asignar por ejemplo “MT “ a los motores o un número “ 718 “ realmente se puede utilizar cualquiera de los dos pero en este caso se utilizará números para las respectivas identificaciones. Y por último se tiene el apartado de los correlativos, el cual es simplemente un contador de los diferentes elementos que se tienen. En este caso el sistema de lavado de frijol tiene 5 motores, entonces si les asigna código quedaría de la siguiente manera:

FJ-718-0001	Motor eléctrico para bomba de envío sistema de alimentación
FJ-718-0002	Motor eléctrico para banda transportadora a sistema de lavado
FJ-718-0003	Motor eléctrico de bomba de lavado de sistema de lavado
FJ-718-0004	Motor eléctrico de banda transportadora de selección
FJ-718-0005	Motor eléctrico de bomba de envío final

De aquí en adelante se puede tener ya el listado de equipo y se puede adjuntarle su respectivo código y saber cuantos motores se tienen con el simple hecho de ver cual es el último número del correlativo o sea el apartado tres. Es algo simple de ver, pero si se toma en cuenta que con estos códigos se tendrá acceso a una mayor información de los elementos que se desean consultar, observaremos que es importante no cometer errores.

Entonces si sumamos todas las líneas que existen y todos los elementos que en ella contribuyen, se verá que son muchos, y la simpleza del código jugará un papel importante. En si la codificación adecuada de los equipos puede facilitar la búsqueda de los elementos en toda la planta.

1.1.9 Diagnóstico inicial del área Tetra Pak

El área Tetra Pak tiene sus inicios en el año de 1989, para ser más exactos un 20 de diciembre, se comienza con el montaje del área de preparación, el área de esterilización Cherry Burrell, llenadora y pajillera, asignándole como referencia el nombre de línea 51. Con éxito se logra un 28 de enero de 1990 la puesta en marcha de la línea 51 completa, aunque trabajando la parte del encajado a mano, generando en promedio 1600 unidades por hora.

Luego en el año de 1992 se completa la línea 52 con la empacadora, pajillera y emplastadora, también se incorporan la empacadora para la línea 51, agilizando así notoriamente la producción, utilizando en común la emplastadora. Desde los comienzos de la línea 51 se ha trabajado jugo bajo la marca Fun-c, en el arranque de la línea 52 se comenzó la producción de néctares en sus diferentes marcas y sabores, en ese entonces se utilizaba un equipo denominado Pull Tab, o mejor conocido como el sistema “abre fácil” que se utilizaba para la presentación de mezclas y jugo de naranja. Pero se dejó de utilizar el sistema abre fácil.

En el año 2002, se instala la línea de producción 53, siendo unos de los equipos más actualizados en cuanto a empaques asépticos, esta línea se instala completamente, haciendo uso siempre de la emplastadora en común con las tres líneas. Produciendo la nueva presentación de Junior, Ducal, y Kern.

Los comienzos de los programas de mantenimiento para el área Tetra Pak datan desde hace 15 años en promedio donde la proveedora de esta marca de equipos, realiza una serie de programas de mantenimiento denominadas de proveedor, el cual se encarga de desarrollar rutinas según horómetros los cuales son realizados por personal debidamente capacitado por parte de la empresa Tetra Pak. También la empresa proveedora Tetra Pak envía al Departamento de Mantenimiento una serie de ordenes de trabajo, denominadas para el cliente en este caso es Kern. Estas órdenes son específicamente para cada equipo y son realizadas por el personal técnico de la empresa.

El Departamento de Mantenimiento del área Tetra Pak, se encarga de realizar las composuras necesarias que vaya solicitando el equipo cuando se esta en producción, y también con el paso del tiempo se ha venido generando programas de mantenimiento preventivo en toda el área, para sustentar y actualizar los que son emitidos por la empresa proveedora, está área cuenta con sus un personal fijo, consta de un grupo de técnicos muy bien capacitados, debido a que toda el área es muy moderna y tecnificada, en el que se debe de tener un amplio conocimiento sobre electrónica y mecánica conjuntamente.

Se procederá a trabajar los equipos auxiliares, como motores eléctricos, cajas reductoras, paneles de control, bombas en general, válvulas, bandas transportadoras, tuberías en general entre otros. En los que se efectuará un plan de mantenimiento más detallado y ordenado para mejorar el que ya existe. Se pudo encontrar en archivos de los años 98-99 que las eficiencias de las tres líneas se encuentran entre los 88% y 96.5%. Por lo que podemos apreciar que desde los comienzos se ha venido tomando en cuenta los criterios de prevención, pero como todo cambia, no es extraño que se desee mejorar lo existente y actualizar la documentación de nuevos equipos que se han venido adaptando.

Por lo que se puede ver es que se ha dado mucho énfasis en la realización de estas actividades de prevención, en algunos equipos no han tenido variante desde sus inicios hasta la fecha, solo podemos referirnos que han variado algunos equipos, ya que se han instalado sistemas auxiliares nuevos, y se han dejado de utilizar otros como el sistema de “abre fácil” el cual generaba algunos contratiempos, pero en general siempre se han realizado los programas que se pre-establecieron en sus inicios.

Podemos concluir brevemente que la eficiencia del área Tetra Pak se ha mantenido entre los parámetros de 79-95 %. El cual se encuentra bien controlado por los diferentes departamentos que se encuentran involucrados, hablando ya sea de producción y de mantenimiento. Siendo una de las líneas mejor cuidadas por parte de su personal técnico y por ello siempre mantienen altos porcentajes de eficiencia.

2. FASE TÉCNICA-PROFESIONAL

Es en esta área donde se realiza toda la concentración los criterios técnicos recopilados en el campo, tras investigaciones, conocimientos empíricos por parte de técnicos y personal involucrado, criterios basados en observaciones personales.

Podemos comenzar con la aplicación de los conceptos y datos adquiridos para su utilización, tal como los principios de administración del mantenimiento, el cual nos da los parámetros de arranque para la creación de herramientas para lo que deseamos realizar que llene los requerimientos de nuestros equipos o mejor dicho en general de nuestro departamento de mantenimiento.

El conocimiento de las funciones que un Departamento debe de desempeñar, el reconocimiento de la carga de trabajo, el análisis de cuanta capacidad tiene el personal, las herramientas con que se cuenta para la puesta en marcha del plan de mantenimiento preventivo, los conceptos básicos que abarca un mantenimiento preventivo entre otros, son las bases que podemos extraer de antiguos archivos, bitácoras o consultas entre personal de diferentes jerarquías de mando.

Se recalca entonces que la debida información facilitará el arranque del proyecto, tener claro que mantenimiento preventivo son todas aquellas rutinas que nos permitirán preveer alguna falla grave en un futuro, o que son todas aquellas rutinas que mantienen los equipos en optimas condiciones, o simplemente decir, que una apropiada lubricación es la mera esencia del mantenimiento preventivo, entonces podemos proveernos de armas para un estudio a conciencia de los equipos en los cuales debemos de implementar las actividades de mantenimiento preventivo.

El conocer que tipo de carga de mantenimiento es solicitado por parte del departamento, se puede clasificar y ordenar el personal con rutinas preestablecidas y bien cronometradas para evitar gastos innecesarios, la definición de ordenes de trabajo, inspecciones con equipos parados o en marcha son una buena base para el seguimiento y análisis del estado y demanda de mantenimiento de un equipo.

Averiguar cuales son los servicios o equipos que existen en el mercado para la realización de inspecciones más eficientes, pueden dar un mejor margen de economía, debido a que se puede realizar inspecciones profundas sin detener los equipos, o sea eliminar tiempos muertos de los equipos. En el mercado existen equipos, como sistemas para medir vibraciones, equipos infrarrojos para determinar perdidas de potencia traducidas en calor, que bien pueden ayudar en gran manera a la detección de fallas que al simple ojo humano no serian detectadas.

Un buen régimen de inspecciones, son el comienzo de la realización del material para el plan de mantenimiento, como la toma de datos técnicos, para la realización de fichas técnicas, luego de ello la codificación de los equipos y posteriormente toda la información recaudada por las inspecciones realizadas, y análisis de funcionamiento de los equipos se podrá realizar las rutinas o rutas de mantenimiento, y determinar los ciclos de realización y posteriormente programarlos y generar lo que conoceremos como cronogramas. Todos estos conceptos unidos ayudarán a la estructuración más formal de un plan de mantenimiento preventivo, y claro, posteriormente su implementación.

2.1 Conceptos generales

Un buen criterio para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo, bien puede tomar base en la conceptualización de todos los términos que son utilizados en un lenguaje simple y práctico en un departamento de mantenimiento. Por lo que la debida información de todos los conceptos y sus definiciones que en una empresa se manejan son de gran importancia para luego poder realizar un compendio de definiciones y actualizar y mejorar los ya existentes.

2.1.2 Principios de la administración de mantenimiento

El mantenimiento efectivo no sucede por accidente. Existen varios principios básicos de administración del mantenimiento que deben seguirse si una organización quiere lograr su misión.

LA MISIÓN DEL MANTENIMIENTO

La misión básica del mantenimiento es la de proporcionar la utilización óptima de la mano de obra, materiales, dinero y equipamiento. Esto se logra a través de lo siguiente:

- Garantizar la disponibilidad ilimitada de instalaciones y equipos.
- Preservar las inversiones de capital.
- Crear una confiabilidad absoluta en las instalaciones y en los equipos.
- Asegurar que el proceso opere dentro de control estadístico.
- Reparar y restaurar la capacidad productiva que se haya deteriorado.
- Reemplazar o reconstruir la capacidad productiva agotada.

FUNCIONES FUNDAMENTALES DE LA ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO

Para lograr la misión de la organización de mantenimiento, se han establecido las siguientes funciones básicas:

- Organización
- Identificación de las cargas de trabajo
- Control del trabajo
- Planeación del trabajo
- Programación del trabajo
- Ejecución del trabajo
- Valoración del trabajo

CONCEPTOS CLAVE

Varias ideas administrativas proporcionan las bases para una administración efectiva del mantenimiento. Dichas ideas son:

- Un requisito fundamental la óptima utilización de los fondos.
- La clave para el uso de los fondos es la aplicación de un sistema formal de administración de mantenimiento.
- La responsabilidad de mantenimiento recae en el Ingeniero de mantenimiento.
- La actitud y capacidad administrativa de los Ingenieros de mantenimiento son factores críticos en la efectividad del mantenimiento.
- Las técnicas de planeación y control orientadas hacia la acción son ingredientes necesarios para la administración diaria.
- La planeación es el proceso continuo de equilibrar los recursos de mano de obra, materiales, dinero y equipamiento, con las necesidades de la instalación.
- Deberán ponderarse constantemente las necesidades de mantenimiento contra la misión completa de la planta.
- Un control efectivo de la administración de mantenimiento exige que se establezcan metas realistas de cumplimiento, poner atención a las variaciones significativas y tomar acciones correctivas inmediatas.
- Los reportes administrativos precisos y puntuales son esenciales para la administración de mantenimiento.

