



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

C U A U T I T L Á N

DESARROLLO DE UN PLAN MAESTRO

DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA

McCORMICK PESA S.A. DE C.V.

“DIVISION SABORES”.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A:

HECTOR BAÑOS TONÁCATL

ASESOR: ING. MARIA DEL PILAR ZEPEDA MORENO



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A LA UNIVERSIDAD

A la Universidad Nacional Autónoma de México y en especial a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, les agradezco haberme brindado una oportunidad en pertenecer a esta gran institución y permitir portar con orgullo, en todo lugar su nombre como profesionista ético.

A MI FAMILIA

A Marisol A. y Diego F., lo más importante en la vida de una persona es tener cerca el cariño de tus seres queridos, muchas gracias a ambos ya que son la fuente de mi inspiración y lucha constante ante cualquier adversidad, gracias por su cariño, comprensión y enseñanzas (ser esposo y padre).

A MIS PADRES, HERMANOS Y FAMILIARES

A el Sr. Cirilo Baños y la Sra. Amelia Tonácatl Rojas, muchas gracias por todos sus regaños, estímulos y lecciones, siempre los llevaré presentes, en toda mi vida, A mis Hermanos Cesar y Alejandro por permitir compartir con ellos cada día su afecto, lealtad y ayuda mutua, A mi nueva familia Reyes Rangel por apoyo moral y económico, siempre han estado presentes incondicionalmente, muchas gracias a todos.

A MI ASESOR

Ing. Maria del Pilar Zepeda Moreno, realmente le estoy muy agradecido, por brindarme la oportunidad de mostrarle este trabajo, la confianza en el desarrollo del mismo, por todas sus enseñanzas y consejos a los cuales siempre los tendré presentes y por todo este tiempo en que me ha estado apoyando, muchas gracias.

A MIS PROFESORES

Por que con sus enseñanzas me han dado la oportunidad de crecer como persona y profesionista, siempre ante todo forjaron en mí, el respeto, la verdad, la responsabilidad y la justicia, hábitos que deben ser eco en cualquier lugar al que vaya y por haberme brindado siempre el apoyo y los consejos necesarios en toda mi formación como profesionista, muchas gracias.

A MIS AMIGOS

Por que los últimos siempre serán los primeros, ante todo muchas gracias por su compañía, motivación y apoyo, nunca los olvidare:

Alfredo Vargas D.

Luis Portugués A.

Israel Hernández G.

Venancio F. Domínguez D.

Humberto Pérez P.

Rene Portilla Cano.

Laura Guerrero.

ÍNDICE:

OBJETIVOS	Página 6
INTRODUCCIÓN	7

CAPITULO 1

CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO

1.1 ¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO?	
1.1.1 Fallos en los equipos	9
1.1.2 Clasificación del mantenimiento	13
1.1.3 Principios del mantenimiento	22
1.1.4 Costo del mantenimiento	26
1.1.5 Mano de obra calificada	29
1.2 GESTION INTEGRAL DE MANTENIMIENTO	
1.2.1 ¿Qué es la gestión integral de mantenimiento?	35
1.2.2 Como se implementa la gestión integral de mantenimiento	40

CAPITULO 2

DISTRIBUCIÓN DE AREAS

2.1 UBICACIÓN DE LA PLANTA McCORMICK	
2.1.1 Historia de la división sabores	58
2.1.2 Plano de la ubicación de la planta	61
2.1.3 Plano de la distribución de la planta	62
2.1.4 Plano de la distribución de equipos en el área de sabores	63
2.2 CLASIFICACION DE AREAS	
2.2.1 Normas técnicas de instalaciones eléctricas	65

CAPITULO 3

IMPLEMENTACION DEL PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO

3.1	FILOSOFIA EN LA APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO	78
3.2	PRIORIDADES DE MANTENIMIENTO	81
3.3	INVENTARIO DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS E INSTALACIONES	82
3.4	ELABORACION DE DIAGRAMAS DE INSTALACIONES GENERALES ..	84
3.5	MANUALES DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS E INSTALACIONES	
3.5.1	Manual de procedimiento de mantenimiento para equipos refrigerantes	97
3.5.2	Manual de procedimiento de mantenimiento para equipos de instrumentación	101
3.5.3	Manual de procedimiento de mantenimiento para equipos rotativos	104
3.5.4	Manual de procedimiento de mantenimiento para sistemas eléctricos	106
3.5.5	Manual de procedimiento de mantenimiento para sistemas mecánicos y de servicios generales	115
3.6	PROGRAMA Y PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	128
	CONCLUSIONES	138
	BIBLIOGRAFÍA	140

OBJETIVOS:

- Aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera, para desarrollar un plan maestro de mantenimiento en la planta McCormick Pesa, división sabores.
- Realizar un levantamiento completo de los equipos, accesorios e instalaciones generales de la planta.
- Determinar las especificaciones de cada una de las instalaciones: eléctrica, hidráulica, gas lp y de servicios.
- Determinar las especificaciones técnicas y operativas de cada uno de los equipos, accesorios e instalaciones en general.
- Elaborar procedimientos de revisión y mantenimiento preventivo a los equipos, accesorios e instalaciones en general.
- Elaborar fichas técnica, planos y diagramas que faciliten la detención de probables fallas en los equipos e instalaciones.
- Elaborar por medio de un código universal cada una de las áreas así como equipos, instrumentos e instalaciones.
- Elaborar y registrar en una cartera los proveedores más importantes para el suministro de refacciones y servicio.
- Con este trabajo se pretende mejorar las condiciones de la planta, así como prevenir fallas para reducir costos de refacciones, equipo, mano de obra y tiempos por paro de producción.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo pretende llevar a cabo un plan maestro de mantenimiento en la empresa McCormick Pesa. Al realizar las prácticas profesionales en esta empresa, observé que no se cuenta con información suficiente para proponer un plan de trabajo para el mantenimiento de la misma.

Desde sus orígenes en la década de los noventas la planta funciona con una aplicación de mantenimiento correctivo, el cual tiene pérdidas en tiempos de producción, por costo de mano de obra así como también el elevado costo por la compra de refacciones en casos donde las fallas trascendieron o dañaron otras partes de los equipos. El no poder contar con los proveedores apropiados que brinden el mejor servicio para la compra de refacciones o aplicación de servicio de mantenimiento en equipos especiales hace que la empresa gaste más de lo estimado.

Con este trabajo se realizará un inventario completo de equipos, instrumentos e instalaciones en general para poder tener un control de prioridades en la aplicación de mantenimiento preventivo programado, aplicando todos los conocimientos adquiridos durante la carrera, con el fin de obtener un beneficio y ahorro de tiempos muertos por paro de maquinas, mano de obra, en costos por adquisición refacciones y servicios externos de mantenimiento, etc.

En el capítulo 1 se habla de los conceptos más importantes para comprender en que consiste el mantenimiento en nuestros días así como su importancia dentro de las empresas a nivel nacional y como se ha ido tomando para poder mejorar y aumentar la vida útil de los equipos, así como también las causas de las cuales se desarrollan comúnmente los fallos y sus consecuencias en las perdidas de producción.

En el capítulo 2 se habla de la historia de la planta McCormick PESA sus inicios en el mercado nacional y su crecimiento a grandes pasos de nuevas áreas de producción en particular la del área Sabores en la cual vamos a implementar nuestro plan maestro de mantenimiento no sin antes conocer y clasificar los productos que se manejan en el área para no provocar por ningún motivo accidentes los cuales debemos prevenir ya que lo primero es la salud y bienestar de los trabajadores que ahí laboran.

En el capítulo 3 se habla principalmente de cómo se va a ir formando el plan maestro de mantenimiento con ayuda de inventarios, códigos de identificación, fichas técnicas de los equipos e instalaciones, diagramas e isométricos y lo más importante los procedimientos de mantenimiento.

CAPITULO 1

CONCEPTOS DE MANTENIMIENTO

1.1 ¿QUÉ ES EL MANTENIMIENTO?

Definiciones hay muchas pero la más práctica y sencilla dice: “Es conservar en buen estado y funcionando la máquina o equipo utilizado en la producción, con el fin de alargar su vida útil” ⁽¹⁾. Para el caso de mantenimiento, la idea no es tan trivial pero puede aplicarse igualmente, la necesidad que produce cualquier instalación es la de mantenerla en una situación que permita obtener un fin al cual está destinada. Mantenimiento ofrece como producto cubrir esta necesidad, la reparación de las anomalías que surjan e incluso las correcciones para que no lleguen a producirse, en un principio el cliente en este caso es único, sus necesidades pueden ser muy variadas en función del tipo de instalación o ambiente al cual van a estar destinadas de los cuales existirán varios factores en el ambiente que puedan causar fallas o desgaste en las instalaciones y equipos utilizados.

Con esto último, se debe empezar por conocer, a que se va a enfrentar el equipo o instalación, existen diversos factores que deben tomarse en cuenta: medio ambiente, producto de fabricación, materia prima utilizada en el proceso y tamaño de la empresa. Estas especificaciones son requeridas para elaborar un plan completo de mantenimiento en el cual se tome en cuenta: mano de obra utilizada, tiempo de rendimiento y reparación de los equipos, compra y control de refacciones.

1.1.1 Fallos en los equipos

En ocasiones, se comete el error de centrar el mantenimiento en las reparaciones, olvidando el análisis de la avería, la manera de hacer una buena reparación es por

NOTA 1: Fuente obtenida NAVARRO E. Luis, “Gestión integral de mantenimiento”.

evitar que ocurra nuevamente, por lo tanto es imprescindible conocer las causas que la han originado y eliminarlas. La definición de avería viene dada como: "Deterioro o desperfecto en cualquiera de los órganos de un aparato que impide el funcionamiento normal de éste" ⁽²⁾. Experimentalmente observamos que no existe un equipo perfecto que esté libre de cualquier fallo o anomalía a lo largo de su utilización.

A nivel industrial se suele entender como avería un fallo que impide que la instalación mantenga el nivel productivo. Esta idea debe ampliarse a los fallos que ocasionan falta de calidad del producto, falta de seguridad, pérdidas energéticas y contaminación ambiental, los equipos deben ser capaces de alcanzar la producción para la que se diseñaron pero, además deben hacer el producto que se esperaba. Si la calidad del producto depende del estado de la instalación, cualquier hecho que haga descender esta calidad será igualmente un fallo.

Con lo dicho hasta ahora, se tiene una primera clasificación de los fallos: los que afectan directamente al producto (cantidad-calidad) y los que afectan al entorno (seguridad-medioambiente). En la práctica existen averías que pueden ser combinación de estos dos tipos y se pueden obtener otras clasificaciones de fallos por numerosos conceptos, a continuación se empezará por diferenciar los fallos en mantenimiento en los siguientes casos:

- a) Fallos debidos a un mal diseño o errores de cálculo
- b) Fallos debidos a defectos durante la fabricación del equipo
- c) Fallos producidos por el mal uso de la instalación
- d) Fallos debidos al desgaste natural y al envejecimiento
- e) Fallos debidos a fenómenos naturales y otras causas

NOTA 2: Fuente obtenida NAVARRO E. Luis, "Gestión integral de mantenimiento".

a) Fallos debidos a un mal diseño o a errores de cálculo del equipo: No conocer exactamente las condiciones en las que trabajará la máquina, despreciar efectos que luego resultan más importantes de lo que se esperaba o el exceso de simplificación en el aparato para obtener mejores precios, ocasiona errores de diseño que se adquieren con el equipo. El número de fallos atribuibles a este hecho son del orden del 12% del total de fallos.

b) Fallos debidos a defectos durante la fabricación del equipo: Si se descuidan los controles de calidad de los materiales y piezas que componen el equipo, se tienen fallos potenciales incluidos en la máquina que no tardarán en aparecer. Las soluciones pasan por reemplazar las piezas defectuosas de origen. Este tipo de fallos representa el 10,45%.

c) Fallos producidos por el mal uso de la instalación: Porcentualmente son los más numerosos (el 40%); provienen de un desconocimiento del manejo del equipo, por emplearlo en aplicaciones para las que no está diseñado y sobre todo por utilizarlo en características superiores a las especificadas por el fabricante.

d) Fallos debidos al desgaste natural y al envejecimiento: Estos son los fallos que nos son más familiares. Se trata de roturas, desgaste, abrasiones, corrosión, fatiga, cavitación, etc. Suponen el 10,45%.

e) Fallos debidos a fenómenos naturales y otras causas: Dentro de este grupo se incluyen los que son debidos a fenómenos meteorológicos y causas exteriores al propio equipo. Suponen el 27%.

Desde el punto de vista de mantenimiento existen dos clasificaciones interesantes. La primera en función de la capacidad de trabajo de la instalación y la segunda en función de la forma de aparecer.

En función de la capacidad de trabajo se distinguen en fallos totales y parciales: Un fallo total implica un paro de todo el sistema productivo, mientras que un fallo

parcial afecta sólo a una serie de elementos pudiendo trabajar con el resto. La aparición de uno u otro fallo depende en gran medida de la complejidad de las instalaciones o equipos en el sistema de proceso.

En función de cómo aparece el fallo se pueden diferenciar en progresivos o repentinos: los progresivos son los que de una manera u otra, hacen prever su aparición, los cuales se asocian al desgaste, la abrasión, desajuste, etc., y con un seguimiento se puede llegar a establecer cuándo se producirá el fallo definitivo. Los repentinos corresponden a una función aleatoria y suelen depender de una serie de factores difíciles de predecir y suelen tener relación con roturas de piezas o elementos.