PROPÓSITO DE LA ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO

Los propósitos de la administración de mantenimiento son los siguientes:

- Realizar un mantenimiento programado en lugar de esperar a que falle la maquinaria.
- Proporcionar un control efectivo de los recursos de mantenimiento.
- Proporcionar un nivel adecuado de mantenimiento.
- Iniciar una acción correctiva proactiva en lugar de reactiva.
- Relevar al coordinador de mantenimiento de las tareas administrativas diarias que interfieran con el liderazgo del equipo de trabajo.
- Correlacionar los recursos de mantenimiento con la carga de trabajo.
- Proporcionar un método de valorar la diferencia entre el costo real de un trabajo y lo que debería costar.
- Proporcionar la información detallada necesaria para identificar las áreas problema que necesiten atención específica.

BENEFICIOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO

Los beneficios de una administración de mantenimiento exitosa han sido probados en muchas ocasiones. La mayoría de los siguientes beneficios pueden obtenerse en un periodo corto; otros se realizarán al final.

- Obtención económica de la duración de vida anticipada de las instalaciones y de los equipos.

- Mejorar la confiabilidad y disponibilidad los equipos y servicios.
- Mejorar el espíritu de trabajo del personal de mantenimiento.
- Incrementar la productividad de los trabajadores de mantenimiento.
- Disminuir la necesidad de inversión de capital, utilizando las instalaciones y equipos existentes hasta su máxima expectativa de vida.
- Crear datos técnicos que permitan mejorar las instalaciones, maquinarias y materiales.
- Disponibilidad de datos que apoyen los requisitos del presupuesto.

2.1.2 Clasificación de los trabajos de mantenimiento

La clasificación del trabajo es un procedimiento que canaliza y prescribe el procedimiento de cada tipo de trabajo de mantenimiento. Los factores que determinan la adecuada clasificación del trabajo son: el tipo de fondos implicados, la duración del trabajo, la urgencia del mismo, la naturaleza repetitiva del trabajo, el propósito del trabajo y el tipo de cliente. Las seis categorías de trabajo son:

TRABAJOS DE EMERGENCIA

En esta categoría, el trabajo implica el trabajo de seguridad crítica donde la vida o las extremidades del empleado están en peligro. Además, los trabajos de emergencia son necesarios cuando exista una falla en el proceso o en los equipos que ocasione la disminución o pérdida de la calidad del producto.

El trabajo de emergencia puede iniciarse con una orden verbal; sin embargo, cuando el tiempo lo permita, deberá enviarse la orden de trabajo por escrito. Este trabajo deberá considerarse como correctivo.

TRABAJO DE SERVICIO

El trabajo de servicio es el que se realiza durante los periodos de operación. El trabajo de servicio se solicita por escrito y no deberá exceder las limitaciones económicas que la función de control del trabajo este autorizada a aprobar.

TRABAJO DE RUTINA

El trabajo de rutina incluye todo el trabajo que por su naturaleza sea muy repetitivo y, en el cual, los costos acumulados se necesiten para un periodo dado. Algunos ejemplos del trabajo de rutina son los de conserjería, las revisiones de la maquinaria y equipo, las revisiones de los extintores de fuego, el cambio programado de lámparas y los quehaceres de rutina.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El trabajo de mantenimiento preventivo es la programación periódica de inspecciones, lubricación, ajustes menores y reparaciones menores de equipos dinámicos. Para mantener la programación, no se incluyen los trabajos de reparación que excedan cierto tiempo predeterminado, por ejemplo, 20 minutos.

TRABAJO DE PROYECTO

El trabajo de proyecto consiste en modificar o aumentar las instalaciones o equipos. Por lo general, este trabajo, generado por requisitos funcionales o regulatorios, se diferencia del trabajo de reparación y mantenimiento.

TRABAJO CORRECTIVO

Con el fin de facilitar un control máximo a un costo mínimo, el trabajo correctivo se divide en dos subcategorías, trabajo menor y trabajo mayor. Menor será aquel que no incluye la renovación de piezas sino que posiblemente la restauración de la pieza, y mayor será aquel que conlleva un cambio de piezas ya destruidas sin tener la opción de compostura.

2.1.3 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen en, o se restaura a un estado en el que puede realizar sus funciones designadas. Las inconsistencias en la operación de los equipos puede afectar directamente en la variabilidad del producto y en consecuencia, ocasionará una producción defectuosa. Es por ello que se debe mantener el equipo funcionando según sus especificaciones, para ello es importante aplicar oportunamente las actividades concernientes al mantenimiento preventivo en el mejor de los casos.

Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo común. Es por ello que el mantenimiento es considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción. El anexo1 muestra un diagrama de las relaciones entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento.

Recordando que los sistemas de producción generalmente se ocupan de convertir entradas o insumos, como materias primas, mano de obra y procesos, en productos que satisfacen las necesidades de los clientes. Una segunda salida sería el fallo de un equipo, ya que esta segunda salida genera una demanda de mantenimiento. Entonces el sistema de mantenimiento toma esta segunda salida como una entrada y le agrega conocimiento técnico, mano de obra, refacciones, y produce un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción.

Se hace mención de las metas generales de los sistemas de producción, para hacer notar que los sistemas de mantenimiento también contribuyen al logro de estas metas, al incrementar las utilidades y la satisfacción del cliente. Ésta se logra mediante la reducción de los tiempos muertos de la planta, línea de producción o equipo, mejorando también la calidad, incrementando la productividad y entregando oportunamente los pedidos a los clientes.

Un sistema de mantenimiento puede verse como un modelo simple de entrada-salida. Las entradas de dicho modelo son mano de obra, administración, herramientas, repuestos, equipos, otros..., y la salida es el equipo funcionando, confiabilidad y una buena operación planeada de la planta. Esto nos permite optimizar los recursos para aumentar la salida de un sistema de mantenimiento. El anexo 2 presenta el siguiente diagrama propuesto de un sistema de entrada-salida de mantenimiento. Entonces podemos decir que el mantenimiento preventivo es un sistema de previsión de fallas que, por medio de inspecciones calendarizadas, controladas y previstas, reduce al mínimo el tiempo perdido por falla y avería como la correspondencia económica para la empresa.

Se ha dicho que el mantenimiento tiene por misión conocer el estado actual de todos los equipos, por lo que programar los servicios y reparaciones de las partes más susceptibles a fallas en el momento más oportuno, cayendo de nuevo en la importancia de las inspecciones rutinarias bien planificadas y bien documentadas, para ello existe una bitácora en el cual se anotan los fallos que se suscitaron en los turnos respectivos, donde los técnicos de área Tetra Pak, anotan cuanto tiempo duro la reparación y anotan si se detuvo la producción, esto es utilizado para saber cual fue la eficiencia de la máquina.

De este modo se llegan a detectar las irregularidades antes de que produzcan un desperfecto o falla que llegue a detener la máquina. Las actividades que se realizan como mantenimiento preventivo son las siguientes: visitas, inspecciones, limpieza, lubricación, ajustes y reparaciones rápidas con máquina en marcha y con máquina parada.

VISITAS

Las visitas a los equipos son aquellas revisiones de maquinaria que se realizan con mayor frecuencia. Para realizarlas no se requiere de mayor tiempo o de mucha herramienta y en algunos casos nos valemos de equipos que nos facilitan el trabajo, en principio se requiere de los cinco sentidos propios del ser humano. Durante las visitas no se desarman las máquinas, sino únicamente se quitan las cubiertas que sean necesarias, para permitir el acceso a las partes. Se puede clasificar como visita a los chequeos que se realizan con aparatos infrarrojos.

ACERCA DE LA TERMOGRAFÍA

Termografía es el uso de una cámara infrarroja para captar la energía térmica emitida por un objeto. La energía infrarroja es un rango de luz que no es visible debido a que la longitud de onda que es demasiado extensa para ser detectada por el ojo humano. Todo aquello por encima de la temperatura del cero absoluto emite calor.

Una cámara de termografía infrarroja (figura 17), detecta la energía infrarroja (calor) del cuerpo y convierte esto en una señal electrónica, la cual es procesada para producir una imagen digital y realiza el cambio de temperatura. Capta el calor por la cámara, cuantificando o midiendo el mismo en una forma precisa, permitiendo no solo realizar monitoreo térmico sino también permite evaluar la severidad relativa de los problemas.

Figura 17. Cámaras infrarrojas.



Fuente: Catálogos revista de Tecnología de Mantenimiento.

En junio del 2001, la revista de Tecnología de Mantenimiento, reporta el retorno de US\$ 4 sobre la inversión de US\$ 1 gastado en inspección de IR (infrarrojo). Encontrar un problema por ejemplo en una conexión eléctrica antes de la falla, puede ahorrarle grandes costos asociados con una parada de producción, pérdida de producción, pérdida de poder, incendios y fallas catastróficas.

¿Cuánto cuesta la pérdida de energía? Si para el funcionamiento de una empresa se requiere de 4160 voltios con una carga de 2000 amperios durante 40 horas a la semana.

Vamos a suponer que el bus de alimentación tiene una conexión floja con una resistencia eléctrica de 0.05 ohmios. Este problema en la conexión estaría desperdiciando 200,000 watts.

$$\begin{aligned} \text{Corriente} & \times \text{ Resistencia} = \text{Potencia} \\ 2000 \text{ amp} & \times 0.05 \text{ ohm} = 200,000 \text{ watts} \end{aligned}$$

Por lo que sí suponemos que la electricidad cuesta Q 0.80 / kwh, el incremento en el gasto por esta falla será de Q 160 por hora.

$$200 \text{ kW} \times Q 0.80 / \text{kWh} = Q 160 / \text{hr}$$

Si la empresa está en operación 40 hr / semana por 50 semanas al año, entonces el recibo de pago se incrementa en Q 320,000 sólo por esta conexión floja en el bus.

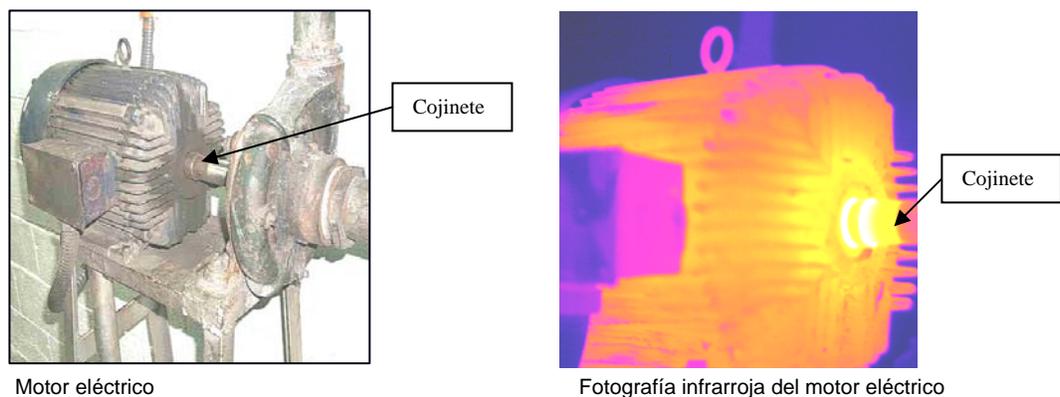
$$Q 160 / \text{hr} \times 40 \text{ hr} \times 50 \text{ semanas} = Q 320,000 \text{ más impuestos} / \text{año}$$

En si la cámara infrarroja indica la temperatura del equipo, utilizando una gama de colores para ello, generalmente un motor eléctrico se considera que se encuentra en un parámetro normal si no excede los 50°C y si este se sobrepasara, se podrá apreciar en la cámara el lugar que esta generando tanto calor, casi siempre se traduce en problemas con los ejes o con los cojinetes.

Entonces se podrá apreciar un color casi blanco para las temperaturas elevadas que se irán degradando pasando por el amarillo, anaranjado, rojo, morado, verde, azul y negro, indicándonos el blanco la mayor temperatura, y el negro la más baja. Generalmente la temperatura ambiente si esta no pasa de los 18°C se presentará en colores oscuros.

Se tiene un motor eléctrico que sufre de recalentamiento en el eje, que es ocasionado por un cojinete dañado, el cual se puede apreciar por el intenso calor que indica la fotografía térmica (figura 18).

Figura 18. Fotografía infrarroja de un motor eléctrico.

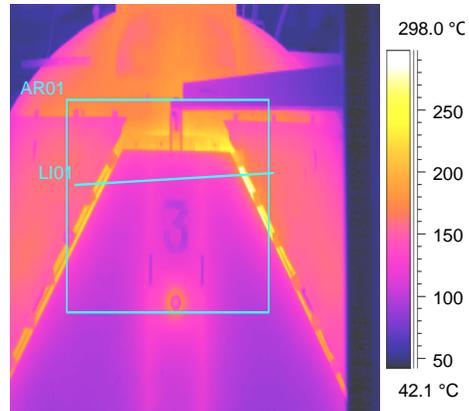


Entonces una visita puede consistir en fotografiar los equipos para analizar si estos están generando pérdidas de calor, o si el aumento de la fricción genera pérdidas de potencia, causando aumento de temperatura, o si un equipo como una caldera, sus paredes exteriores están muy calientes, se podría tener problemas con el refractario, todo esto reunido nos indica el estado de los equipos (figura 19).

Figura 19. Fotografía infrarroja de una caldera.



Caldera



Fotografía infrarroja de la caldera

Fuente: Diagnóstico de caldera de una empresa X.

Al utilizar los diagnósticos de infrarrojos para los motores eléctricos, calderas, tanques de acumulación de combustibles, chequeo en los sistemas eléctricos, esto ayuda a la detección de problemas que generalmente el ojo humano no puede apreciar, al tener en consideración todos estos detalles nos ayudaran a tomar decisiones más certeras y a el aumento de la vida útil de los equipos.

2.1.4 Diseño de inspecciones

Las inspecciones al igual que las visitas, son chequeos rutinarios de los equipos pero más profundos y enfocados. Las inspecciones pueden ser con máquina en marcha y con máquina parada. Para hacer una inspección es necesario contar con herramientas adecuadas y/o equipos de análisis.

Para inspeccionar algunas partes claves de la máquina a veces es necesario desarmar, entonces se deben de planificar con mayor detenimiento. La inspección también abarca ajustes, pero estos son de mayor trascendencia pero si en la inspección se encuentra que el equipo tiene un problema más serio, será mejor reportarlo para que el personal adecuado lo solucione. La inspección es el corazón del mantenimiento preventivo, porque con ella es que se logran detectar situaciones anormales que necesita servicio, para que no se conviertan en un problema más serio o grave.

El principal propósito de las inspecciones es obtener información útil acerca del estado de una pieza de equipo o un sistema técnico más grande. Denominaremos inspector a aquella persona encargada de realizar esta recaudación de información, pudiendo ser inspector un operario, un mecánico, un electricista o exclusivamente alguien dedicado a esta labor, otros. Tratando la manera de que dicha persona tenga un conocimiento básico del equipo en cuestión.

Los inspectores recopilan información sobre indicadores útiles como desgaste de rodamientos, lectura de calibradores, vibraciones, restos de aceite y la calidad del producto. La información sobre estos indicadores puede utilizarse para predecir fallas del equipo y planear acciones adicionales de mantenimiento, dependiendo del estado del equipo. Las inspecciones son útiles y pueden conducirnos a lo siguiente:

- Reparaciones menos extensas de fallas potenciales si se detectan antes de que creen un daño mayor.
- Planeación y acciones correctivas apropiadas de manera que puedan realizarse en momentos en que ocasionen la menor alteración a las operaciones del equipo.

Sabemos entonces que las inspecciones son una serie de trabajos de mantenimiento preventivo. Las cuales podemos dividirlos en dos:

- Inspecciones con máquina parada.
- Inspecciones con máquina en marcha.

INSPECCIONES CON MÁQUINA PARADA

Son aquellas inspecciones que tienen que ver con el desarme del componente a revisar. Estas inspecciones pueden o mejor dicho debieran de ser planificadas para tener en consideración el personal y el tiempo que esta inspección incluya, ya que si este equipo necesita de corrección, entonces no se perdería tiempo para reunirlos.

INSPECCIONES CON MÁQUINA EN MARCHA

Son aquellas inspecciones que tienen que ver con la medición de los parámetros de funcionamiento, estos pueden decirnos mucho de cómo se encuentra el estado de la máquina, por ejemplo, podemos tomar la presión, y si esta no es la adecuada nos da un indicativo de pérdida en algún lugar. Esta clase de inspección no debe tomar mucho tiempo, y se pueden realizar cuando se esta en producción.

DESCRIPCIÓN DE LA INSPECCIÓN

OBJETIVO:

Se indica el nombre del componente a revisar y el tipo de revisión.

ORIENTACIÓN:

Se indica la acción que debe realizar el operario luego de la revisión.

REFERENCIA:

Se indica a través de un código, la ubicación que tiene el componente a revisar, en el manual de la máquina. (si lo hubiese).

COMPONENTE TÉCNICO

Se indican los datos técnicos a controlar, para tener un mejor control y llevar un mejor orden en las inspecciones, elaborando una ficha en la cual el departamento de mantenimiento especifique al inspector (Apéndice 1).

Es de buena costumbre adjuntar en la ficha de inspección, los parámetros que se deben controlar, como por ejemplo, la presión, indicando los niveles aceptables y los de peligro, ya que podemos encontrarnos con la situación de que nuestro inspector no tiene mucha experiencia. Y podemos darle una buena referencia de lo que necesitamos recaudar. Y no perderá tiempo en buscar los datos de referencia.

TIPOS DE ORIENTACIÓN QUE DEBE TOMAR UNA INSPECCIÓN

1. Informar
2. Corregir
3. Cambiar

INFORMAR

- Se utilizará cuando la corrección del desgaste implique un trabajo mayor.
- Bajo este tipo de orientación el operario no realiza ninguna corrección.

- Verificar el desgaste o desajuste e informar.
- Con el informe, se pretende controlar el incremento del desgaste.
- El informe se analiza y se determina si requiere corrección.
- Si requiere corrección, esta se efectuará posteriormente fuera del tiempo de la inspección.

CORREGIR

- Este tipo de orientación se basa en el concepto de criterio preventivo que la empresa maneje.
- Se verifica el desgaste o desajuste y se corrige o no, según el criterio.
- Si se requiere corrección, esta se realiza inmediatamente, dentro del tiempo de inspección.

CAMBIAR

- Bajo este tipo de orientación, el operario cambia el componente, sin mayor análisis.

DISEÑO DE INSPECCIONES

CARACTERÍSTICAS

- Este tipo de actividades es implantado por de un programa de mantenimiento preventivo.
- El mantenimiento preventivo necesita para su funcionamiento de una adecuada organización.
- Requiere de acciones ANTES Y DESPUÉS de efectuar una inspección.

La implantación del mantenimiento preventivo puede variar de acuerdo a la empresa. Según aspectos de disponibilidad para realizar las inspecciones con máquina parada o las posibilidades económicas para implementar mantenimiento preventivo. Estos dos aspectos hacen que existan programas de mantenimiento preventivo más especializados que otros. El mantenimiento preventivo no debe entenderse como una estructura rígida, más bien debe ser flexible. O sea implantar un programa ajustado a los recursos disponibles.

Se debe tener presente que un programa de mantenimiento preventivo no está estático, más bien debe verse como un proceso dinámico que requiere de ajuste y mejoras continuas. El concepto de mentalidad preventiva habla de la actitud que se debe tener cuando se ejecutan las inspecciones. Indica que las inspecciones deben realizarse a conciencia y en forma cuidadosa, de modo que realmente se pueda detectar una deficiencia.

2.1.5 Elaboración de fichas técnicas

Una ficha técnica consiste en la recopilación de los datos generales del equipo, para incorporarlos en un archivo los datos técnicos, componentes y parámetros del equipo en caso de necesitarlo en una futura reparación, o para la adquisición de un componente en el que se necesita dar el número de serie o el modelo.

Una ficha técnica debe de tener al menos el modelo, la marca, el número de serie, para tener alguna referencia de la procedencia del equipo. Por lo general cuando se adquiere un equipo este trae consigo una placa de datos que nos indica los parámetros más importantes, y también trae consigo manuales de operación, instalación y mantenimiento. En estos manuales se puede tener una mejor información de los parámetros de funcionamiento del equipo. La ficha técnica debe estar bien diseñada para dar toda la información necesaria, pero no se debe de extender demasiado ya que esta debe dar todo lo necesario en forma breve y fácil de entender.

PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE FICHAS TÉCNICAS

Cuando se comienza a elaborar las fichas técnicas en una línea de producción, es aconsejable comenzar a desglosar los equipos a manera que se ordenen los componentes de una misma especie, o desglosar según el criterio de la continuidad del proceso, como se ha venido trabajando.