Al realizar un esquema como se representa en la tabla 1.1, combinando estas dos clasificaciones, se obtienen cuatro cuadrantes. En el primer cuadrante se sitúan las averías que afectan a una parte de la instalación y que además se pueden prever, en principio estas averías son las menos complejas, con un seguimiento completo y programado de mantenimiento se pueden detectar los fallos para realizar su reparación oportunamente, con la finalidad de no afectar a toda la cadena de producción, la rapidez con que se llevan a cabo las reparaciones no son críticas, pero también si no se toman medidas adecuadas para detectar y corregir las averías estas podrán provocar otras nuevas y extenderse a más equipos de la instalación, su tendencia será de pasar al segundo y tercer cuadrante pero en el peor de los casos puede llegar al cuarto cuadrante donde casi es imposible corregirlas sin utilizar los mínimos recursos posibles a parte de que eso significaría un paro total en la producción y una intervención de emergencia.

Aunque estos cuatro cuadrantes si pueden dar una idea de de la gravedad de la avería, debe tenerse en cuenta el efecto global que produce para tener una evaluación real de la misma.

Tabla 1.1 Clasificación de averías

		Capacidad de trabajo	
		Parcial	Total
Forma de aparecer	Progresiva	I	II
	Repentina	III	IV

1.1.2 Clasificación del mantenimiento

Escribir los diferentes tipos de mantenimiento que se aplican y el límite de cada uno de estos es difícil de establecerlo, dado que, a excepción del mantenimiento correctivo, la finalidad de los demás es la misma variando su metodología.

Los diferentes tipos que se describen no son incompatibles entre ellos sino que se complementan para lograr un mantenimiento óptimo. Los tres grandes grupos de tipos de mantenimiento son los siguientes: Los que se aplican una vez aparecida la avería (correctivo), los que tratan de predecirla o prevenirla antes de su aparición (hard time, de uso y predictivo) y los que tratan de eliminarla de una forma permanente (modificativo). Asimismo, se considera como un tipo de mantenimiento que, en realidad no debería ser como tal; pero por su importancia “el engrase”, de los equipos es importante y deberá ser constante.

Clasificación de los diferentes tipos de mantenimiento:

- a) Mantenimiento correctivo
- b) Mantenimiento preventivo
 - Mantenimiento de uso
 - Mantenimiento hard time
 - Mantenimiento predictivo
- c) Mantenimiento modificado
 - Mantenimiento de proyecto
 - Prevención del mantenimiento
 - Mantenimiento de reacondicionamiento

a) Mantenimiento correctivo: El mantenimiento correctivo consiste en ir reparando las averías en las instalaciones o equipos a medida que se van produciendo. El principal inconveniente con este tipo de mantenimiento, es cuando el usuario detecta la avería en el momento en que se produce en el equipo, al ponerlo en marcha o bien durante su utilización este no responde. En muchos casos, con el fin de obtener un mayor rendimiento en la línea de producción, el usuario no avisará del fallo hasta que el equipo le impida continuar trabajando al grado de forzarlo y llevarlo al límite de su funcionamiento, agravando más el fallo inicial y generar otros de mayor importancia. Se considera que el personal encargado en el uso de los equipos no es un experto en detectar averías, pasará por alto: ruidos, olores y anomalías que pueden preceder a un fallo. Las desventajas son amplias en este tipo de mantenimiento:

- La rapidez en la que actúa el departamento de mantenimiento para poner en funcionamiento a un equipo.
- Pasa a un segundo plano el análisis de la causa de la avería.
- También dado que la avería puede producirse en cualquier instante, no se cuenta con el personal disponible para afrontar la reparación en ese momento.
- El tiempo y costo por paro de producción del equipo aumentarán.

Encontrar el punto óptimo en el número de personas que integran un equipo de mantenimiento no es fácil, se deben considerar dos variables difíciles de predecir, una es la frecuencia en que suceden las averías y la otra es la importancia o prioridad para su reparación de éstas mismas. Si éste es el único tipo de mantenimiento que se realiza en una empresa, se tiene la necesidad de contar con una plantilla numerosa de personal para afrontar cualquier avería imprevista, formada con especialistas de cada oficio y un almacén de refacciones lo más completo posible.

El personal encargado de las reparaciones sólo tiene contacto con los equipos a la hora de repararlos lo cual si no se lleva una bitácora de actividades se perderá toda la información que se obtiene en el seguimiento de los equipos para futuras reparaciones. Desde el punto de vista económico, estos puntos mencionados aumentan considerablemente los gastos directos de mantenimiento, además los equipos que se utilizan hasta el límite de sus posibilidades sus reparaciones serán más costosas y de menor duración. Aunque los inconvenientes del mantenimiento correctivo son mayores a sus ventajas, es imposible prescindir de él, siempre habrá averías que se escapen a cualquier predicción y será necesario repararlas inmediatamente.

b) Mantenimiento preventivo: El mantenimiento preventivo tiene por misión conocer el estado actual de los sistemas y de todos los equipos para programar y llevar acabo la aplicación de mantenimiento en el momento más oportuno. Las principales ventajas frente a otros tipos de mantenimiento son:

- Disminuir la frecuencia de los tiempos muertos en producción.
- Aprovechar en realizar varias reparaciones al mismo tiempo.
- Aprovechar el momento más oportuno, tanto para producción como para mantenimiento (programar las reparaciones).
- Preparar y aprovisionar las refacciones necesarias.

- Distribuir el trabajo de mantenimiento de una manera más uniforme evitando puntas de trabajo y optimizando la plantilla.
- En muchos casos evitar averías mayores como consecuencia de pequeños fallos, en particular los sistemas de seguridad.

Para la implantación de este tipo de mantenimiento es necesario hacer un plan de seguimiento para cada uno de los equipos, en este plan se especifican las técnicas que se aplicarán para detectar posibles anomalías de funcionamiento y la frecuencia en la que se realizan. Al detectar cualquier anomalía se estudia su causa y se programa para realizar las reparaciones que correspondan. Los métodos más usuales que utiliza el mantenimiento preventivo para detectar y conocer el funcionamiento actual de los equipos, se pueden resumir en los siguientes puntos:

1.- Inspecciones visuales: Consiste en verificar posibles defectos o anomalías superficiales que vayan apareciendo en diferentes elementos del equipo. La inspección puede ser interna o externa, para la externa puede realizarse a simple vista o con ayuda de lupas, mientras que para la interna se utilizan aparatos como los boroscopios y flexiscopios, capaces de acceder a zonas difíciles en el interior del equipo.

2.- Medición de temperaturas: Puede detectar anomalías que van acompañadas de generación de calor como rozamientos o mala lubricación, fugas en válvulas y purgadores e incluso permite determinar el estado de los equipos mediante termografías superficiales.

3.- Control de la lubricación: El análisis de los aceites de las máquinas permite determinar el contenido de hierro o cualquier otro metal y el grado de descomposición, así como la posible presencia de humedad o cualquier otro compuesto que altere su funcionamiento. Con estos análisis podemos determinar los grados de desgaste de los elementos lubricados.

4.- Medición de vibraciones: El estudio de los espectros de vibraciones y su amplitud puede proporcionar suficiente información para saber las partes que comienzan a dañarse dentro de cualquier equipo.

5.- Control de fisuras: Para el control de fisuras y otros defectos, se emplean métodos como las radiografías, líquidos penetrantes, ultrasonidos, corrientes inducidas, etc. El conocimiento de fisuras en elementos que han estado trabajando permitirá tomar decisiones sobre la sustitución y tiempo máximo de funcionamiento antes del fallo total.

6.- Control de corrosión: Para el control de la corrosión pueden emplearse desde la visión en la superficie dañada, hasta la medición de espesores mediante ultrasonidos o radiografías, en la industria química, la lucha contra la corrosión supone un reto para el mantenimiento. Con el empleo, cada vez mayor, de aceros inoxidable, la corrosión bajo tensiones suele ser la causa del 30-40% de las roturas.

Estos métodos deben tomarse en cuenta en la inspección de cada uno de los equipos, los cuales son indispensables para las diferentes maneras de llevar a cabo el mantenimiento preventivo, el cual puede ser mediante: el mantenimiento de uso, el hard time o bien el predictivo

Mantenimiento de uso: Pretende responsabilizar el primer nivel de mantenimiento a los propios usuarios de los equipos, uno de los inconvenientes que presenta el mantenimiento correctivo, la cual es la pérdida de toda la información obtenida por no controlar el funcionamiento de los equipos, si el usuario tiene como responsabilidad la conservación y realización de pequeñas reparaciones, no pasará por alto las primeras anomalías que se detectan antes del fallo.

Las ventajas con este método es que se realizan a su debido tiempo ciertas actuaciones, en donde involucran a personas ajenas al departamento de mantenimiento y no se permite detener la marcha del equipo. Por otra parte se

descargan las actividades del personal de mantenimiento y se simplifica su organización. Para poner en marcha este mantenimiento es necesario dar a los usuarios cierta información técnica de los equipos y delimitar hasta donde pueden y deben actuar, las acciones más frecuentes suelen hacerlas los propios usuarios como son: el engrase, la limpieza y el apriete de las partes de unión.

Mantenimiento hard time: Consiste en revisar los equipos en intervalos programados antes de que aparezca algún fallo, la revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se deben sustituir o reparar perfectamente los elementos, con estas acciones se pretende asegurar con gran probabilidad, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

Las principales ventajas frente al mantenimiento correctivo, son la posibilidad de programar las revisiones para tener menos impacto de tiempos muertos en la producción, la posibilidad de preparar el trabajo y tener listo el aprovisionamiento de materiales y refacciones. Estas ventajas se traducen en el aumento de la disponibilidad, poder realizar las revisiones fuera del tiempo destinado a producir, contar con una plantilla de mantenimiento más optimizada al conocer de antemano la carga de trabajo y reducir del valor de los stocks de almacén al poder aprovisionar materiales y refacciones justo antes de las revisiones.

Para implementar el mantenimiento hard time es necesario hacer previamente un estudio detallado de los equipos, en el que se determine la frecuencia de las revisiones y la necesidad de instalar un contador horario o de piezas fabricadas. La frecuencia óptima para la realización de las revisiones se debe situar al comienzo de la zona de envejecimiento de la curva de Davies como se muestra en la figura no.1, donde la frecuencia es mayor, es por eso que se corre el riesgo de sucedan averías antes de lo esperado lo cual propiciara aplicar un mantenimiento correctivo, pero si la frecuencia es demasiado baja, se estará sustituyendo elementos del equipo que todavía podrían seguir funcionando sin avería durante un tiempo, en este caso se

está perdiendo la vida residual de algunos elementos, subiendo un costo adicional al mantenimiento. El hecho de aceptar el cambio de determinados elementos en cada revisión puede distraer en buscar la causa del origen en la degradación de éstos mismos, actuar sobre el efecto y no sobre la causa.

Curva de Davies

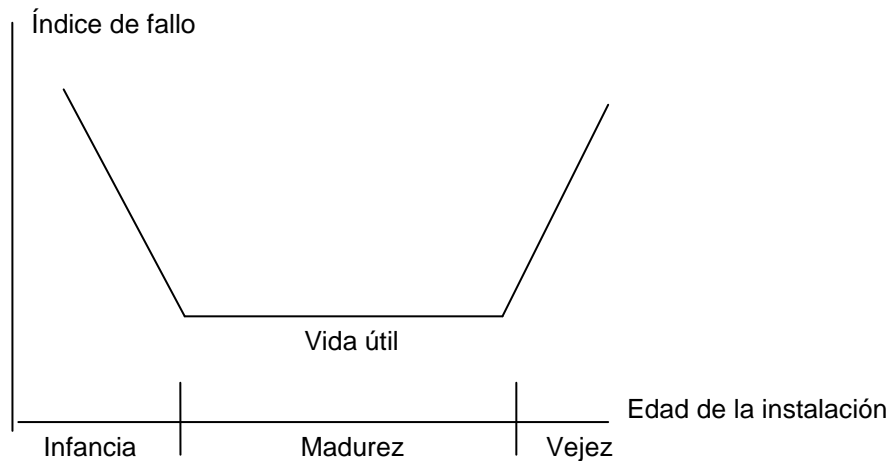


Figura 1.1 (Indica el periodo en que se presentará una falla en la vida útil de un equipo o instalación).

Mantenimiento predictivo: Consiste en el conocimiento permanente del estado y operatividad de los equipos mediante la medición de determinadas variables. El estudio de los cambios en estas variables, determina la actuación o no del mantenimiento correctivo. Las ventajas frente a otros tipos de mantenimiento preventivo se basan en la velocidad con la que se obtiene la información; en otros casos se establecen una frecuencia, mientras que en el predictivo es inmediata, incorporando además, ciertas variables que aumentan la información del estado de los equipos. Los dos aspectos fundamentales que se conocen serán el funcionamiento de la máquina desde el punto de vista de la producción y el estado de la máquina respecto a sus componentes.

Conocer en detalle las variables del equipo permite ante una anomalía no sólo prevenir la avería si no cambiar el ritmo de trabajo para optimizar el proceso a las nuevas condiciones de trabajo. La mayor información proporcionada por este tipo de mantenimiento añadido a su rapidez con la que se envía la información supera cualquier otro tipo de mantenimiento preventivo. El mayor inconveniente para su aplicación es la parte económica, porque se tiene que tomar en cuenta en cada equipo e instalación de los mismos los cuales deben de tomar una medida para centralizarlos en una estación de seguimiento con el fin de controlar mejor los parámetros manejados en el proceso de producción como: presión, pérdidas de carga, caudales, consumos energéticos, caídas de temperatura, ruido, vibraciones, dimensiones de cota, etc.