Se puede comenzar realizando una pre-ficha, en la que podemos tomar fotografías del elemento y adjuntarle un apartado para realizar la toma de datos, como se muestra a continuación en el apéndice 2.

Es importante tener bien ordenadas todas las pre-fichas y sobre todo bien identificada la ubicación del elemento, ya que si la línea de proceso es muy grande se tendrán demasiados elementos iguales o parecidos, es por ello que es aconsejable incorporar fotografías, y datos que puedan dar una descripción única de los elementos, que posteriormente servirán para terminar la ficha técnica. Si tenemos bien planeada la forma de recopilar todos los datos, no nos demoraremos mucho y sobre todo si tenemos una referencia visual será mucho más fácil. Luego de tener todos los datos que se pueden recabar, proseguiremos a dar un ejemplo de cómo podemos organizarlos en un formato sencillo y práctico. Como se muestra en el apéndice 3.

2.1.6 Elaboración de rutinas de mantenimiento

Podemos definir rutinas de mantenimiento, como una serie de actividades programadas que se ejecutan a una máquina o a un conjunto de ellas denominado sistema, para mantenerlas en perfecto estado de funcionamiento. Específicamente, estas rutinas van desde inspecciones para comprobación del estado de funcionamiento de un equipo, pasando por lubricación, cambios de partes, hasta reparaciones mayores que se establezcan, ya sea por indicaciones del fabricante o a través de determinar una frecuencia de fallas.

Un buen programa debe incluir la mayor parte de los activos físicos de una empresa por ejemplo:

- Equipo de proceso: como hornos, bombas, tuberías, intercambiadores de calor, compresores, molinos, empacadoras, pajilleras, emplastificadoras, motores eléctricos, y otros.
- Equipo de seguridad: válvulas de seguridad, extinguidores, canisters, otros..
- Equipo de servicio: calderas, compresores, generadores eléctricos, sistemas de distribución de agua, aire, vapor, otros.
- Edificios
- Equipo móvil
- Acceso y carreteras

Sin embargo, en el medio es normal que el mantenimiento preventivo se encuentre orientado a los equipos de proceso y servicios. En el diseño de las inspecciones no se debe olvidar que tienen un costo para la empresa, de tal manera que se tiene que tener sumo cuidado al diseñarlas. Hay que tomar en cuenta con qué frecuencia se van a realizar y qué es lo que se va a inspeccionar en cada rutina.

Expresado de otra manera, hay que buscar el equilibrio costo-beneficio, es decir, no se puede inspeccionar todos los días hasta el último tornillo de cada máquina pues se necesitaría un cuerpo de mecánicos enorme y se tendría que detener cada máquina varias horas al día; tampoco debemos caer en el error de aguardar hasta que los equipos se arruine para repararlos.

Entonces, lo mejor será definir algunos tipos de rutinas, una que se ejecuta con el equipo en operación y sin proceder a desarmar ninguna parte y que tomará muy poco tiempo su ejecución, pero se realizara muy frecuentemente. Esta rutina tiene un costo bajo desde el punto de vista que no es necesario interrumpir la producción para efectuarla y que una sola persona puede realizarla en varios equipos y la mayoría de las veces en toda la planta. A estas rutinas podemos denominarlas como rutinas de funcionamiento, estas rutinas son básicamente como las inspecciones con maquinaria en marcha, pero las rutinas implican una programación de antemano o una orden de trabajo.

Las rutinas en las que hay que proceder a desmontar partes de los equipos que tienen un costo alto debido a que normalmente hay que suspender la producción, a menos que sea posible realizarlas en tiempo ocioso. Se llevan a cabo con la menor frecuencia posible, pero siempre garantizando que su ejecución permita mantener al equipo en óptimas condiciones y disponible para operar. Se puede denominar como Rutinas Mayores.

Para elaborar los listados de las rutinas, el manual del fabricante es una de las mejores fuentes de información, pero no hay que olvidar ni al técnico que normalmente ha venido dándole mantenimiento al equipo, ni al operador, ambos pueden aportar información valiosa.

RUTINAS DE FUNCIONAMIENTO

En casi todos los casos este tipo de rutina proporciona excelentes posibilidades para la identificación de fallas en etapas iniciales. Debe realizarse con el equipo en marcha e iniciarse consultando al operador del equipo, pues es él, el que primero se enterará de cualquier anomalía en su funcionamiento dando aviso al encargado de mantenimiento respectivo.

Es conveniente confeccionar una lista de los puntos a chequear para asegurarse que no quede ninguno sin revisar. La persona encargada de realizar esta rutina, debe tener amplio conocimiento mecánico, conocimiento sobre la operación del equipo y, sobre todo debe capacitarse específicamente para esta tarea. Existen varios síntomas indicativos de posibles fallos, anteriormente se hablo de equipos con temperaturas muy altas, por lo que la temperatura es un síntoma a buscar, luego se tiene la vibración, generalmente un equipo no debe presentar vibraciones fuera de lo normal, a simple vista no se debe de apreciar estos movimientos, por lo que sí se observa un equipo que se mueve demasiado, esto indica que tiene algún problema que puede ser provocado por tornillos de anclaje mal apretados, cojinetes o chumaceras deterioradas o ejes torcidos, por lo que puede llegar a causarse un problema mayor debido a estos movimiento anormales.

El ruido es otro indicador, ya que la mayoría de las máquinas en funcionamiento producen un sonido típico, pero cuando ese sonido se torna anormal es clara evidencia de una falla. Puede detectarse simplemente poniendo atención diaria en el sonido habitual de la maquinaria.

No olvidando las fugas, ya que se detectan a simple vista, pero es indispensable que el equipo se encuentre limpio. Podemos clasificarlas dependiendo del equipo en cuestión, para da una idea, las fugas de lubricantes en una bomba, puede ser causa de defecto de sellado. Otro indicativo muy importante es la calidad del producto, se puede detectar que un equipo está fallando cuando este ocasione producto defectuoso; entonces al observar el tipo de falla, se podrá saber que parte en el proceso en el equipo esta generando esta falla.

Al tener claro que las partes de los equipos que generan mayor demanda de mantenimiento, se puede comenzar a diagnosticar los periodos de estas demandas y así elaborar su respectiva rutina de mantenimiento, que posteriormente será denominada como una orden de trabajo ya programada. En el Apéndice 4 se presenta una ficha de rutina de mantenimiento, que sugiere algunos datos que se deben tomar en cuenta para su elaboración.

Se crea un apartado especial en la ficha de rutina de mantenimiento, en el cual se especifica el encargado de realizar dicha rutina, en este caso se colocó al personal del área eléctrica, en otros casos podemos asignar la rutina a un operador o a un mecánico, según la complejidad de la rutina. También se colocó un apartado donde se especifica las actividades a realizar, en estos casos es conveniente agregar parámetros de comparación, como es el caso del chequeo de temperatura donde se adjunta el parámetro máximo de tolerancia o de precaución, para evitar daños o accidentes.

Cuando se cuenta con un programa para computadora de mantenimiento estas rutinas deben de ser ingresadas en el sistema para que posteriormente sean generadas como ordenes de trabajo, teniendo un papel importante los ciclos de realización de las rutinas para que no se sature el personal de trabajo, y que a la vez cree trabajos innecesarios que se puedan traducir en pérdidas para la empresa. Entonces para controlar dichos ciclos de rutinas se procederá a la elaboración de cronogramas de mantenimiento.

2.1.7 Elaboración de cronogramas

Un cronograma de mantenimiento indica cada cuanto se realizará las rutinas de mantenimiento respectivas de cada equipo, distribuido a manera de que se realice todo el trabajo en todo el año laboral, especificando la fecha de cuando se realizara para que se puedan a verificar si se cuenta con los repuestos respectivos y el personal adecuado. Este cronograma debe estar elaborado con la ayuda del departamento de producción para que conjuntamente se puedan crear paros que no afecten la producción.

Como punto de partida para establecer los periodos para realizar mantenimiento, se tomará en cuenta los ciclos que se determinaron en las fichas de rutinas de mantenimiento y posteriormente coordinar en que fechas se podrán realizar las rutinas más complejas. Con respecto a las rutinas menores se debe de tratar que se puedan realizar con el equipo en funcionamiento en el que no existe gran problema, para que se programe el personal que se necesitará para su realización y las herramientas que se utilizarán en sus casos.

Ya teniendo en cuenta todos los detalles, se puede comenzar a elaborar las fichas de cronograma de mantenimiento, principalmente el formato debe presentarse como un calendario, en donde se pueda observar con facilidad en que fechas en que se ejecutará el mantenimiento, también se debe de colocar un apartado donde indiquemos el nombre del equipo, su código, y la rutina a realizar. En el apéndice 5 se da un ejemplo de cómo podría elaborarse una ficha de cronograma.

2.1.8 Elaboración de rutinas de lubricación

La lubricación es un proceso mediante el cual se reduce la fricción. La fricción es la “ palabra clave “ para entender lo que es la lubricación y, por lo tanto, se tratara de definir este termino, sus causas y efectos.

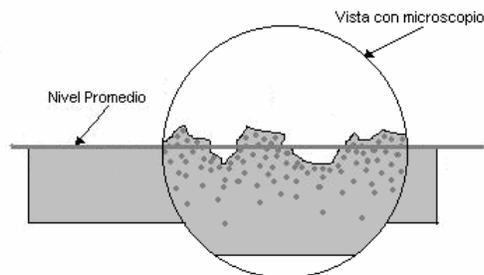
FRICCIÓN

Se define fricción como la fuerza interpuesta entre las superficies de contacto de dos cuerpos y resiste el movimiento de un cuerpo en relación con el otro. En otras palabras, la fricción, si no se evidencia, puede causar graves daños a la maquinaria pero nunca podrá eliminarse por completo (a menos no a temperaturas superiores al 0 absoluto, 459 °F). El único criterio importante de la lubricación, puede por lo tanto definirse como la **reducción máxima de la fricción.**

La fricción causa el deterioro de las superficies de los cuerpos que entran en contacto, lo que en lenguaje corriente se conoce como desgaste. Otro efecto de la fricción es la pérdida de energía, ya que es necesaria mayor cantidad de energía para superar la fricción. De seguir existiendo fricción, sin lubricación, se origina calor (igual que cuando se frotran dos palos de madera). El resultado no es otro que un daño a la maquinaria.

¿Cómo se origina en realidad la fricción? Si cualquier superficie de metal independientemente de lo pulida que esté, se observa a través de un microscopio que esta presenta una superficie irregular o mellada. Como se muestra en la figura 20.

Figura 20. Superficie de metal bajo microscopio.