Para la implantación de este tipo de mantenimiento es necesario fijar las magnitudes que mejor definan el proceso interno del equipo. Una vez seleccionadas, fijar los valores normales de funcionamiento y los valores límite que puede alcanzar cada una de estas magnitudes; por último, dotar a la instalación de los aparatos de medición y centralizarlos para su seguimiento.

c) Mantenimiento modificado: Con este nombre se conocen las acciones que lleva a cabo mantenimiento, tanto para modificar las características de producción de los equipos, como para lograr una mayor fiabilidad o mantenibilidad de los mismos. Este mantenimiento puede aparecer en tres épocas de la vida de una instalación como a continuación se mencionan:

La primera oportunidad es en la adquisición del equipo, esto es durante el proyecto donde los equipos estándar, en ocasiones, necesitan ser adaptados a las necesidades propias de la empresa, ya sea por razones del producto o bien por ajustar el costo o posibilidades de mantenimiento, una instalación que tenga durante su diseño un análisis desde el punto de vista de mantenimiento, esto evitará problemas posteriores, que en ocasiones pueden ser difíciles de solucionar, de no ser así se estará ante un mantenimiento de proyecto.

La segunda oportunidad o época es durante su vida útil, donde se trata de modificar los equipos para eliminar las causas más frecuentes que producen fallos, el análisis de las causas de las averías es el origen de este tipo de mantenimiento y su objetivo es la eliminación total de ciertos fallos; prevención del mantenimiento.

Por último este mantenimiento se utiliza cuando el equipo entra en la época de vejez, en esta ocasión se trata de reconstruir el equipo para asegurar su utilización durante un intervalo de tiempo posterior a su vida útil, es en este momento donde se aprovechan todos los conocimientos y experiencias para introducir todas las mejoras posibles tanto para producción como para mantenimiento.

Engrase de los equipos: La razón de incluir el engrase dentro de los tipos de mantenimiento es de mayor importancia y consecuencias, que genera el no realizarlo, por ser realmente un mantenimiento rutinario.

El engrase, normalmente, se suele introducir en el mantenimiento preventivo, siendo responsabilidad del departamento de mantenimiento, sin embargo, el engrase debe considerarse como una necesidad unida al funcionamiento del equipo y no como una acción más del mantenimiento. De la misma manera que a una caldera se le suministra el combustible para su funcionamiento, la lubricación en una máquina es una necesidad sin la cual no sólo no funcionará bien sino que pueden llegar a destruirse partes de la misma.

Las operaciones de lubricación pasan desde el cambio de aceites hasta el engrase de las partes que así lo soliciten, claro esta que para su ejecución se establecen las frecuencias de engrase de cada una de las piezas y el cambio de aceite en los equipos que lo requieran.

1.1.3 Principios del mantenimiento

El concepto de cultura organizacional se refiere al conjunto de creencias, valores, supuestos, conductas compartidas y transmitidas en una organización, que son adquiridos a lo largo del tiempo, los cuales han resultado exitosos para el logro de sus objetivos, lo anterior advierte que los elementos constituyentes de la cultura organizacional de una empresa se asimilen y puedan generar los resultados esperados, se debe dejar transcurrir el lapso de tiempo necesario para visualizar y obtener estos cambios. Las características y funciones más importantes de una empresa sumergida en el contexto de una cultura organizacional son las siguientes:

- 1.- Gestión gerencial, flexibilidad, evaluar y modificar el rumbo.
- 2.- Utilización de tecnología en la comunicación y globalización (lo más importante es el recurso humano).
- 3.- Competitividad e innovación.
- 4.- Capacitación permanente y calidad de los resultados.
- 5.- Disciplina, horizontalidad, participación, responsabilidad, respeto mutuo y honestidad.
- 6.- Formar líderes, agentes de cambio y personal de relevo.

Si el mantenimiento se conceptualiza como una actividad humana, parece lógico que se considere parte del entorno cultural; este criterio permite afirmar que esa ocupación está presente en el hacer de cualquier persona. Sin aislarse del ambiente, el mantenimiento suele concebirse como una función de servicio, dispensada por personal idóneo, orientada a mantener disponibles los elementos de producción industrial; estas ideas determinan la toma de conciencia y el adquirir una responsabilidad el propósito de iniciar una cultura organizacional efectiva, en la cual se logre un óptimo rendimiento de los recursos disponibles a un costo racional de operación y producción, obteniendo de esta forma una aceptable calidad de los productos o servicios finales, en donde el capital humano previamente: educado, entrenado e incentivado desempeñe un papel trascendente.

Como el mantenimiento es la otra variable a examinar en esta indagación, es pertinente reflexionar en torno a ciertos aspectos de esa función. De acuerdo a la definición de mantenimiento: “Es conservar en buen estado y funcionando la máquina o equipo utilizado en la producción, con el fin de alargar su vida útil” ⁽³⁾. Con acciones oportunas, continuas y permanentes, dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal de los sistemas.

En esta definición, están contenidos términos que debemos analizar como las **acciones** ⁽⁴⁾ las cuales son efectos de hacer algo. Las acciones más importantes de mantenimiento son: planificación, programación, ejecución, supervisión y control de donde se obtienen otras dos clasificaciones continuas (duran o se hacen con pocas interrupciones) y permanentes (son firmes y constantes). De estos dos puntos finales resumen que el mantenimiento debe ser ejecutado de manera continua y permanente a través de planes que contengan objetivos precisos.

Otro término importante es el **prever** ⁽⁵⁾, que significa: ver con anticipación conocer y conjeturar lo que ha de suceder. Con una buena planificación y elaboración de programas oportunos de inspecciones rutinarias, el ingeniero de mantenimiento está en capacidad de detectar los síntomas más relevantes en los equipos o instalaciones, los cuales indican muchas veces con bastante anticipación los fallos próximos y en consecuencia, se debe abocar a corregir las desviaciones antes de convertirse en un problema de mayor trascendencia.

Por último otro término en el cual repercute el trabajo de los encargados de mantener en óptimas condiciones la planta de trabajo, es la de **asegurar** ⁽⁶⁾, la cual significa: establecer, fijar sólidamente, preservar de daños ocasionados por el tiempo y uso, con el único fin de alargar la vida útil de las instalaciones y equipos en general.

NOTAS: 3,4, 5 y 6 Fuentes obtenidas NAVARRO E. Luis, “Gestión integral de mantenimiento”.

Una división de mantenimiento eficiente y eficaz, debe ser capaz de proporcionar en forma segura y oportuna, un servicio de mantenimiento adecuado a todas las dependencias de la organización. El ser **eficiente** ⁽⁷⁾ significa: cuando la máquina o equipo, trabajan o producen se obtiene una relación de su nivel de producción y contra los gastos de energía utilizados en su funcionamiento, también a la eficiencia se le conoce como rendimiento. El gerente de mantenimiento debe estar informado del nivel de eficiencia de sus equipos, como parte del seguimiento que se hace para tomar decisiones relacionadas con costos de reparaciones y reemplazos.

Por último, se debe destacar que el aspecto exterior de los equipos influye en la confianza del usuario y en el ánimo del trabajador. Lo que se necesita es que los edificios, instalaciones, equipos y accesorios, funcionen en forma óptima y tengan buena apariencia.

La existencia del mantenimiento en las empresas generadoras de bienes o de prestación de servicios: grande, mediana o pequeña, siempre existe en mayor o menor prestación de este servicio interno, la función mantenimiento implica a concluir que es una actividad de apoyo en cualquier tipo de empresa; es decir, el mantenimiento es parte integrante y esencial de todo tipo de organización, dicha función es básicamente administrada y practicada por seres humanos, constituyendo parte de una manifestación cultural.

La filosofía del mantenimiento: es la disponer de un grupo mínimo de recursos humanos de mantenimiento capaz de garantizar la optimización de producción, disponibilidad de equipos y la seguridad en la planta industrial. Si se aprende, desarrolla y aplica en forma efectiva esta filosofía de mantenimiento a la función de producción, se puede ofrecer al cliente, bienes y servicios de calidad competitiva a costos razonables.

NOTA 7: Fuente obtenida NAVARRO E. Luis, "Gestión integral de mantenimiento".

La cultura organizacional de mantenimiento para efectos de esta indagación, asume que las empresas de servicios tienen una cultura organizacional de mantenimiento, cuando además de evidenciar las características de la cultura organizacional, ellas cumplen con las siguientes funciones y características:

- 1.- Mantenimiento como actividad fundamental.
- 2.- Gerencia de mantenimiento.
- 3.- Mantenimiento productivo total.
- 4.- Ahorro de recursos, disminución de costos.
- 5.- Entrega a tiempo, cero fallas, información interna, cero desperdicios, valor agregado.
- 6.- Uso de parámetros estadísticos de mantenimiento (mantenibilidad, confiabilidad, disponibilidad).
- 7.- Logística de mantenimiento y manuales de mantenimiento.
- 8.- Personal técnico, ingenieros de mantenimiento y obreros especializados.
- 9.- Permanencia como organización.

El numeroso conjunto de requisitos que deben cumplir las organizaciones para calificar como instituciones que cuentan con una cultura organizacional de mantenimiento sólo han podido formalizarlo, en países sudamericanos y algunas de las grandes empresas privadas y del estado, entre sus actividades figura el mantenimiento como apoyo a la producción industrial o como dispensadora de servicios a la colectividad.

La diversidad de empresas registradas a nivel nacional cuentan con un sistema obsoleto en la aplicación de mantenimiento, las grandes empresas transnacionales obtienen información de sus países de origen para poder colocar sus productos con la mejor calidad, debido a las normas internacionales aplicadas dentro de sus políticas de producción las cuales también no solo se utilizan en un departamento, también involucra otros o toda la planta con el fin de poder mantener una continuidad en el desarrollo y crecimiento de la empresa.

1.1.4 Costos del mantenimiento

El costo de las reparaciones, es una parte más del precio final del producto, independientemente de la buena o mala realización del mantenimiento a la empresa, es por ello que se deberá asumir este mismo, en el producto que se produzca, pero llevando acabo el desglose de costos por mano de obra, materiales, consumibles, tiempos muertos, etc.

Aunque no se puede generalizar el costo de mantenimiento en un producto, este se sitúa entre el 5-10% del total de su costo, teniendo dos características importantes, la primera se considera a la materia prima es un costo fijo controlada por la propia empresa en donde se destinan y controlan mayores o menores recursos; y la segunda es obligada a tener una cierta liquidez la cual nunca se recupera a los materiales consumibles o energéticos consumibles de los cuales estaremos hablando posteriormente. La clasificación de los costos por aplicación en mantenimiento son los siguientes:

- a) Costos fijos
- b) Costos variables
- d) Costos financieros
- e) Costes de fallo
- f) Costo integral

a) Costos fijos: Su principal características es estar de forma independiente del volumen de la producción y de las ventas, dentro de estos costos podemos destacar los de la mano de obra indirecta, las amortizaciones tanto de instalaciones productivas como de los edificios, los alquileres, seguros, por la mano de obra especializada y materiales consumibles necesarios para realización del mantenimiento preventivo, predictivo, y hard time así como el gasto originado por engrase de las máquinas.

b) Costos variables: Estos costos tienen la peculiaridad de ser proporcionales a la producción realizada. Se destacan los de embalajes, portes, mano de obra directa, materias primas, energía, y los costos de mantenimiento (mano de obra y materiales) los cuales se disparan de manera agresiva cuando se realiza un mantenimiento correctivo para corregir una avería imprevista a un equipo o instalación, en muchas ocasiones se necesitan de personal que brinde un servicio externo (contratistas), para solucionar de inmediato los problemas, así también si las refacciones o materiales son difíciles de conseguir muchas veces se tendrá que pagar más de su costo en el mercado, que si se tuvieran un stock. Lógicamente, cuando más se utilice la instalación mayor será el número de averías que aparezcan y por lo tanto la necesidad de realizar un mantenimiento correctivo.

c) Costos financieros: Son los relacionados con mantenimiento; se deben tanto al valor de los repuestos de almacén como a las amortizaciones de las máquinas duplicadas para asegurar la producción. Dentro de estos gastos debe tomarse en cuenta el costo por tener ciertas instalaciones o maquinaria que este obligada a una disponibilidad total con la cual se permita brindar reparación o mantenimiento a una máquina similar.

d) Costos de fallo: Se refiere al costo que la empresa realiza por gastos de mantenimiento pero normalmente este concepto no suele tenerse en cuenta, como gastos propios de este mismo, pero su volumen puede ser incluso superior a los gastos tradicionales a los antes mencionados, este concepto es aplicable tanto a empresas productivas como en las de servicios. El costo de fallo, es proporcional y será mayor cuando mayor sea la automatización y la amortización de la instalación, el caso más desfavorable es para las empresas que trabajen con el método Just in time, cero stock, esto se debe que cuando se produce una avería, los costos variables de la empresa, descienden al no haber producción, pero los fijos se mantienen, en resumen el costo de fallo se obtiene de la suma de los costos fijos durante el tiempo de la reparación más el beneficio que se deja obtener en este mismo periodo.

f) Costo integral: Si se suman estos cuatro costos se obtiene el costo integral de mantenimiento. Este costo dará una idea mucho más global de la gestión de mantenimiento, que el análisis de cualquiera de los costos implicados, aún así son demasiados los beneficios brindados a la empresa.

La comparación de costos de mantenimiento en diversos sectores productivos es muy relativa. La diferencia de tamaños de las instalaciones, así como el tipo de los equipos instalados y el tiempo que llevan funcionando, dificultan obtener un porcentaje idóneo para el costo por la aplicación de mantenimiento, no solo entre sectores sino también en empresas similares, mas sin embargo suele ser habitual referenciar todos estos costos al valor de la inversión mantenida, como se muestran en la tabla 1.2.

Tabla 1.2 Costos para diversos sectores productivos

Tipo de empresa	Directo	Indirecto	Fallo	Financiero	integral
Alimenticia	3	2	1.26	1.75	8.01
Química	4	2.5	1.50	2.05	10.55
Manufactura del metal	3.7	2.6	0.75	0.58	7.63
Fabricación de autos	4.5	3.2	1.34	1.50	10.54
Siderúrgica pesada	5.5	3	1.65	2.82	12.97
Textiles	2	1	0.25	0.5	3.75

1.1.5 Mano de obra calificada

Los trabajadores de mantenimiento por lo general se concentran en una especialidad y tienen más libertad de acción que los trabajadores de producción. Este personal requiere de una extensa capacitación y experiencia para estar plenamente calificados, debido a que las actividades en mantenimiento son dinámicas pueden continuamente estar surgiendo nuevas deficiencias en los equipos de trabajo, los cuales recaen nuevamente en el vicio por la pereza personal, contagiada en el hogar o en el mismo centro de trabajo, mientras los problemas viejos de las instalaciones y equipos están en proceso de ser fallos, y estos no podrán ser corregidos de manera inmediata.

Junto con el hecho de que la industria está introduciendo nuevos equipos basados en las tecnologías más recientes, hacen confiar a los dueños de las empresas en no tomar en cuenta y dejar en segundo término los planes de trabajo, realización y evaluación en la capacitación de los trabajadores de mantenimiento. Se hacen esfuerzos para asignar a los trabajadores apropiados a diferentes funciones, de manera que cada trabajador esté plenamente familiarizado con sus funciones, en realidad los trabajadores disponibles nunca están totalmente calificados, debido a menudo a la falta de capacitación en los planes escolares, experiencia profesional, mejores incentivos, etc. Los trabajadores necesitan ser capacitados continuamente, aunque la pregunta es, ¿Qué tanto y en qué áreas?.

La destreza es parte fundamental de cualquier ser humano para conseguir su propósito de una forma física y mental conjuntamente apropiada, puede definirse en cuanto al trabajo, como la habilidad de un trabajador para realizar su propio trabajo sin ningún problema, las destrezas que requieren los trabajadores de mantenimiento son diferentes de las habilidades que necesitan los trabajadores de producción. Por decirlo de la siguiente forma: El trabajo de producción es de rutina como tal, requiere menos información para procesar, mientras el trabajo de mantenimiento aplica diversos conocimientos, dependiendo al trabajo a realizar en un equipo o instalación,

es por esto que presenta diferentes niveles de procesamiento de información y toma de decisiones las cuales pueden variar dependiendo de su complejidad. El desempeño de los trabajadores de mantenimiento puede mejorarse mediante una combinación de motivación, capacitación y experiencia adquirida.

Los niveles de destrezas pueden variar para cualquier tipo de persona, es necesario identificar los niveles de destreza que tienen los trabajadores antes de poder implantar un programa de capacitación, los estudiosos en el área de psicología laboral indican que existen cuatro niveles de destreza por los que pasa cualquier persona común destinada a una responsabilidad :

Nivel 1. La persona carece de conocimiento teórico y habilidad práctica.

Nivel 2. La persona está familiarizada con la teoría pero carece de capacitación práctica.

Nivel 3. La persona posee experiencia práctica pero carece de conceptos teóricos.

Nivel 4. La persona está familiarizada adecuadamente con los aspectos teóricos y tiene competencia práctica.

Un buen programa de capacitación deberá estar diseñado a la medida para adaptarse a diversos niveles de destreza. Para que la capacitación sea eficaz, debe tenerse el debido cuidado en programar la capacitación apropiada en el momento adecuado, esta capacitación puede darse con nuevos conocimientos acorde a su nivel de destreza y encarrilarlo para que alcance el último nivel.

La mayoría de las compañías dan a sus trabajadores alguna forma de capacitación, el cual puede variar dependiendo el área de trabajo del personal así como su contenido, casi todas las empresas cuando buscan personal para mantenimiento detallan el nivel de estudios de la persona a contratar por lo regular se reflejará en el salario ofrecido. Los programas van encaminados a introducir al nuevo personal a la empresa, con sus políticas de trabajo, calidad y en su caso manejo de herramientas y equipos.

Los programas de capacitación existentes deberán revisarse periódicamente para vigilar sus efectos en la mejora de las habilidades de los trabajadores de mantenimiento, la mira deberá estar en el desarrollo de un programa de capacitación de trabajadores con habilidades múltiples, la impartición de destrezas especiales mediante una combinación de conferencias y capacitación en el trabajo, etc., estas deben plantearse claramente en la política básica de cualquier empresa. En las metas de la compañía se planteará de manera explícita el desarrollo de los trabajadores de mantenimiento para que sean competentes con el equipo y la formación de recursos humanos que satisfagan los requerimientos a largo plazo, deben delinearse con claridad las prioridades para capacitar al personal que trabaje con el equipo, al personal que trabaje en la administración; y finalmente crear un sistema para el desarrollo de habilidades.

La evaluación de la situación actual de los equipos más complejos y automatizados han aumentado la necesidad de asegurar la calidad de los productos, con un bajo consumo de energía y un alto grado de seguridad en la operación. Un sistema de capacitación bien diseñado es esencial a fin de lograr estos objetivos, los profesionales del mantenimiento generalmente deberán ser capaces de realizar las siguientes actividades, claro esta que dependiendo de la planta van en aumento o disminución de las mismas ya sea por sus necesidades y crecimiento.

- 1.- Evaluar si el equipo está operando normalmente.
- 2.- Diagnosticar las causas de las anomalías y restablecer las operaciones normales.
- 3.-Mejorar la confiabilidad del equipo y minimizar las anomalías y las fallas.
- 4.-Minimizar los costos relacionados.
- 5.- Efectuar el trabajo con el nivel requerido de calidad y seguridad

Teniendo en mente las funciones por realizar, debe levantarse un inventario de las destrezas que posee el personal de mantenimiento. Esto ayudará a desarrollar el

programa de capacitación. Para levantar el inventario de destrezas, es esencial preparar una lista de las tareas típicas realizadas por el trabajador en su máquina, así como las tareas potenciales futuras, una vez puesto los objetivos se entrevista de forma personal a cada uno de los trabajadores obteniendo la mayor información acerca de su experiencia, conocimientos y actitud.

Es esencial para cada trabajador, adquiera las destrezas necesarias para realizar una tarea asignada, aunque esto no debe considerarse suficiente. Se sabe que algunos factores como: la motivación, disponibilidad de las herramientas necesarias, capacitación constante etc., afectan el desempeño de los trabajadores. Para identificar las deficiencias en el desempeño de los mismos, así como para señalar las causas de estas y para determinar soluciones posibles se realiza un análisis de necesidades de conjunto. Este proceso generalmente se basa en los siguientes cuatro pasos:

- a) Identificar el desempeño deseado.
- b) Identificar las desviaciones entre el desempeño esperado y el real.
- c) Identificar las causas fundamentales de la (s) deficiencia(s).
- d) Identificar soluciones apropiadas.

a) Desempeño deseado: El desempeño deseado en un trabajador se conoce y está predeterminado. Generalmente comprende, aunque no está limitado a, lo siguiente:

- 1.- Detección de anomalías en el equipo.
- 2.- Corrección de las anomalías.
- 3.- Mantenimiento del equipo.

b) Desviaciones entre el desempeño real y el esperado: La diferencia entre el desempeño esperado y el real puede juzgarse por los retrabajos de un trabajador de mantenimiento el cual hace, dependerá de la calidad de los equipos, herramientas y materiales o refacciones utilizadas.

c) Causa(s) fundamental(es): Las causas de deficiencias entre el desempeño generalmente cae en alguna de las siguientes categorías:

- 1.- Factor de conocimiento y de destrezas. Los trabajadores tal vez no sean capaces de realizar sus trabajos debido a la falta de conocimientos y práctica.
- 2.- Factores organizacionales. Los trabajadores tal vez sepan cómo realizar sus trabajos, pero la falta de las herramientas, referencias y equipos requeridos, impedirán el desempeño eficiente de sus labores.
- 3.- Factores motivacionales. Los trabajadores tal vez desempeñen su trabajo, cuenten con lo necesario, pero la falta de motivación, impedirá realizarlo a nivel de las normas requeridas, esto pueden causar falta de interés.

d) Soluciones apropiadas: La identificación de las causas fundamentales de las deficiencias en el desempeño de los trabajadores, conduce a obtener soluciones, además de la capacitación, los siguientes aspectos deben examinarse como causas probables de deficiencias en el desempeño de su trabajo:

- 1.- Estándares de trabajo.
- 2.- Herramientas y equipo.
- 3.- Incentivos necesarios.

Después de identificar las soluciones apropiadas, éstas deberán aplicarse de forma inmediata, la capacitación comúnmente se descuida y pospone para evitar esto, deberá formalizarse un programa adecuado de capacitación constante para el personal de nuevo ingreso y el que se encuentra laborando actualmente con el fin de tener un equipo de trabajo competente y confiable.

Para diseñar un programa de capacitación se debe considerar que en la actualidad está en aumento el empleo de robots, máquinas de control numérico y sistemas de manufactura flexible en la industria. El mantenimiento de este equipo complejo plantea un reto al departamento de mantenimiento y también aumenta la necesidad de contar con personal de habilidades múltiples, en su caso ingenieros y

técnicos especializados. Además de los trabajadores de mantenimiento, también deben ser capacitados, es deseable que las compañías desarrollen una competencia en el manejo de los equipos en todos los niveles, para desarrollar tal competencia, se debe construir un programa de capacitación avanzado, deberá llevar al trabajador paso a paso desde las habilidades elementales hasta las actuales, tal es el caso en el manejo de la neumática e hidráulica que van de la mano con sistemas computarizados lo cual permite detectar las fallas y encausarlas de una forma más rápida posible.

Una vez obtenido este programa adoptando los temas de función, operación, e instalación de los equipos se debe encaminar a la implantación del programa de capacitación, el cual también debe desarrollar un plan para la aplicación de estos estudios de capacitación sin que afecten el tiempo productivo de las máquinas. Al desarrollar dicho plan, se debe fijar la atención debida al equipo de la compañía, cuidando: los niveles de destreza requeridos para su mantenimiento, los temas específicos a enseñar y la cantidad de tiempo dedicada a la enseñanza de estos temas. Un sistema típico de capacitación en mantenimiento puede incluir los cursos externos o los mismos cursos dirigidos en el trabajo, los cuales pueden ser dados en la misma empresa o en su caso en alguna institución de enseñanza pública o privada.

La eficacia de cualquier programa de capacitación deberá evaluarse periódicamente. Durante esta evaluación se observará el avance de los individuos en el desarrollo de habilidades, las revisiones periódicas de destreza adquirida, el sistema de capacitación, los procesos de capacitación y el plan de estudios. Los cuales son ingredientes esenciales para la mejora continua, para este fin puede utilizarse la forma del inventario de trabajador-destrezas. Esta forma proporciona información acerca de las destrezas adicionales que necesita cada trabajador y también las destrezas totales adicionales de todos los trabajadores con respecto al mantenimiento de un equipo o en particular.

Los datos obtenidos antes del comienzo de un programa de capacitación pueden compararse con los datos recopilados después de terminado el programa y así examinar los porcentajes de avance para ver si se ha alcanzado la meta. Esto podría requerir examinar todo el programa en caso de no se lograr la meta deseada. De manera similar, las tasas de trabajos repetidos de cada trabajador antes y después de la capacitación proporcionarán una idea de la eficacia del programa de capacitación.

1.2 GESTION INTEGRAL DE MANTENIMIENTO

1.2.1 ¿Qué es la gestión integral de mantenimiento?

La gestión integral de mantenimiento consiste en actuar en todos aquellos aspectos de importancia para el buen desarrollo de la empresa y que de una u otra manera, se relacionan con el mantenimiento de las instalaciones y equipos en general, se trata por tanto de gestionar de una manera activa basándose en los objetivos de la empresa y tomar de la misma forma los objetivos tradicionales de mantenimiento como: disponibilidad y costos. La gestión integral de mantenimiento la podemos dividir en dos partes. La primera, se relaciona directamente con mantenimiento y los objetivos de la empresa en conjunto y la segunda, la gestión integral propia de mantenimiento como departamento independiente.

Gestión integral de mantenimiento con otros departamentos: Cada departamento marca sus límites y los define ante el resto, por el número de responsabilidades que se asumen parcialmente existen muchas dificultades para admitir cualquier cambio, tal es el ejemplo: de mantenimiento con el departamento de contabilidad, donde mantenimiento necesita repuestos para realizar una reparación , no asume ninguna responsabilidad en la recepción o gestión económica, dado que estos aspectos son relacionados con otros departamentos, la situación actual y futura del entorno de cualquier empresa presenta cambios como:

- 1.- Incremento creciente de la competitividad
- 2.- Disminución del ciclo de vida del producto
- 3.- Necesidad de flexibilidad del proceso
- 4.- Excelencia en el servicio
- 5.- Fabricación sincronizada

Para poder actuar ante los cambios es necesario actuar ante las organizaciones, las cuales deben evolucionar hacia la creación de equipos multidisciplinarios que gestionen la mejora del dominio del proceso y así ampliar las responsabilidades hacia el objetivo final. La relación con el departamento de Ingeniería y el trabajo en conjunto con nuevos proyectos pueden aportar datos para conseguir una instalación mas fiable y con una mejor vida útil, en el caso de mantenimiento no se debe quedar con la simple instalación si no también conocer los puntos críticos que pueden causar las fallas en el funcionamiento de los equipos

La relación con el departamento de compras es fundamental para la obtención de los materiales, refacciones y consumibles que utilizan los diferentes equipos. Mantenimiento deberá conocer los plazos de entrega para poder fijar los stocks mínimos de almacén, aunque compras es el encargado de discutir y fijar los tiempos requeridos de las entregas con los proveedores, el departamento de mantenimiento debe estar en contacto con ellos para no perder los avances en la recepción de refacciones, a su vez verificar la calidad de estas mismas para garantizar el trabajo con buena calidad.