Esta es la primera causa de la fricción, donde dos superficies metálicas se mueven una contra la otra, los bordes mellados encajan entre sí retardando su buen deslizamiento. El desgaste aparece cuando dos bordes mellados se separan, y si los bordes siguen desgastándose, se da origen al deterioro de la superficie del metal. La fricción es todo un problema para los ingenieros de mantenimiento, ya que da lugar a averías en la maquinaria y a constante cambio de piezas desgastadas.

LUBRICACIÓN

Definir la lubricación es muy sencillo: Es el proceso de reducción de la fricción. Esto se consigue aplicando las sustancias reductoras de la fricción, adecuadas entre las superficies de contacto de aquellos cuerpos entre los que exista cierto movimiento.

En otras palabras, la lubricación es la clave para reducir el gasto de energía y el deterioro de las piezas. La reducción del desgaste puede llegar a ser la clave para mantener el equipo mecánico en óptimas condiciones y alargar la vida útil de la maquinaria. Hasta ahora podemos mencionar tres tipos de lubricantes: Sólido, Líquido y gaseoso. La tecnología moderna ha añadido un cuarto: el lubricante sintético.

Los lubricantes han estado sujetos a innumerables cambios en la aplicación moderna, dándose cuenta de los muchos y variados fines y campos en los que se utilizan los lubricantes. El papel que juegan los lubricantes también es considerado importante a la hora de mantener a los contaminantes alejados de las piezas delicadas de la maquinaria en las zonas medio ambientales contaminadas. El aumento de calor es un problema trascendental, ya que las máquinas trabajan durante más tiempo y a mayor velocidad sin realizar parada alguna. Los aditivos especiales cobran también cada vez más importancia ya que ayudan a reducir el calor generado, que de otra manera haría que la máquina se averiara.

¿Cuáles son los resultados directos de la lubricación?

Los resultados primarios de la lubricación son:

- Retraso en el desgaste
- Minimización del aumento de temperatura
- Reducción de la fricción

Los resultados secundarios de la lubricación son:

- Mayor vida útil de la maquinaria
- Reducción del número de averías
- Menores costos de producción debido al funcionamiento ininterrumpido de la máquina, menos costos de mantenimiento y menor necesidad de reemplazos de piezas.

Una lubricación eficaz es aquella que a fin de mantener el rendimiento eficaz y continuo de las plantas, fábricas y talleres, es esencial contar con un departamento de mantenimiento que tenga claro la importancia de la lubricación y que tome las medidas necesarias para su implementación. Empresas dedicadas a la elaboración de lubricantes han calculado que el mantenimiento general cuesta alrededor del 5-10% del costo operacional total, y que la lubricación de mantenimiento supone únicamente el 2.5 % del costo de mantenimiento general.

Entonces podemos decir que es la rutina más importante del mantenimiento preventivo, desde del punto de vista, que aproximadamente el 90% de los equipos funcionan con lubricación. Sin embargo, debemos reconocer que actualmente hay equipos que vienen lubricados de fábrica.

Para atacar el problema de lubricación ineficiente, lo mejor que podemos hacer es contactar con los distribuidores de lubricantes y solicitarles asesoría; generalmente tienen personal muy capacitado y proporcionarán un buen programa de lubricación.

Los manuales de los fabricantes de equipos también indican el lubricante, la frecuencia, forma de aplicación y puntos de lubricación para cada equipo. A pesar de lo anterior, es buena idea hacer una tabla propia de lubricación con el objetivo de convertir la lubricación en una rutina, ubicando en la lista los equipos que deben de lubricarse para tener un estimado de cuanto lubricante, o de cual clase de lubricante se necesitará.

Para crear una rutina de lubricación es desarrollar un programa a fin de llenar todas las demandas del equipo en general, por ello se sugiere a continuación unos pasos para el desarrollo de dicho programa:

- Determinar los intervalos de lubricación.
- Clasificar y codificar los diferentes lubricantes que se utilizarán.
- Redactar unas rutas de lubricación.
- Crear un archivo central para su control.
- Establecer los intervalos de lubricación.
- Realizar un registro diario de lubricación.
- Garantizar un stock adecuado de lubricantes en bodega.

Los lubricantes están normalizados por identidades que se especializan en el desarrollo de dichos elementos, como es la ASTM, que es la abreviatura de “ Sociedad Norteamericana para la Prueba de Materiales “ en ingles es la “American Society for Testing Materials “ y la SAE que es la abreviatura de “Sociedad de Ingenieros Automotrices “ esta abreviatura es utilizada también para designar la clasificación arbitraria y de reconocimiento mundial de los aceites para motores y engranajes gradados principalmente por su viscosidad.

VISCOSIDAD

La viscosidad puede definirse como la fricción interna de un fluido o semi fluido, o la resistencia al movimiento interno, una por encima de la otra, de las partículas que componen un gas o un líquido. El agua tiene una viscosidad baja; por el contrario, las grasas tienen una viscosidad elevada. Una medida común de la viscosidad es la de segundos Saybolt Universal. Esta medida se ofrece en los segundos para que una cantidad estándar de fluido atraviese el orificio de la máquina de pruebas Saybolt. Un sistema de graduación de la viscosidad es la Gama de Viscosidad del Aceite SAE.

La viscosidad es una de las propiedades físicas más importantes que puede seleccionarse cuando se vaya a adquirir un lubricante. La viscosidad es en simples palabras la resistencia a circular. Ya teniendo un poco más clara la idea de todos los factores que intervienen interna y externamente en un lubricante, podemos comenzar a diseñar nuestro programa de lubricación, el cual al final lo podremos presentar a manera de una ficha (Apéndice 6).

2.1.9 Alimentación de software de mantenimiento

En empresas grandes, es común ver la actualización en sus Departamentos de Mantenimiento, con la adaptación de programas en computadora para agilizar el trabajo. Para ello existen empresas que se dedican a la venta de dichos programas, poniendo en el mercado un sin fin de opciones que van desde los más simples, con funciones meramente básicas como la recopilación de información en base de datos, hasta los que desarrollan un programa de mantenimiento autónomo anual.

En este caso se utiliza un programa de gran alcance que va desde la organización de una bodega, a la emisión de órdenes de trabajo, dicho programa es llamado MP2. Entonces podemos decir que un MP2 es un sistema computarizado que ayuda a controlar las actividades del Mantenimiento para incrementar la productividad y reducir los costos.

El programa contiene una serie de módulos que son bien utilizadas en el departamento de mantenimiento mencionando algunos como lo son:

- Un modulo que crea registros de cada uno de los equipos de la empresa o localización y controla los costos de mantenimiento de los mismos.
- Un modulo que crea registros de las compañías proveedoras de equipos y partes. Registra las piezas en los diferentes almacenes y da salida a las partes de inventario ya sea a los empleados, equipos, órdenes de trabajo, centros de costos o localizaciones.

- Un modulo que contiene los costos de mano de obra por hora y se puede sacar informe ya sea por empleado o por especialidad.
- Un modulo de órdenes de mano de obra, el cual especifica la semana nominal laboral y excepciones de la empresa así mismo se programan las horas de trabajo por empleado en jornada normal. Muestra el trabajo proyectado para poder realizar ajustes si es necesario.
- Un modulo de tareas, el cual programa las tareas de mantenimiento (por medidor y/o por fecha) que se realizan a los equipos de acuerdo de una frecuencia. MP2 genera de manera automática las órdenes de trabajo cada vez que les corresponda
- Un modulo de ordenes de trabajo, el cual crea órdenes de trabajo no programadas o trabajos ya realizados en donde también se tienen que especificar las partes y mano de obras que fueron utilizadas.

En este caso se prestará más énfasis a los módulos que estén directamente vinculados con la emisión de ordenes de trabajo, en el cual se introduce los datos recopilados en las fichas técnicas, también se introducen las rutinas de mantenimiento del equipo y luego el tiempo que tenemos estipulado para las rutinas, basándonos en los cronogramas de mantenimiento, todo ello contribuye a la emisión de las órdenes de trabajo. En esto se basa una alimentación de datos para que el sistema se ponga en marcha, el cual es sencillo, y así se estará realizando con mayor orden, todas aquellas tareas que el departamento de mantenimiento desempeña en una empresa.

2.1.10 Retroalimentación

Debido a que un departamento de mantenimiento se considera como un sistema de entrada y salida, existe la importancia de que el sistema evolucione y este renovándose continuamente y nada es estable, es por ello que la retroalimentación es un factor para que continuamente un sistema sea eficaz y eficiente. Se puede apreciar la retroalimentación orientada en el mejoramiento de un equipo, esta estrechamente vinculado, ya que todos los días se puede crear un historial del comportamiento del equipo, y con este simple hecho ya estamos retroalimentando un sistema. También cuando se habló de un programa en computadora, este no es funcional si no existe una retroalimentación, para que este vaya mejorando su servicio.

Si aplicamos la retroalimentación en la documentación de los manuales, se podrá apreciar que es un trabajo que nunca acabará, pero con ello tendremos las bases para futuros consultas en cuanto a un equipo o en cuanto a la realización de actividades de mantenimiento, otros.. Entonces se realizara una retroalimentación cuando se reporta que un sistema no responde a las rutinas que se están implementando, y debe de actualizarse para mejorar el desempeño siendo este el objetivo del departamento, se puede decir que con la continua actualización o sea la retroalimentación de los servicios prestados en el departamento de mantenimiento colaborarán con la mejora de la eficiencia y eficacia en la planta.

A continuación se mencionan una serie de ejemplos de las cosas que se deben de tomar en cuenta para que un sistema sea retroalimentado en un Departamento de Mantenimiento.

- Equipos nuevos
- Datos técnicos de dichos equipos nuevos
- Reportes de cumplimiento de órdenes
- Estado físico y desempeño de los equipos
- Actualización de listados de equipos
- Codificación
- Rutinas de mantenimiento
- Cronogramas de mantenimiento
- Reportes de lubricación
- Desempeños del personal
- Eficiencias diarias de los equipos
- Eficiencias de producción
- Otros.

2.2 Implementación de programas de mantenimiento preventivo en la línea de néctares envase tetra pak

La implementación de un programa es la culminación de un largo tiempo de recolección de análisis, rutinas, inspecciones e investigaciones de todos los temas relacionados con un departamento de mantenimiento. Cuando se va a generar un programa de mantenimiento, se prevee que los resultados a obtener se verán vinculados fuertemente con el aumento de la eficiencia o en el menor de los casos con la constancia de la eficiencia presente de las líneas de producción.

Es importante dar a conocer a todo el personal que esta vinculado con el seguimiento de dicho programa, para que esté al tanto de cambios que se podrían realizar, o que se entere de la nueva identificación de los equipos, para que sea el punto de partida y no existan contradicciones en un futuro.

Informar al personal, la nueva programación de rutinas de mantenimiento, lubricación, si no existían antes se deberá dar una pequeña inducción de las nuevas actividades, o simplemente se hace el recordatorio de que se llevará un seguimiento más profundo en cuanto a lo que anteriormente se había estado realizando y que con las nuevas demandas de mantenimiento se han realizado una serie de actualizaciones. El departamento debe estar conciente de que con una documentación bien ordenada de las modificaciones a realizarse y de las actividades que desempeña un departamento de mantenimiento, se puede tener un mejor acceso a la información y no le generara tiempo perdido en la recolección de datos o información de un equipo.

2.2.1 Plan de mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento preventivo contempla en su esencia una serie de rutinas de mantenimiento, que se resumen en la lubricación de elementos móviles, apriete de juntas, tornillos, tuercas en general, el chequeo de vibraciones, ruidos anormales, rutinas de infrarrojos otros.. En este caso se hará mención de los requerimientos más evidentes en la línea Tetra Pak, debido que existe la situación en que la empresa proveedora de los equipos existentes, genera una serie de rutinas de mantenimiento profundo para algunos sistemas complejos.

Se procederá a sugerir un ordenamiento de los trabajos que se realizan actualmente y el mejoramiento de rutinas de mantenimiento del área Tetra Pak, rutinas específicas de igual manera que se establece los ciclos según las horas de trabajo que marca el equipo, generalmente se pasa por alto algunos requerimientos de otros elementos como el chequeo constante de motores eléctricos, cajas, bandas de transportación, en si elementos auxiliares, ya que podríamos decir que son elementos que no son prioridad o que no son tan complicados de realizar una corrección a al hora de un percance.

Es por ello que se tiene como referencia los trabajos que se les realizan según el cronograma, que se han venido programan conjuntamente con el departamento de producción, en el cual se planea los paros para la realización de actividades de mantenimiento, generalmente estos paros son de una semana cuando se trata de mantenimiento profundo o aquel generalmente se denomina anual.

Existen rutinas de mantenimiento que se realizan en periodos más cortos como semestral, pero en el plan de mantenimiento se propone la realización de rutinas no tan complicadas, como por ejemplo, el chequeo visual, auditivo entre otros, generando así una conducta de prevención y mayor familiarización con el desempeño común de un equipo, logrando esto con el seguimiento conciente de estas rutinas preventivas.

Por lo que el plan de mantenimiento preventivo abarca toda el área de preparación, que actualiza las actividades de mantenimiento generando una serie de rutinas básicas y esenciales para la prevención de futuros problemas. También abarcamos las áreas de esterilización Cherry Burell y Steri Drink, con la debida actualización de datos técnicos recopilados en las fichas técnicas, conjuntamente con su codificación respectiva, y la elaboración de sus rutinas de mantenimiento, que según criterios recopilados de buena fuente se generan los ciclos para su realización, agrupados en los cronogramas de mantenimiento. Se continua con los elementos auxiliares del Área Aséptica de las llenadoras / envasadoras, no se tiene un acceso total para la implementación del plan de mantenimiento preventivo debido a las causas anteriormente descritas.

Luego de ello tenemos el área de empaçado, donde comenzamos con las pajilleras, las empacadoras, y la emplastadora, sin olvidar todos los componentes de los sistemas de transportación. Aquí es donde se observará con mayor impacto nuestro plan de mantenimiento. Específicamente el de lubricación, ya que en algunos casos no se tiene un control estricto y formal. Generando la documentación respectiva, en la que se adjuntas diagramas de los equipos, para la ubicación de los puntos de lubricación.

2.2.1.1 Clasificación de tiempos para efectuar los mantenimientos

Para llevar a cabo una clasificación de tiempos para realizar las rutinas de mantenimiento se deberá de establecer cuales son las prioridades de trabajo de mantenimiento con que contamos. El mantenimiento debe de administrarse con dos restricciones: fondos limitados y mano de obra limitada. Estas restricciones deciden el tamaño del pastel de mantenimiento. A menos que el pastel pueda hacerse más grande añadiendo dinero o añadiendo trabajadores adicionales, al agrandar el tamaño de una tajada se reduce el tamaño de la otra.

SISTEMAS SENCILLOS PARA ESTABLECER PRIORIDADES

Para que el departamento de mantenimiento pueda decidir cuál cliente o tipo de trabajo recibe su parte adecuada de recursos, es necesario usar algún tipo de sistema de prioridades. Con frecuencia, esta decisión se deja al supervisor o coordinador de mantenimiento.

Un sistema sencillo de tres prioridades es el que se emplea con mayor frecuencia. El trabajo "A" tiene máxima prioridad, el "B" tiene la siguiente y el "C" la más baja. Por desgracia, este tipo de sistema de prioridades no es, comúnmente, un sistema como tal, y a "la rueda que rechina más es a la que se le pone más grasa". Las decisiones no se toman con objetividad y el mantenimiento es el que sufre las consecuencias.

Existe un sistema denominado RIME el cual consiste en dos procedimientos: la categorización de cada parte del equipo y la clasificación de cada tipo de trabajo de mantenimiento. Cada tipo de equipo y clase de trabajo se clasifica en una escala de 1 al 10, el diez es el que tiene la máxima prioridad. Estas decisiones las toman las gerencias de mantenimiento y producción cuando el sistema está preparado y, por lo general, se cambian sólo cuando se cambian el equipo o las prioridades funcionales de la instalación.

Para decidir el orden de prioridad de un trabajo, se determina la categoría del equipo y la clase de trabajo, y estos dos factores se multiplican entre sí para dar un número de prioridad, siendo el 100 el número más alto posible. Sin embargo, debido a que este índice no siempre determina la prioridad correcta, los supervisores o coordinadores de mantenimiento deben tener la autoridad para cambiar dichas prioridades, aunque se les deberá solicitar que justifiquen dichas desviaciones o el sistema podría fallar en un corto plazo.

En el anexo 3 y 4, encuentra una tabla de categorización de los equipos. Cualquier equipo que tenga un riesgo seguro recibe una categoría de 10, el trabajo con clase 10 nunca se usa en una orden normal de trabajo: esto se reserva para aspectos de seguridad crítica que respalden una solicitud para un trabajo de emergencia. Al utilizar un sistema que aumente el RIME después de que una orden de trabajo tenga cierta antigüedad, por ejemplo, 30 días. Esto ayudará a asegurar que, con el tiempo, las órdenes de trabajo de baja prioridad se completen.

2.2.1.2 Cronograma de mantenimiento preventivo general

Una buena programación y administración del tiempo en que se desempeñaran las actividades de mantenimiento, dependen de los parámetros que se tomaron en la cuantificación del tiempo que es necesario la aplicación de una rutina de mantenimiento, por lo que se divide las rutinas en diarias, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales.

La prioridad para la ejecución de ciertas tareas de mantenimiento que requiere un equipo, se puede realizar con las tablas que anteriormente se presentaron, o se puede tomar en cuenta los historiales de mantenimiento y el conocimiento que el personal de mantenimiento ha recabado por su propia experiencia. En este caso se hará una calendarización para la realización de las rutinas de mantenimiento, que según experiencia y conocimiento técnico se ha venido desempeñando en el departamento de mantenimiento. Se tiene por ejemplo un motor eléctrico, en el que se ha observado que un cheque mensual, revisando ruidos anormales, temperatura, amperaje, nos indicara si se encuentra en funcionamiento normal, generando una orden de trabajo que no es de alta prioridad, pero si es necesaria para la prevención, siendo este el fin.

Luego se estipula un mantenimiento anual, el cual requiere que el motor este parado, ya que se procederá a cambiarse los cojinetes, los retenedores y a realizársele un mantenimiento completo al motor, para ello se requiere un mantenimiento con máquina parada.

Al tener claro que cada año se detendrá el motor, se debe de dar un seguimiento específico y aprovechar a calendarizar un mantenimiento anual, con máquina parada, de un grupo mayor de dichos elementos y otros que se encuentre vinculados con estos, y se debe de realizar las gestiones necesarias con el departamento de producción, y así se tome a consideración dicho tiempo muerto. Pudiendo ir más allá y planificar un mantenimiento para una línea completa aprovechando al máximo esa disponibilidad para realizar ciertas rutinas que requieren tiempo y que el equipo se encuentre parado.

En el área Tetra Pak, se trabajó el cronograma de mantenimiento preventivo conforme a tiempos estimados ya predeterminados por el departamento de mantenimiento preventivo de años anteriores, procediendo a ordenar todo el equipo según listado de correlativo según equipo.

Presentando una ficha en la que se adjuntan los datos generales de la línea o el área que se está trabajando en este caso se dividió:

- Área de preparación
- Área Tetra Pak
- Área Steri Drink
- Área Cherry Burrell
- Línea 51
- Línea 52
- Línea 53

Se adjuntan en la ficha de cronograma el código del equipo, y el código de la rutina de mantenimiento, si fuese el caso, luego se indica el período en el cual se realizará la rutina, proponiendo utilizar un calendario, indicando el ciclo de realización con colores.

Estos cronogramas se colocará en el manual para su respectiva consulta, los cronogramas deben de sincronizar con el despacho de órdenes de trabajo, el cual se debe de ingresar en el sistema MP2.

2.2.1.3 Órdenes de trabajo

El primer paso en la planeación y el control del trabajo de mantenimiento se realiza mediante un sistema eficaz de órdenes de trabajo. Las órdenes de trabajo es una forma donde se detallan las instrucciones para el trabajo que se va a realizar y debe ser llenada para todos los trabajos. En el medio se conocen con diferentes nombres, como solicitud de trabajo, requisición de trabajo, solicitud de servicio, otros.. El propósito del sistema de órdenes de trabajo es proporcionar medios para:

1. Solicitar por escrito el trabajo que va a realizar el Departamento de Mantenimiento.
2. Seleccionar por operación el trabajo solicitado.
3. Asignar el mejor método y los trabajadores más calificados para el trabajo.
4. Reducir el costo mediante una utilización eficaz de los recursos (mano de obra, material).
5. Mejorar la planeación y la programación del trabajo de mantenimiento.
6. Mantener y controlar el trabajo de mantenimiento.

7. Mejorar el mantenimiento en general, mediante los datos recopilados de la orden de trabajo que serán utilizados para el control y programas de mejora continua.

Las órdenes de trabajos son generadas, mediante la introducción de datos al sistema MP2, en el que se especifica el periodo de realización de la actividad de mantenimiento, estas llevan una numeración correlativa para su respectiva archivación. En este se especifica la fecha, el código del equipo, la descripción del equipo, y se incorpora un resumen de las rutinas a realizarse en el equipo como se muestra en el Anexo 7.