Mientras la relación con producción es satisfacer la calidad de los productos obtenidos la cual se refleja en los bajos costos por producción, como se había mencionado el trabajo de mantenimiento es indispensable a este departamento para alargar la vida útil de los equipos, a su vez, el contacto con los departamentos contables de la empresa permitirá conocer los costos por cada reparación realizada con el fin de llevar un buen control económico. En la figura No.2 se representa un organigrama de funcionamiento e interrelación del departamento de mantenimiento con el resto de los departamentos de la empresa.

Interrelación del departamento de mantenimiento

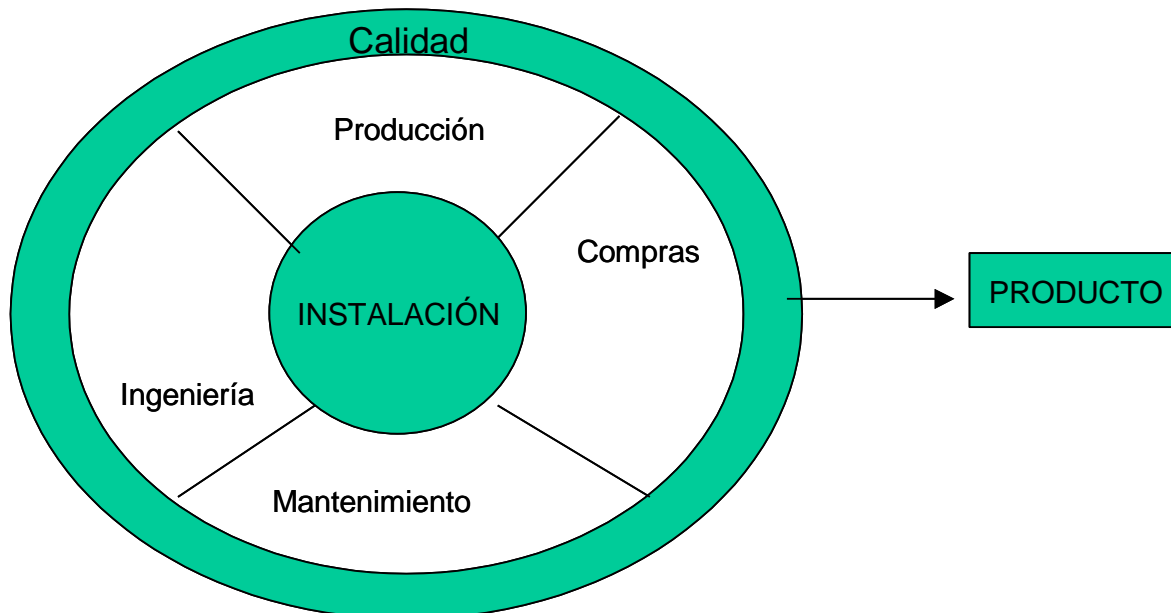


Figura no. 1. 2 (Muestra como se interrelaciona en un círculo cada uno de los departamentos Para obtener un solo fin).

Gestión integral dentro de mantenimiento: De la misma manera que la empresa no debe entenderse como una suma de departamentos, sino como una colaboración entre ellos, Mantenimiento debe realizar una gestión englobando todos los aspectos relacionados con él, no es suficiente conseguir disponibilidades altas a costos bajos. La gestión de mantenimiento debe ser tal que logre el beneficio global de la empresa en cuanto a la reducción del costo integral el cual es el resultado como se vio de la suma de todos los costos de mantenimiento por aplicar.

Para llevar acabo un programa de mantenimiento es necesario contar con dos grandes bloques internos dentro del mismo, estos son: los aplicados por el mismo personal de la empresa y los que integran los contratistas, si se cuenta con ambos equipos de trabajo en nuestra empresa se reducirán de una manera más rápida los fallos, pero aumentará el costo financiero, si solo se aplicara mantenimiento preventivo, las averías reducirán su frecuencia e importancia a largo plazo por lo tanto también reducirá el costo de mantenimiento correctivo, de esta manera se

relacionan inversamente estos dos tipos de mantenimiento como se muestra en la tabla 1.3 donde se muestran las dos grandes diferencias de estos dos tipos de mantenimiento.

Tabla 1.3 Diferencias entre mantenimiento preventivo y correctivo

Bloque A	Bloque B
Mano de obra mantenimiento preventivo	Mano de obra mantenimiento correctivo por averías
Mano de obra mantenimiento programado	Repuestos para averías
Repuestos programados	
Mano de obra indirecta	Costos de fallo
Pintura, lubricantes, etc.	
Costos financieros	Costos energéticos
Paradas para mantenimiento preventivo	Costos ambientales

La tabla 1.3 se representa en la figura no 1.3, la cual señala la diferencia cuando aumentan los costos del bloque A, los costos del bloque B disminuirán en proporciones diferentes. Los costos del bloque B tienen un comportamiento más incontrolado porque no se esperan, mientras que los costos del bloque A parten de un análisis para poder optimizarlos. El bloque B representa un mantenimiento después de la avería, mientras que el bloque A representa un mantenimiento basado en lo preventivo y de forma programada.

En la parte izquierda de la grafica se observan como los costos se elevan, principalmente por los fallos, estos pueden reducir el tiempo en las reparaciones y con esto elevar el costo total del fallo, teniendo un almacén de refacciones completo, pero en realidad lo que se estará haciendo es sustituir el costo de fallo por un costo financiero. Si se observa la parte derecha de la grafica, donde el mantenimiento antes de la avería actúa para repararla, el costo de este fallo se reduce así como el costo financiero, sin embargo un exceso de mantenimiento preventivo provoca no contar con la disponibilidad de dejar fuera de servicio a los equipos para realizar revisiones periódicas.

El punto de costo integral optimó para mantenimiento es un compromiso entre los dos bloques es necesario realizar un mantenimiento apoyado en varios tipos del mismo, entender y tomar en cuenta el costo de fallo. El costo financiero el cual actúa directamente para obtener un costo total mínimo y mantenerlo con los medios necesarios, busca obtener un fin de ahorro en la gestión integral de mantenimiento la cual debe estar presente en todo momento.

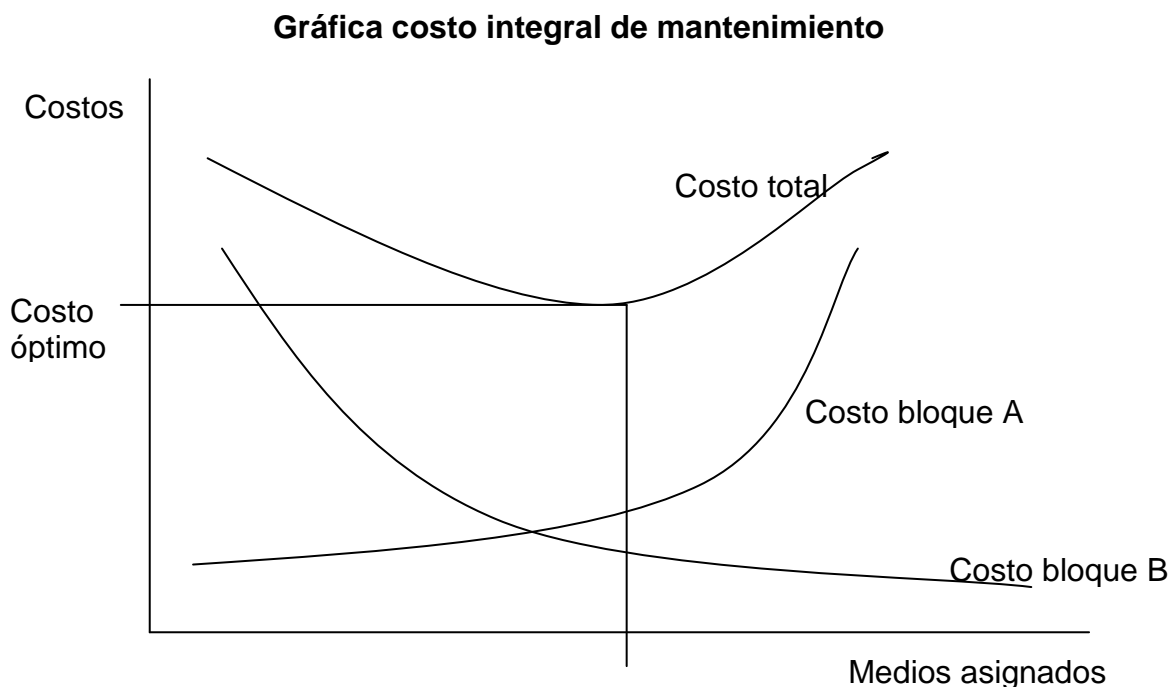


Figura no. 1.3 (Muestra la diferencia entre los costos de un mantenimiento preventivo bloque A contra El de un mantenimiento correctivo bloque B).

1.2.2 Como se implementa la gestión integral de mantenimiento

La implantación de la gestión integral de mantenimiento en una empresa, tiene como primera tarea definir el plan maestro de actuación, este mismo debe ser la descripción de las diferentes etapas que se llevarán a cabo para la implantación definitiva de la gestión integral de mantenimiento siempre respetando y guardando la coherencia con el plan estratégico de la empresa, la justificación de realizar este plan proviene de los objetivos de mantenimiento no son independientes de los objetivos de negocio y estrategias de la misma compañía.

Deberá realizarse un análisis de la situación y recursos disponibles como primera etapa del plan, dentro de la empresa y de su entorno, las características de funcionamiento, la organización, distribución etc. Se trata de localizarse en un punto de partida con el máximo conocimiento posible de la situación. En esta etapa se descubrirá, realmente lo que se hace, cómo se esta desarrollando y cuál es el departamento responsable.

Desde el punto de vista concreto del departamento de mantenimiento interesa conocer las instalaciones completas de la empresa y sus características particulares. Así mismo, interesa descubrir las posibilidades de mejora que no se están aplicando, uno de los mejores métodos de identificación de oportunidades para la mejora continua, se basa en contestar a las clásicas cuestiones: qué, cómo, cuándo, dónde y porqué.

Un sistema, es un conjunto de componentes trabajando de manera combinada hacia un objetivo común. El mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto de actividades realizadas organizadamente, tiende a emplear una menor cantidad de mano de obra que en otras áreas de la empresa pero siempre con técnicos calificados. La organización del mantenimiento depende de la misma carga de este, el tamaño de la planta, las destrezas de los trabajadores, etc., el mantenimiento se puede organizar por departamentos, por área o en forma centralizada, cada tipo de organización tiene sus ventajas y sus desventajas.

En las empresas grandes, la descentralización de la función de mantenimiento puede producir un tiempo de respuesta más rápido y lograr que los trabajadores se familiaricen más con los problemas de una sección particular de la planta. Sin embargo, la creación de un número de pequeñas unidades tiende a reducir la flexibilidad del sistema de mantenimiento como un todo el cual no permitirá atacar otras áreas también importantes y se tendrá que solicitar trabajadores externos (contratistas).

La programación del mantenimiento es el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos que deben realizarse en ciertos momentos, es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento. El equipo crítico de una planta, se refiere al equipo cuya falla detendrá el proceso de producción o pondrá en riesgo vidas humanas y la seguridad.

Se sabe que los sistemas de mantenimiento, se atienden de manera clasificada y dependiendo su prioridad, las cuales son realizadas de acuerdo por las órdenes de trabajo, generalmente son emitidas por los departamentos de producción, estas órdenes de trabajo describen el trabajo a realizar, su ubicación, el personal calificado o con habilidades requeridas y lo más importante la prioridad del trabajo. La organización de un sistema de mantenimiento incluye lo siguiente:

- a) Diseño del trabajo.
- b) Estándares de tiempo.
- c) Administración de proyectos.

a) Diseño del trabajo: El diseño del trabajo, en lo que se refiere al mantenimiento, comprende el contenido de trabajo de las tareas por realizar, determina los métodos a utilizar así como también las herramientas especiales necesarias y los trabajadores calificados requeridos.

b) Estándares de tiempo: No es esencial tener estándares para todos los trabajos de mantenimiento. Por ejemplo, puede observarse que el 20% de los trabajos de mantenimiento consumen aproximadamente el 80% del tiempo disponible en una jornada de ocho horas, lo ideal es que se deben hacerse los esfuerzos necesarios para desarrollar programas para reducir los estándares de tiempo en estos trabajos que consumen mucho tiempo. Es obvio que se requieren estándares de tiempo de los trabajos para pronosticar y desarrollar programas requeridos pero estos también involucran la mano de obra calificada y la disponibilidad de stock completo de herramientas y refacciones.

c) Administración de proyectos: Es la fase de control de un proyecto tal que incluye medir el avance en forma regular, compararlo con el programa y analizar la varianza como un porcentaje del trabajo total, las cuales pueden tomar acciones correctivas para eliminar las deficiencias. Las actividades de control son una parte esencial de la administración de proyectos, el control, como tal se aplica a un sistema de mantenimiento, incluye los siguientes tipos de control:

- 1) Control de trabajos.
- 2) Control de inventarios.
- 3) Control de costos.
- 4) Control de calidad.

1.- Control de trabajos: El sistema de mantenimiento se empieza por la demanda de trabajos solicitados en las ordenes de trabajo, en la carga de trabajo de este tipo, influye sobre todo la filosofía del mantenimiento que es: La administración y el control del trabajo los cuales son esenciales para lograr los planes establecidos.

2.- Control de inventarios: Es físicamente imposible y económicamente impráctico que cada refacción llegue de manera exacta cuando se necesita y donde se necesita. Por estas razones se mantienen inventarios escasos. El objetivo del control de inventarios es la de mantener refacciones y materiales en los niveles deseados.

Es esencial mantener un nivel óptimo de refacciones para disminuir el costo de tener el artículo en existencia y el costo por las refacciones que no están disponibles, también proporciona la información necesaria para cerciorarse de la disponibilidad de las refacciones requeridas para el trabajo de mantenimiento.

3.- Control de costos: El costo del mantenimiento tiene muchos componentes, incluyendo el mantenimiento directo, la producción perdida, la degradación del equipo, los respaldos y los costos de un mantenimiento excesivo. El control de los costos de mantenimiento es una función de la filosofía del mantenimiento, el patrón de operación, el tipo de sistema, los procedimientos y las normas adoptadas por la organización. Son un componente importante en el ciclo de vida de los equipos. El control de costos de mantenimiento optimiza cada uno de estos, logrando así los objetivos fijados por la organización, como: disponibilidad, calidad y otras medidas de eficiencia y eficacia.

4.- Control de calidad: En un proceso de producción la calidad de los productos obtenidos pueden ser considerados como “aptos para su uso, produciendo bien desde la primera vez”. El control de calidad se ejerce midiendo los atributos del producto o servicio y comparando éstos con las especificaciones requeridas respectivamente. El mantenimiento también puede verse como un proceso y la calidad de su salida debe ser controlada, con respecto a el tiempo en que un equipo no requiera aplicarle servicios de emergencia, en el caso del trabajo de mantenimiento, es esencial “hacerlo bien desde la primera vez”, la calidad puede evaluarse como el porcentaje de trabajos de mantenimiento aceptados de acuerdo a la norma adoptada por la organización, una calidad alta se asegura verificando los trabajos de mantenimiento críticos o mediante la supervisión del mismo.

La administración orientada a la calidad es responsabilidad de la gerencia, los gerentes o ingenieros de mantenimiento por lo común no están totalmente conscientes de la importancia de mejorar la calidad en la producción con la ayuda en la aplicación del mantenimiento, la clave para una administración orientada a la

calidad se encuentra, en primer lugar, en la conciencia de la necesidad de mejorar y en segundo lugar, en seleccionar las técnicas apropiadas para la mejora, las causas probables son la falta de disponibilidad de herramientas especiales, trabajadores que carecen del nivel necesario de destreza y sobre todo una supervisión deficiente, etc. La eliminación de estas causas y la supervisión del trabajo de mantenimiento concluido, puede dar como resultado una mejor calidad en la producción del mantenimiento.

En el desarrollo de las funciones de planeación organización y control, los gerentes de mantenimiento deben considerar la forma en que sus acciones afectan el comportamiento humano. Deberán entender de qué manera el comportamiento de los subordinados puede afectar las acciones de planeación, organización, control y en la forma de tomar las decisiones sobre el mantenimiento, el comportamiento de los subordinados debe ser de interés en la gerencia, la cual deberá asegurar, lograr y mantener el nivel deseado de satisfacción del personal.

Un sistema eficaz de operación y control del mantenimiento es la columna vertebral de una sólida administración del mismo, el control del mantenimiento significa coordinar su demanda y los recursos disponibles para alcanzar un nivel deseado de eficacia y eficiencia. Un sistema eficaz de operación y control debe incorporar todas las siguientes características:

- 1.- Demanda de mantenimiento (qué trabajo debe hacerse y cuándo).
- 2.- Recursos de mantenimiento (quién hará el trabajo y qué materiales y herramientas se necesitan).
- 3.- Procedimientos y medios para coordinar, programar, despachar y ejecutar el trabajo.
- 4.- Normas de rendimiento y calidad (cuánto tiempo se requerirá para hacer un trabajo y las especificaciones aceptables).
- 5.- Retroalimentación, monitoria y control (el sistema debe generar información y reportes para el control del costo de calidad y la condición de la planta).

El sistema de orden de trabajo es el vehículo para planear y controlar el trabajo de mantenimiento, también proporciona la información necesaria para vigilar e informar sobre el trabajo de mantenimiento. El primer paso en la planeación y el control de los trabajos de mantenimiento, se realiza mediante un sistema eficaz de órdenes de trabajo. La orden de trabajo es una forma donde se detallan las instrucciones escritas por realizar y debe ser llenada con todos los trabajos pendientes, en la industria se hace referencia a estas con diferentes nombres, como: solicitud de trabajo, requisición de trabajo, solicitud de servicio, etc. 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 y materiales).
- 5.- Mejorar la planeación y 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, para ser utilizados en el control de programas de mejora continua.

La administración del sistema de orden de trabajo es responsabilidad de las personas a cargo de la planeación y la programación (supervisores y jefes de departamentos). La orden de trabajo debe diseñarse con cuidado tomando en consideración dos puntos. El primero consiste en incluir toda la información necesaria para facilitar una planeación y una programación eficaces; y el segundo punto consiste en hacer énfasis en la claridad y facilidad de uso.

En los sistemas de mantenimiento hay dos tipos de órdenes de trabajo. El primer tipo es la 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 el encargado hace las mismas cosas todos los días, tal es el caso de los conserjes o encargados de limpieza, donde sus actividades son planeadas con anterioridad. El segundo tipo es la 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, en ambos casos, proporcionan un costo global para tareas genéricas en los costos acumulados hasta la fecha y anuales.

La orden de trabajo, cuando se emplea en toda su extensión puede ser utilizada como: una forma de solicitud de trabajos, un registro histórico, una herramienta para monitoreo, control y notificación del trabajo completado. Por lo tanto, es necesario tener cuidado al diseñar la orden de trabajo, esta debe contener dos tipos de información:

- a) Información requerida para planear y programar
- b) Información necesaria para el control.

a) La información requerida para la planeación y la programación incluye:

- 1.- Número del inventario, descripción de la unidad y ubicación.
- 2.- Persona o departamento que solicita el trabajo.
- 3.- Descripción del trabajo y estándares de tiempo.
- 4.- Especificación del trabajo y número de código.
- 5.- Prioridad del trabajo y fecha en que se requiere.
- 6.- Habilidades y conocimientos requeridos.
- 7.- Refacciones y materiales requeridos.
- 8.- Herramientas especiales requeridas.
- 9.- Procedimientos de seguridad.
- 10.- Información técnica (planos y manuales).

b) La información necesaria para el control incluye:

- 1.- Tiempo real consumido.
- 2.- Códigos de costos para las habilidades y conocimientos.
- 3.- Tiempo muerto u hora en que se terminó el trabajo.
- 4.- Causa y consecuencias de la falla.

En el caso de una empresa mediana en general se llenan tres o cuatro copias de la orden de trabajo, sin embargo cada orden de trabajo debe estar diseñada de acuerdo a las necesidades de la empresa en particular, aunque al estar laborando los trabajadores puedan descubrir algún trabajo adicional que no haya sido incluido en el plan de trabajo y pueda pasar desapercibido, esto puede suceder por una deficiente planeación o en su caso por la falla mayor de otro componente de la máquina o equipo, este trabajo deberá agregarse así como toda su descripción y lista de componentes para una futura reparación en el equipo u otro similar. Las siguientes son guías generales aplicables a la mayoría de los sistemas:

- 1.- Todos los departamentos de mantenimiento deben contar con una orden de trabajo para la planeación y ejecución de su trabajo.
- 2.- Las órdenes de trabajo deberán numerarse y se requiere de por lo menos tres copias para el control de mantenimiento.
- 3.- Las solicitudes de órdenes de trabajo pueden ser iniciadas por cualquier persona en la organización y deben ser examinadas por el planificador o coordinador de mantenimiento.

El flujo en el sistema de las órdenes de trabajo se refiere a los procedimientos para llevarlas a cabo y desde su inicio hasta su terminación, en esta sección se debe concentrar el flujo de órdenes de trabajo secuenciales para el procesamiento de las mismas, donde los pasos son los siguientes:

- 1.- Cuando el planificador recibe la solicitud de trabajo (que inicia por teléfono, terminal de computadora o forma escrita en papel), ésta se examina , se planea y se complementa una orden de trabajo que contiene la información requerida para la planeación y ejecución.
- 2.- La orden de trabajo se anota en un registro que incluye todos los datos pertinentes para cada orden de trabajo.
- 3.- Se archiva por número la orden de trabajo en el departamento de mantenimiento.
- 4.- El encargado asigna el trabajo al técnico apropiado.
- 5.- El encargado verifica la información, revisa la calidad del trabajo terminado y anota esta información.
- 6.- El planificador anota la información en la copia 1 y envía la copia 2 a quien originó el trabajo.
- 7.- El planificador lo envía al departamento de contabilidad, en donde se anota la información sobre costos. La información de la orden de trabajo se asienta en un archivo de historia del equipo.
- 8.- Se guardan durante algún tiempo las órdenes de trabajo concluidas, generalmente de 3 a 6 meses hasta que finalmente se destruyen.

Los pasos anteriores pueden ser elaborados de forma manual o automatizada dependiendo la situación económica de la empresa y si esta cuenta con la solvencia económica para adquirir paqueterías computacionales, donde se llevan acabo más eficientemente estos registros. En esta sección se presentan los medios para el registro de datos acerca del trabajo o costos de mantenimiento.

Como se menciono anteriormente la orden de trabajo se hace con respecto a las necesidades de cada una de las empresas, en la figura no.4 se muestra una orden clásica de mantenimiento, la cual describe cada uno de los puntos antes mencionados, en la parte superior izquierda detalla los datos de registro de la orden, en la parte central, el turno asignado, en la parte derecha los datos del departamento a cargar el costo y en la parte baja las especificaciones técnicas y descripción del equipo, herramientas y refacciones a utilizar.

Para obtener la información de las especificaciones técnicas de los equipos e instalaciones, se puede registrar esta en dos formas importantes:

- a) Por medio de tarjetas de trabajo o bitácora.
- b) Por la historia del equipo.

a) Tarjetas de trabajo: Son utilizadas para obtener los datos correctos del trabajo, el costo y el control de la condición de la planta, es esencial contar con medios exactos para la recopilación de datos y el mantenimiento de registros. Para ello, es necesario informar tres aspectos importantes: 1) Tiempo de reparación, 2) Costos y 3) Tiempos muertos. Estas tarjetas pueden ser entregadas a cada una de las personas encargadas de mantenimiento con el fin de que sean llenadas antes de terminar su jornada laboral, algunas empresas prefieren trabajar con la bitácora de actividades claro esta a cada criterio de las personas, en la figura no.5 se muestra la forma en que deberán hacerse las tarjetas de trabajo:

Reporte de trabajo	Fecha	Reporte núm.
Nombre del empleado:	Ocupación:	Hora de inicio:
Nombre de la instalación	Ubicación	Identificación
Defecto del equipo Acción correctiva Refacciones /materiales utilizados Medición /observaciones Condición general del equipo Observaciones: Tiempo consumido:		

Figura no. 1. 5 (En esta se registrarán los datos más relevantes durante un servicio de mantenimiento).

b) Registro de la historia del equipo: Es un archivo de la historia de este mismo, un documento en el que se registra información acerca de todo el trabajo realizado en el equipo o en una instalación en particular, contiene información acerca de todas las reparaciones realizadas, el tiempo muerto, el costo de las reparaciones y especificaciones del mantenimiento planeado puede ser semanal, mensual o anual dependiendo de la demanda de los servicios, que a comparación con la tarjeta de trabajo la cual se hace diaria. Es necesario registrar lo siguiente:

- 1.- Especificaciones y ubicación del equipo.
- 2.- Inspecciones, reparaciones, servicio y ajustes realizados, y las descomposturas y fallas con sus causas y las acciones correctivas emprendidas.
- 3.- Trabajo realizado en el equipo, componentes reparados o reemplazados, condición de desgaste o rotura, erosión, corrosión, etc.
- 4.- Mediciones o lecturas tomadas, tolerancia, resultados de pruebas e inspecciones.
- 5.- Hora de la falla y tiempo consumido en llevar a cabo las reparaciones.

En la figura no. 6 se muestra un claro ejemplo, de cómo se realiza un registro diario de la historia en los equipos, encabezado en la parte superior izquierda por el nombre del empleado, mas abajo, la semana y el turno en que se realizan los servicios, en la parte inferior, se encuentra la aprobación o visto bueno (vo.bo.) del encargado, así como su firma, mientras que en el cuerpo del formato se forman columnas para distinguir cada uno de los trabajos por realizar en el equipo, los días de la semana en la semana y el número de horas trabajadas para su reparación o mantenimiento.

Como se menciono con anterioridad, el manejo y realización de estos formatos ayudaran a mantener un control estricto de mantenimiento, el cual comprende las siguientes funciones importantes como tal:

- 1.- Coordinación y planeación de las órdenes de trabajo.
- 2.- Procesamiento de las órdenes de trabajo.
- 3.- Retroalimentación de información y acción correctiva.