Todas estas actividades a realizarse son las que se encuentran definidas en las fichas de rutina de mantenimiento, estas son introducidas a los sistemas MP2 para que sea indicada en la hoja de la orden de trabajo. Se adjunta un espacio en que la persona encargada para la realización de dichas órdenes pueda escribir sus observaciones en cuanto al estado del equipo, o alguna sugerencia.

La administración del sistema de órdenes de trabajo es responsabilidad de las personas que están a cargo de la planeación y la programación, en este caso el encargado de mantenimiento preventivo. La orden de trabajo esta diseñada con sumo cuidado tomando en cuenta dos puntos.

El primero consiste en incluir toda la información necesaria para facilitar una planeación y una programación eficaz, y el segundo punto consiste en hacer énfasis en la claridad y facilidad de uso. Se utilizan dos tipos de ordenes de trabajo, siendo el primero una orden de trabajo general (en ocasiones denominada orden de trabajo permanente o establecida) que se utiliza para pequeños trabajos de rutina y repetitivos, cuando el costo de procesar una orden de trabajo individual podría exceder el costo del trabajo mismo o cuando éste es un trabajo fijo, de rutina, como el trabajo de inspección de motores eléctricos.

El segundo tipo es del orden de trabajo especial, que se elabora para todos los demás trabajos individuales, para los cuales es necesario reportar todos los hechos acerca del trabajo. Como por ejemplo el mejoramiento de un sistema deficiente, la ampliación de un equipo entre otros.

Por medio de la realización de dichas órdenes de trabajo se puede realizar una recopilación de información para la toma de decisiones para alcanzar metas y los objetivos establecidos en el departamento de mantenimiento. A continuación se presenta un diagrama de que papel desempeña las órdenes de trabajo para el control de mantenimiento. (Anexo 5)

2.2.1.4 Lineamientos para la implementación del plan de mantenimiento preventivo

Los lineamientos que se deberán entrar en observancia, para el debido seguimiento y utilización del plan de mantenimiento preventivo, comenzarán con:

- La formal y conciente aceptación del criterio tomado para su elaboración.
- Tomar en cuenta el codificado para la identificación de los equipos.
- Tomar en consideración la elaboración de fichas técnicas y entran en compromiso para su debida actualización, para no dejar que el manual con el paso del tiempo se vuelva obsoleto.
- Tomar en cuenta que la demanda de trabajos de mantenimiento que se tomo para la elaboración de las rutinas o rutas de mantenimiento deben de ser ingresados al sistema MP2 constantemente para que se genere debidamente las órdenes de trabajo.
- Se deberá de considerar los cronogramas propuestos para la elaboración de dichas rutinas, para su realización, especialmente en aquellos equipos que no se habían tomado en cuenta y así no sobrecargar las semanas de trabajo, y adoptar lo propuesto para un mejor ordenamiento en cuanto al desempeño del trabajo de mantenimiento preventivo, inspecciones, chequeos minúsculos. Ya que el mantenimiento que requiere de un tiempo considerable debe de ser coordinado con los programas anuales de paros por línea de producción.
- Se debe de colocar el manual en la biblioteca donde pueda ser consultado y pueda desempeñar su función. Y así completar la documentación respetiva de todas las líneas que conforman la planta de producción.

CONCLUSIONES

1. Al establecer debidamente las actividades del mantenimiento, se incrementa la productividad de los trabajadores.
2. La inconsistencia en la operación de los equipos puede afectar directamente en la variabilidad del producto y, en consecuencia, ocasionará un producto defectuoso. Por lo que al aplicar correctamente los conceptos preventivos se podrá reducir el porcentaje de producto defectuoso.
3. Con la ayuda de la termografía se puede tomar la decisión de qué clase de servicio está necesitando el equipo.
4. Si se orienta adecuadamente las inspecciones, se podrá desarrollar rutinas más eficientes.
5. Con la debida práctica de las actividades de lubricación, se está previniendo de problemas mayores en el servicio que prestan los equipos, siendo esta práctica una actividad principal que contempla el mantenimiento preventivo.
6. Se obtiene mayor eficiencia al tener documentación de apoyo para poder solventar las necesidades que presenta un equipo, en este caso, la implementación de un manual de mantenimiento preventivo.

RECOMENDACIONES

Al Jefe de Mantenimiento:

1. Aceptar formal y conciente aceptación de los criterios tomados para la elaboración del presente trabajo. Para que se pueda aumentar la eficiencia y eficacia del departamento.

Al Coordinador de Mantenimiento Preventivo:

2. Para que considere los cronogramas propuestos para la elaboración de las rutinas de mantenimiento, para que se lleven acabo en su tiempo y no forzar los equipos y mejorar su rendimiento y alargar su vida.
3. Retroalimentar continuamente todos los ejercicios de mantenimiento que se elaboran en el programa MP2, para que despliegue datos correctos y fiables.

Al Coordinador del área Tetra Pak:

4. Concientizar al personal encargado de efectuar las respectivas rutinas de mantenimiento, para que se realicen fiel y ordenadamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Duffuaa, Raouf, Dixon. **Sistema de Mantenimiento**. 6ta ed. (vol. 1) v Mexico: Editorial McGraw Hill, 1999. 33-44p, 77p, 83p,101-107p.
2. Tetra Pak. **Operation Manual Tetra Therm Aseptic Drink**. (No. Doc OM-1245124-5) p.11-12, 21-22.
3. Tetra Pak. **Manual de servicio llenadora 51 y 52**.
4. Tetra Pak. Manual de servicio llenadora 53.
5. Tetra Pak. Manual de servicio Pajillera 51
6. Tetra Pak. Manual de servicio Pajillera 52
7. Tetra Pak. Manual de servicio Pajillera 53
8. Tetra Pak. Manual de servicio Embandejadora 51
9. Tetra Pak. Manual de servicio Embandejadora 52
10. Tetra Pak. Manual de servicio Embandejadora 53

Referencia Electrónica

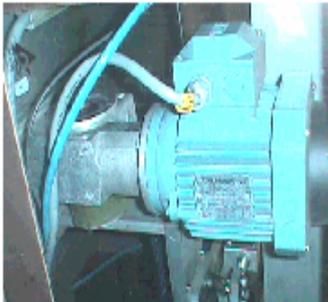
11. www.Monografias.com/mantenimiento/lubricacion, 25/4/2005
12. www.Monografias.com/mantenimiento/preventivo, 03/01/2005
13. www.Mantenimientopreventivo.org/mantenimiento_preventivo, 03/01/2005

APÉNDICE

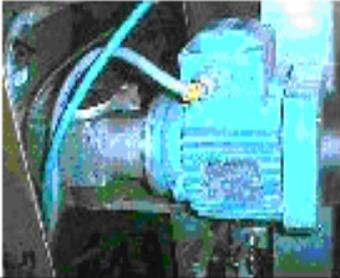
Apéndice 1. Formato de ficha de inspección.

No. Inspección: _____	Código del equipo: _____
Inspector: _____	turno: _____
Fecha: _____	Hora inicio: _____
	Hora final: _____
Descripción de las tareas: 1. chequeo de frecuencia. 2. chequeo de nivel de lubricación. 3. toma de presión en tubería. 4. toma de temperatura de operación.	
Referencias: frecuencia: bueno 250 hz a 300 hz Malo 300 hz a más Lubricación: bueno 75 ml a 100ml Malo 75 ml a menos Presión: bueno 250 psi a 300 psi Malo 300 psi a mas Temperatura: bueno 110 a 120 °C Malo 121°C a mas	
Observaciones:	

Apéndice 2. Pre-ficha.

	Nombre del equipo: Motor reductor
	Datos de ficha: Modelo: sd-45r6 Serie: k1544-58001 Marca: ABB motors. Ubicación: motor de banda transportadora de empacadora
	Voltaje: 110-220 Amperaje: 1.5-2.54 RPM: 2500

Apéndice 3. Ficha técnica.

Alimentos Kern de Guatemala S.A. Departamento de Mantenimiento Mantenimiento Preventivo		FICHAS TÉCNICAS	No.1
DATOS DEL EQUIPO			
Nombre del equipo: Motor eléctrico banda transportadora		Código del equipo: 51-718-0012	
Marca: Siemens		Ubicación: Área Tetra Pak	
Modelo: AB 1207-A5		Serie: 5485-LO4555	
		DATOS TÉCNICOS	
		Volt: 110 / 220 Amp: 1.5 / 2.4 Hp: 1.5 No. de cojinete: 2Z8506	
Observaciones:			

Fuente: Alimentos Kern de Guatemala S.A. **Departamento de Mantenimiento.**

Apéndice 4. Rutinas de Mantenimiento.

ALIMENTOS KERN DE GUATEMALA S.A. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO		RUTINAS DE MANTENIMIENTO PARA MOTORES ELECTRICOS
Mantenimiento Mensual		
Equipo: Motor eléctrico		Encargado
<ol style="list-style-type: none"> 1. Chequeo de la temperatura, que no exceda los 50°C. 2. Chequeo del amperaje del motor. 3. Chequeo de ruidos anormales. 4. Chequeo de vibración excesiva. 		ELECTRICISTA
Mantenimiento Anual		
Equipo: Motor eléctrico		Encargado
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cambio de cojinetes 2. Cambio de retenedores 3. Limpieza general 4. Aplicar pintura si es necesario 		ELECTRICISTA
Rutinas aplicables a los siguientes equipos		Código
Motor de banda transportadora de limpieza Motor de banda elevadora Motor de bomba de agua		FJ-7:8-0023 FJ-7:8-0050 FJ-7:8-0051

Fuente: Alimentos Kern de Guatemala S.A. Departamento de Mantenimiento.

Apéndice 6. Rutina de Lubricación.