Registro diario de la historia en los equipos

Nombre del empleado											
Semana que termina						Turno					
Aprobación del encargado:Nombre						Firma					
Día	Trabajo 1		Trabajo 2		Trabajo 3		Trabajo 4		Trabajo 5		Horas totales
	Número de orden de trabajo	Horas consumi das	Número de orden de trabajo	Horas consumi das	Número de orden de trabajo	Horas consumi das	Número de orden de trabajo	Horas consu midas	Número de orden de trabajo	Horas consumi das	
L											
M											
M											
J											
V											
S											
D											

Figura no. 1. 6 (En este formato de registrarán las horas de trabajo y servicios por equipo).

El control en los materiales de mantenimiento es importante para los gerentes, no sólo tienen que minimizar el tiempo muerto sino también controlar de manera eficaz los costos de mantenimiento. Los costos totales de mantenimiento generalmente comprenden: 1) el costo de la mano de obra de mantenimiento, 2) el costo de los materiales y refacciones requeridos, y 3) el costo del tiempo muerto en producción

cuando ocurren descomposturas. El costo 2 por lo común se considera de la misma magnitud que el costo 1.

Un costo crítico del mantenimiento es la inversión en refacciones y materiales. Si la inversión se vuelve excesiva, los resultados son elevados costos de capital y altos costos de mantenimiento. Por otra parte, si no se cuenta con las refacciones y materiales necesarios para la reparación y servicio del equipo, el costo del tiempo muerto se incrementará enormemente. Se requieren esfuerzos para equilibrar el costo de mantener en existencia materiales y refacciones de mantenimiento y el costo del tiempo muerto a fin de lograr un sistema eficaz de control de los materiales de mantenimiento.

Los componentes de un almacén de mantenimiento consisten en materiales de consumo y las refacciones de los equipos que se almacenan a fin de minimizar el tiempo muerto de los mismos, Las refacciones pueden subdividirse en las siguientes categorías:

- 1.- Piezas relativamente caras.
- 2.- Piezas especializadas para emplearse en un número limitado de máquinas.
- 3.- Refacciones que tienen tiempos de entrega mayores que la demanda normal.
- 4.- Refacciones que tienen una rotación lenta.
- 5.- Refacciones críticas, cuya falta de disponibilidad podría causar un costoso tiempo muerto o tener un efecto negativo en la seguridad.

Las refacciones se almacenan, sólo cuando los riesgos de no contar con ellas sobrepasan el costo total de tenerlas en existencia durante el periodo predicho. Las existencias del mantenimiento normal ocupan las siguientes categorías.

La primera comprende los elementos que no tienen un uso especializado, pero que tienen un requerimiento definido y una rotación corta. Ejemplos de esta categoría son los rodamientos que se utilizan comúnmente, tuberías y accesorios,

cables eléctricos, interruptores, madera, pernos, varillas para soldar, etc. Las decisiones acerca de qué cantidad debe tenerse en existencia y cuándo ordenar en el caso de las existencias de mantenimiento normal, pueden manejarse de una manera más rutinaria que el caso de las refacciones.

La segunda categoría generalmente comprende herramientas de propósito especial, que se entregan en préstamo siempre que se necesitan tal es el caso de instrumentos de medición eléctricos o mecánicos, así como de carga, aplicación de lubricantes, escaleras, etc.

Los costos de los materiales de mantenimiento deben llevarse de tal modo que se pueda ejercer un control eficaz de costos sobre las operaciones de mantenimiento, se deben llevar registros con relación al costo del artículo, el costo de tener el artículo en inventario y el costo del artículo en el momento de su salida como a continuación se describen:

- a) Costo del artículo: comprende la suma pagada al proveedor, incluyendo el flete.
- b) Costo de tener en inventario el artículo: El costo por inventario del artículo a veces se estima como un porcentaje del valor en dólares, expresado como una fracción decimal. Normalmente, este porcentaje varía entre 15% y 20% del costo del artículo por año.
- c) Costo del artículo en el momento de su salida. Este costo puede estimarse considerando los siguientes costos:
 - 1.- El costo del espacio e instalaciones auxiliares por metro cuadrado de áreas de almacenamiento.
 - 2.- Costos del capital invertido, que se considera que cae entre el interés del banco y el rendimiento esperado si se hiciera una inversión equivalente.
 - 3.- Costo de desperdicio y deterioro causado por el almacenamiento y hurto arbitrario, normalmente el 10% para la mayoría de los artículos en inventario.

4.- Costo debido a la inflación estimado en 1% mensual del costo de compra mientras el artículo está en inventario.

El procedimiento para el control en el almacén de mantenimiento es el siguiente:

a) Requisición de materiales y refacciones: Los procedimientos de la requisición son un paso esencial para retirar material de un almacén de mantenimiento. Entre otros usos, estos procedimientos forman la base sistemática para la contabilidad de costos y el control de inventarios.

b) Control de inventarios: La mayoría de los procedimientos de control hacen uso de registros continuos de inventario en los que se agregan las recepciones y se restan los retiros. Esto ayuda a establecer la tasa de demanda de los artículos.

c) Artículos para almacenar: Es una práctica usual que las piezas y los materiales para el mantenimiento de rutina siempre deberán estar disponibles. Las piezas para las reparaciones generales y el mantenimiento no rutinario deberán ser controlables, de manera que se haga el mejor uso de la inversión de capital en refacciones. La clasificación del inventario de la manera menos costosa puede lograrse con el análisis ABC.

d) Análisis ABC: El análisis ABC se basa en la ley de Pareto, que establece que los artículos significativos de un grupo generalmente constituyen sólo una pequeña porción del número total de artículos de dicho grupo. Aplicando esta ley a la administración de inventarios, se podrá ver que una porción importante del valor de inventario (es decir, del 70% al 80%) normalmente comprenderá casi el 10% del número de artículos que se tienen en existencia. Un procedimiento paso a paso para construir un diagrama de Pareto se muestra en la figura no.7 como sigue:

Diagrama de Pareto

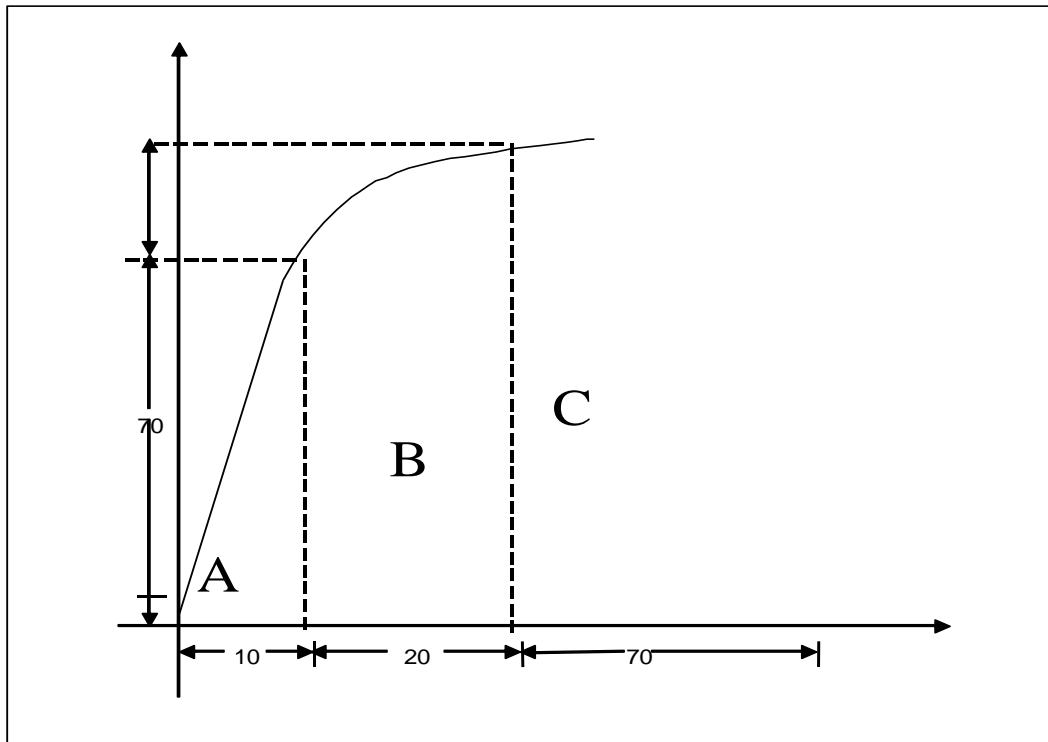


Figura no.1.7 (Muestra como deberán distribuirse los costos en la compra o utilización de equipos).

- 1.- Seleccione un período apropiado de tiempo, generalmente un año, para la administración de inventarios.
- 2.- Calcule el costo de cada artículo usado en el período seleccionado como porcentaje del costo total de los artículos del inventario.
- 3.- Ordene los artículos en orden descendente de porcentaje del costo de dicho artículo con relación al costo del inventario total, comenzando con los artículos que más contribuyen al costo.
- 4.- Elabore una gráfica con el porcentaje de artículos usados en el eje X y el porcentaje de su costo en el eje Y.
- 5.- Los artículos de la clase A son aproximadamente del 10% al 20% de los artículos totales, pero representan del 60% al 80% del costo total.
- 6.- Los artículos de la clase B son aproximadamente del 20% al 30% de los artículos totales y representan del 20% al 30% del costo total.
- 7.- Los artículos de la clase C son aproximadamente del 60% al 80% de los artículos totales, pero representan del 10% al 20% del costo total.

Se recomienda que los artículos de clase A, que tienen elevada inversión de capital se soliciten con base a cálculos de las cantidades más económicas del pedido o tamaño de lote económico. Los artículos de esta clase requieren un control estrecho, teniendo en mente el alto costo de los mismos, manteniendo la cantidad mínima de existencias. Los artículos que caen en la clase B pueden solicitarse en cantidades más grandes que los artículos de clase A y de manera similar pueden mantener existencias de seguridad más grandes. Los artículos que pertenecen a la clase C ascienden a un 10 % de la inversión del inventario total. Éstos requieren un control mínimo y se pueden mantener existencias de seguridad hasta por seis meses.

Los sistemas de inventarios modernos, pretenden de una forma más práctica establecer un seguimiento en cuanto a la adquisición y entrega de cada artículo, con la finalidad de aprovechar al máximo los espacios para cualquier adquisición de emergencia y aprovechar al máximo las refacciones para evitar desgastes en la calidad de los productos por almacenamiento.

Con esto concluye el capítulo I, el cual enfoca los conceptos manejados en el área de mantenimiento de cualquier empresa por pequeña o mediana que sea, las funciones y acciones más usuales aplicadas en la gestión de mantenimiento industrial pueden ser: llevar acabo una orden de trabajo para mantenimiento, sus pasos a seguir, elaboración y control de stocks de refacciones y materiales indispensables para la realización de los trabajos hasta la capacitación y contratación del personal de mantenimiento. Todo lo antes mencionado implica siempre un costo el cual pega directamente a los productos elaborados en la empresa, se debe pensar siempre en reducir al máximo este gasto necesario en la productividad de la empresa, una empresa en buen estado y en funcionamiento proyecta seguridad, calidad y confianza en sus productos, ante sus clientes, las empresas deben poner mas énfasis en la aplicación de mantenimiento.

CAPITULO 2

DISTRIBUCIÓN DE AREAS

2.1 PLANTA McCORMICK

2.1.1 Historia de la división sabores

En el año de 1994 al terminar el sexenio de Carlos Salinas de Gortari y el comienzo del sexenio del Dr. Ernesto Zedillo Ponce de León presidentes de México. El país pasaba por una de sus más grandes crisis financieras que fue la devaluación del peso ante el dólar, trayendo consigo una gran pérdida de empleos y fuentes de inversión en el país, el cierre de micros y medianas empresas mexicanas.

No se esperaba esta devaluación con la apertura del tratado de libre comercio, por lo que un grupo de inversionistas americanos depositaron su confianza a el Ing. Javier Pérez, graduado de la Universidad Nacional Autónoma de México y que actualmente ocupa la gerencia de la división de sabores en McCormick PESA, decidieron adquirir nuevas instalaciones y realizar este proyecto de producir sabores artificiales.

McCompany creó la división de sabores, invirtiendo en México en el año de 1993, ubicando su nueva planta en el municipio de Cuautitlán, Edo. de México, comprando las instalaciones de una empresa llamada Proveedores y Empacadores S.A. de C.V. esta empresa era líder en ingredientes alimenticios para carne comúnmente conocidos como sazónadores.

Para finales de 1994, la crisis financiera trajo consigo una baja en las ventas de producción por parte de la compañía, no había demanda de productos por parte de los clientes, lo cual frenó los pagos de esta inversión e incluso se puso en juego el capital invertido.

A principios de enero de 1995 los inversionistas decidieron continuar con sus proyectos en México y poner en marcha la producción para lo cual tomaron las siguientes medidas de emergencia: bajar gastos en materia prima, transportes y producción por lo que hubo confianza en la recuperación de la inversión.

La división de sabores, creció a ritmo lento y separado de la compañía continuó con un nivel bajo en su producción por ser considerado como un proyecto, no había una real investigación del mercado en cuanto a sus nuevos productos, pero gracias a la gente de mercadotecnia y ventas de la empresa Mc Company consiguieron en poco tiempo colocar dentro del área de alimentos los nuevos sabores, obteniendo recursos financieros, los cuales sirvieron para la implantación de una pequeña área de manufactura de los mismos.