RUTINA DE LUBRICACIÓN

EQUIPO: Sistema de sellado

Código del equipo: 51-718-0236

PUNTOS	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	TIPO DE APLICACIÓN	TIPO DE LUBRICANTE	CICLO
1	chumacera eje central	grasera	Molub-Alloy	semanal
2	chumaceras sistema de empuje	grasera	Molub-Alloy	semanal
5	engranes de tracción	grasera	Molub-Alloy	semanal
1	tornillo sin fin	grasera	Molub-Alloy	semanal
2	cadenas de envío	escobilla	Tribol 290	diario
2	cadenas de motor reductor	escobilla	Tribol 290	diario

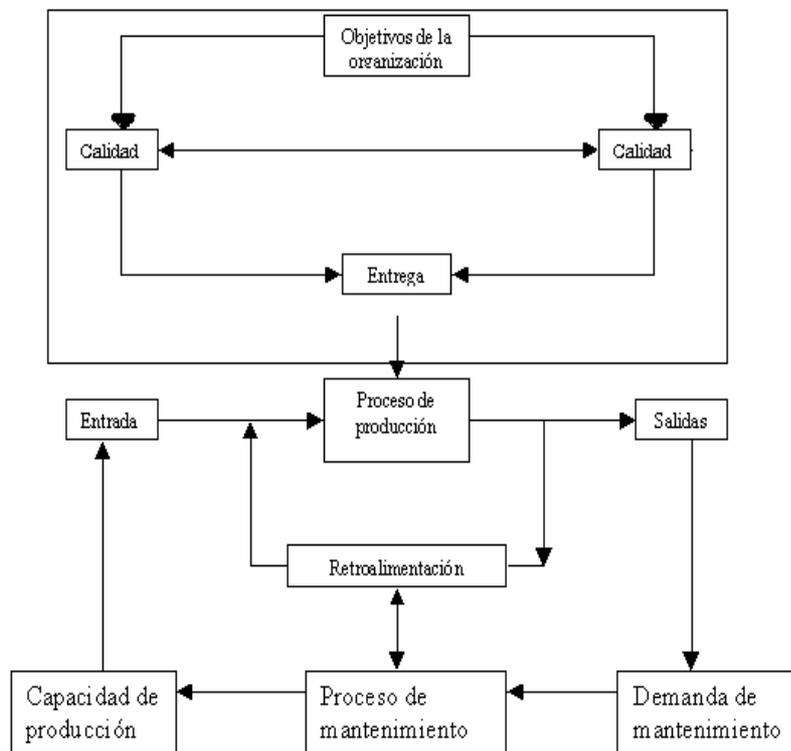
Anexo 7. Orden de trabajo.

No. 42-7895-001	fecha: 15-Jun-04
	linea: 52
Código del equipo:	Descripción del equipo:
TP-718-0021	Motor electrico sistema de alimentación de cartón empacadora 52
TP-718-0025	motor electrico banda transportadora empacadora 52
TP-718-0030	motor electrico sistema de alimentación pajillera 52
TP-718-0042	motor electrico alimentación de plastico superior
TP-718-0043	motor electrico alimentación de plastico inferior
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES:	
chequeo de ruidos anormales	
toma de amperaje	
chequeo de vibracion excesiva	
OBSERVACIONES:	

Nombre del mecánico: Selvin Gonzalez	
Coordinador de mantenimiento: Antonio Flores	

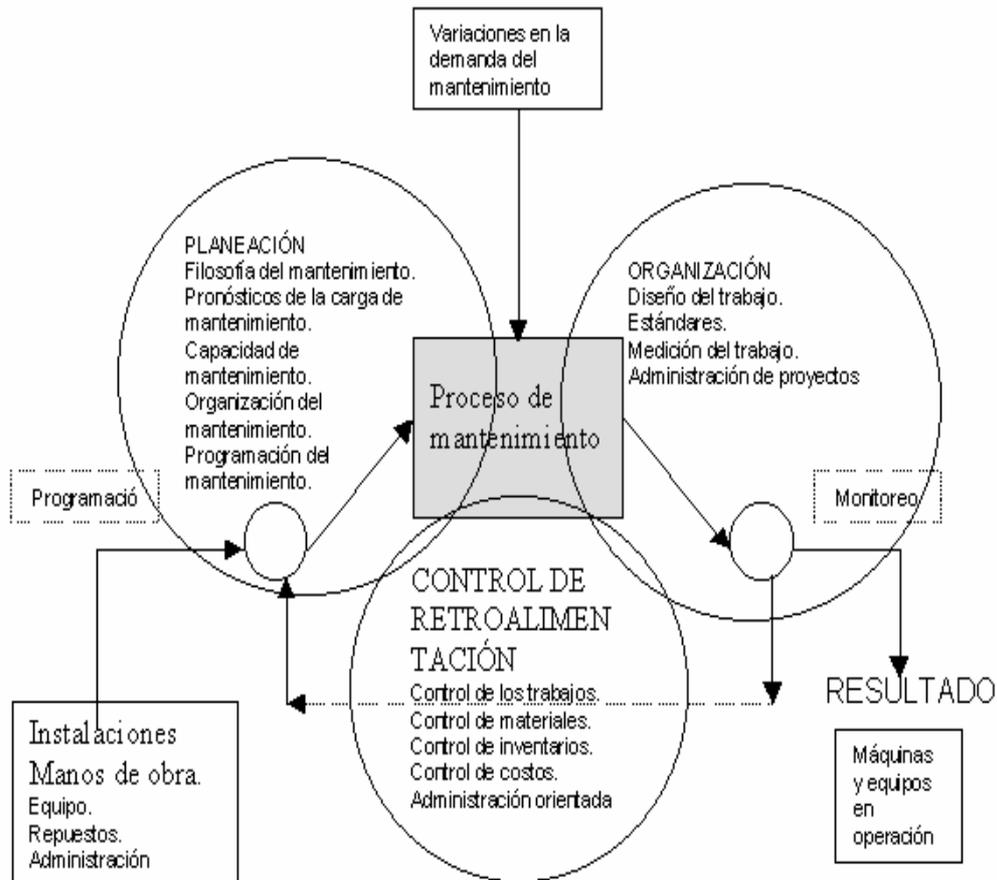
ANEXO

Anexo 1. Relación entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento.



Fuente: Duffuaa, Raouf, Dixon. **Sistemas de mantenimiento**. Pág. 30

Anexo 2. Sistema de Mantenimiento (entrada-salida)



Fuente: Duffuaa, Raouf, Dixon. **Sistemas de mantenimiento**. Pág.31

Anexo 3. Categorización del equipo.

Categoría	Descripción del equipo
10 Seguridad	Equipo con un riesgo de seguridad. Incluye la seguridad del personal y de los alimentos.
9 Servicios públicos	Equipo de servicios públicos que afectan varias líneas de producción. Esto incluye calderas, compresores etc.
8 Equipo clave para producción	Equipo no disponible en reserva; se detiene toda la línea de producción. Incluyen empacadoras, emplastificadoras etc.
7 Equipo de producción de múltiple	Unidades para las cuales existe disponible equipo de reserva; detiene sólo parte de la línea. Incluyen hornos, emplastificadoras.
6 Equipo clave para el manejo de material	No se dispone de equipo de reserva ni de métodos alternos para mover los productos. Incluye bandas transportadoras, etc.
5 Equipo para el manejo múltiple de materiales	Se dispone de equipos de reserva; existen métodos alternos para mover los productos. Incluye montacargas, gatos manuales, etc.
4 Equipos de apoyo	Incluye todas las unidades de apoyo, como equipos de taller y de oficina, equipos de manejo de desperdicios, etc.
3 Patios y edificios	Incluye cafetería, oficinas, baños, estacionamientos, etc.

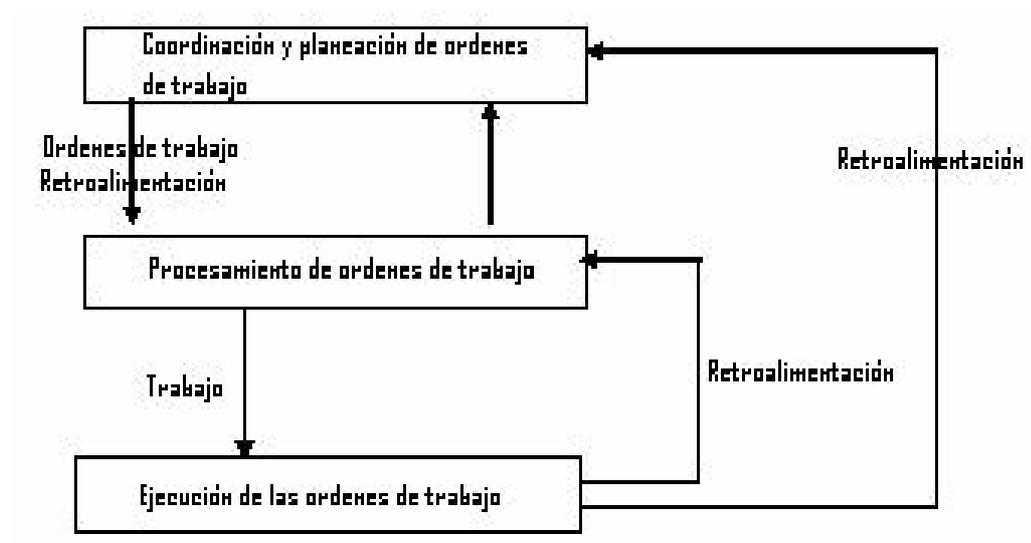
Fuente: Robert C. Rosaler. Manual del Ingeniero de Planta. Pág. 1-23

Anexo 4. Clasificación del trabajo.

Clase	Descripción del trabajo
10 Seguridad real, seguridad crítica en los alimentos.	Trabajo con seguridad crítica donde la vida o los miembros están en peligro.
9 Interrupciones, mala calidad	Contaminación real de producto. El trabajo es una emergencia. Llame a mantenimiento.
8 Mantenimiento preventivo	Falla de equipos o procesos. Artículos que causan pérdida del producto, mala calidad y crean una emergencia.
7 Trabajos de servicio, seguridad en los alimentos	Inspección, lubricación y reparación de lubricadores automáticos o sistemas de alarma. Trabaje para evitar interrupciones o trabajo de reparación.
6 Refacciones, mantenimiento correctivo	Trabajos necesarios durante los periodos de operación. Riesgo potencial de contaminación del producto.
5 Trabajo en interrupciones	Trabajo en partes o unidades de repuestos, no hay repuestos adicionales. Mantenimiento correctivo para reducir el trabajo repetitivo.
4 Trabajo de rutina, seguridad normal	Trabajo necesario, la seguridad en el trabajo no es lo suficientemente crítica como para exigir una inmediata interrupción del proceso.
2 Producción o mejoramiento de la calidad	Trabajo en partes o unidades de repuestos, mantenimiento normal y trabajo con seguridad de rutina.
2 Reducción de costos	Trabajo necesario para mejorar la calidad o la cantidad de la producción o del manejo de materiales o del mantenimiento de la calidad.
1 Baños, pintura y conserjería	Trabajo de reducción de costos que no caiga en alguna de las clases superiores.
	Mantener en operación las instalaciones de los casilleros y baños. Pintura protectora para evitar la oxidación.

Fuente: Robert C. Rosaler. Manual del Ingeniero de Planta. Pág. 1-23

Anexo 5. Estructura del control de mantenimiento.



Fuente: Duffuaa Raouf Dixon. Sistemas de mantenimiento. Pág. 58