Esta área comenzó a un nivel laboratorio con pequeñas muestras comenzando con la elaboración de sabores frutales artificiales, muy pronto los clientes demandaban la entrega de estos productos lo más rápido posible por lo que tuvieron la necesidad de contratar más personal calificado para poder satisfacer la demanda, justo a mediados de 1995 los primeros productos eran elaborados en E.U., por que contaban con la infraestructura para producirlos en gran tamaño pero en México se obtenían las fórmulas de los sabores con personal mexicano dadas estas circunstancias se ocasionaba un retraso en las entregas de los pedidos, por estas necesidades se vieron obligados a crear una pequeña área de manufactura de los sabores con el fin de bajar los costos de producción y transporte. Fabricar los sabores artificiales en México trajo consigo fuentes de empleo y oportunidades de desarrollo profesional.

En 1996 con muy pocos recursos, casi limitados, se obtuvieron 50 fórmulas de sabores para empresas como: JUMEX, KRAFF- GENERAL FOOD, EMPACADORA DE CARNES, JUGOS Y CONCENTRADOS S.A. DE C.V., ALPURA S.A., etc. Por esta demanda en los sabores, esta área de manufactura fue insuficiente para la gran producción de productos que los mismos clientes de acuerdo a sus

necesidades obligaron a la compañía a buscar nuevas formulas de sabores, al igual el nuevo mercado creciente en las ventas de sazonadores tuvieron, que ver para que los inversionistas se preocuparan por promover, proyectar y buscar un terreno para construir una planta más grande.

En el año 2001 se lleva acabo la compra de un terreno de mayor extensión el cual sirve para aprovechar al máximo su espacio y llevar acabo una división mayor para el área de Sabores, también se contemplo el crecimiento de esta misma a futuro. En este año las expectativas de ventas crecieron lo que trajo consigo la recuperación de la inversión que inicialmente se hizo. Esta recuperación financiera hizo posible que esta área llegara a obtener más de 300 distintas formulas de sabores y se continúa la búsqueda de nuevas fórmulas.

Para el año 2005 se pretende dar una reestructuración dentro de la misma área de sabores, en cuanto a la adquisición de equipo para la automatización de los procesos y la introducción de una nueva forma de producir sabores en pasta, el apogeo en las ventas se incrementan de una forma considerable para lo cual se pretende ganar más terreno hacia el norte del país, estados como: Chihuahua, Baja California y Sonora., ya que ahora solo se distribuyen estos productos entre las empresas del centro del país .

Cabe mencionar que esta empresa no cuenta con un sistema de certificación ISO-9000. Pero cuentan con un proceso de manufactura realizada a través de un programa llamado SAP (sistema de administración en la producción), en el cual controla todo su sistema de manufactura empezando por la solicitud de pedido en donde se registra el no. De lote con la cantidad del producto solicitado, esto se realiza a través del área comercial quien se encarga de levantar los pedidos y en ese momento se genera una interrelación con otros departamentos, en donde el producto lleva una secuencia y no permite pasar adelantar procesos antes de concluir uno, así por este medio se controla y monitorea un pedido hasta que sea entregado y pagado por el cliente, interrelacionan áreas como: almacén de materias primas, producción,

calidad, mercadotecnia, tráfico, contabilidad y cobranzas. La empresa funciona gracias a este programa con un alto grado de eficiencia en su organización, el único objetivo es brindar un producto de calidad en el menor tiempo posible y ser competitivos en el mercado.

2.1.2 Plano de la ubicación de la planta

La empresa McCormick Pesa esta ubicada en el sobre la antigua carretera México – Cuautitlan en el Km 39.5 hacia el norte a 1 hrs. Con 30 min. de la C.D. de México, en el municipio de Cuautitlan de Romero Rubio como se muestra en la figura 2.1.

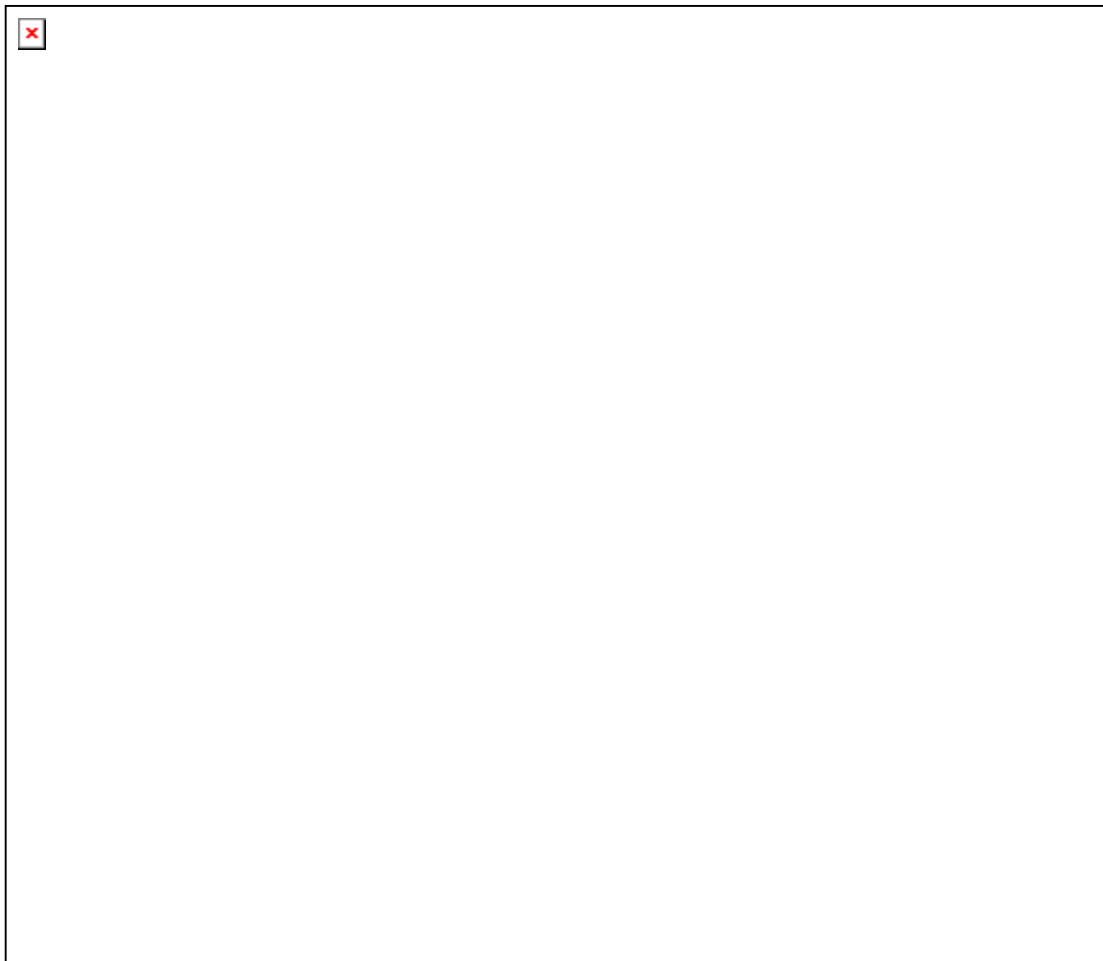


Figura no. 2.1 (Muestra la ubicación en donde se encuentra la planta McCormick Pesa).

2.1.3 Plano de la distribución de la planta

La distribución de la planta McCormick es la siguiente: en la parte superior derecha se encuentra el edificio de formulas y nuevos proyectos en donde se obtienen los sazoadores y sabores artificiales antes de su manufactura en esta área también se encuentra el departamento de calidad quien da el visto bueno para comenzar a realizar la formulación de cada uno de los sabores, en la parte izquierda se encuentra la subestación eléctrica y cisterna con capacidad de 180 m³ ,para abastecer a toda la planta.

En la parte central del edificio se ubican las oficinas de las áreas administrativas (gerencia, compras, ventas, contabilidad, recursos humanos, auditorio, comedor y vestidores de empleados), en la parte central derecha de este edificio esta integrada por las bodegas de materias primas y productos terminados listos para ser cargados en las unidades y realizar su distribución. También se encuentra en la nave principal el área de proceso para los sazoadores y las oficinas de los departamentos de ingeniería, nuevos proyectos, logística y compras.

Mientras en la parte inferior de la planta a la izquierda se encuentra el departamento de mantenimiento que se encarga de mantener las instalaciones en perfecto orden así como también un taller de montacargas integrado por fosas para realizar servicios de mantenimiento en general a las unidades, en la parte central se encuentra la báscula para tractocamiones con una capacidad de 60 toneladas.

En la parte inferior derecha se encuentran las instalaciones de proceso de los sabores artificiales, con un espacio aproximado de 600 m² de construcción y otros 200 m² para su crecimiento. Cuenta con un andén para cargar y descargar materias primas, productos terminados, un laboratorio, la área de proceso, almacén y una cámara de refrigeración como se muestra en la figura 2.2.

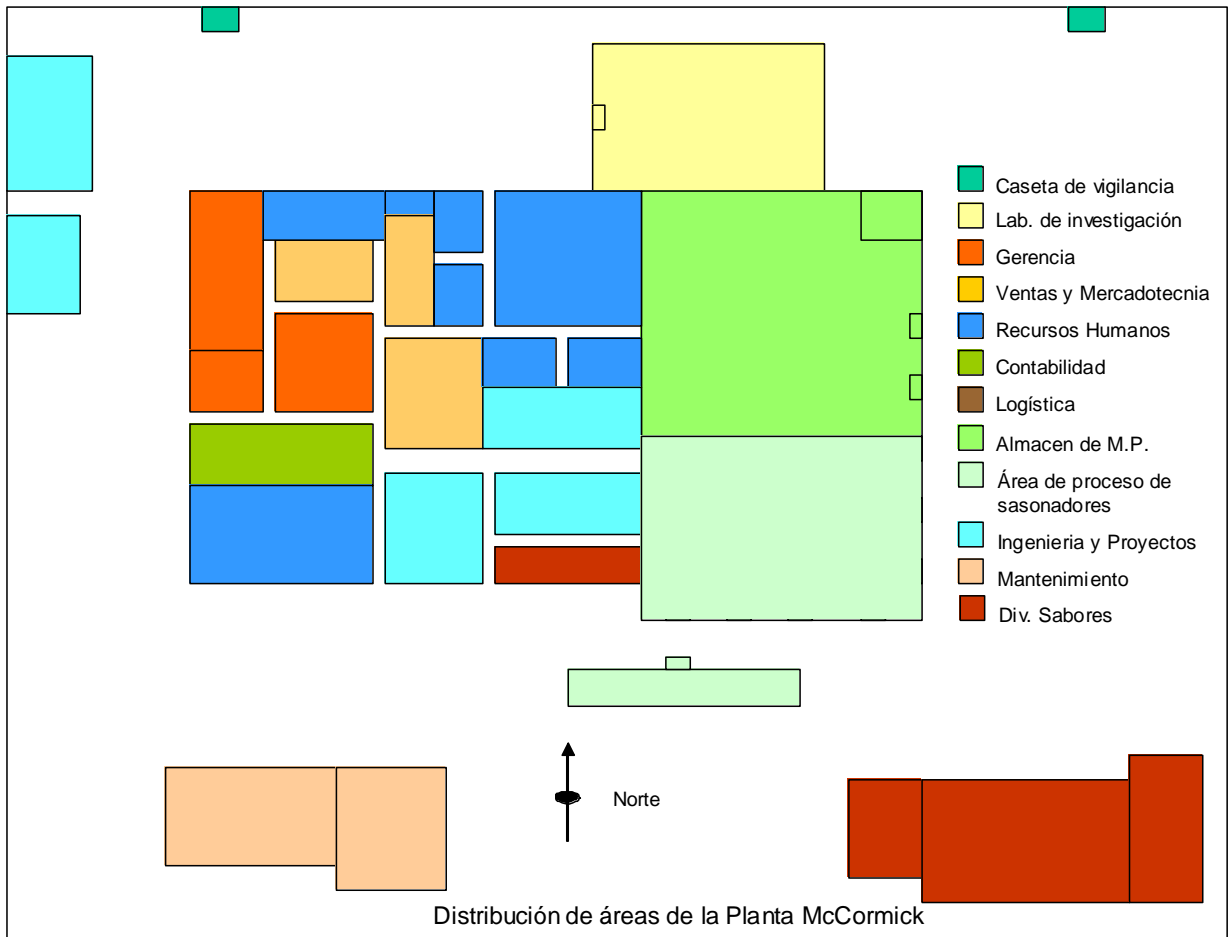


Figura no. 2.2 (Muestra la distribución general de la planta McCormick PESA)

2.1.4. Plano de la distribución de equipos en el área de sabores.

La distribución de los equipos en el área de proceso para la elaboración de los sabores artificiales es la siguiente: en la parte superior derecha se encuentra el almacén de materias primas y debajo de este la cámara de refrigeración donde se resguardan las sustancias químicas que reaccionan a temperaturas ambiente y deben conservarse entre -4 y 4 °c.

En la parte central se encuentra el área de proceso en donde se realizan las mezclas de las sustancias químicas de acuerdo a la orden de servicio, pesando cada uno de los ingredientes y mezclando todo en los tanques para ser agitados

vigorosamente y una vez que la mezcla esta hecha se deja reposar para su previo envase en la presentación solicitada (200 o 20 lts.) en la parte izquierda del área se encuentra el laboratorio de calidad para realizar muestreos de los productos terminados que se embarcarán en la plataforma para ser entregados al cliente.

Junto al laboratorio se encuentra el área de los residuos peligrosos donde se lleva acabo la recopilación de todos los sobrantes de los productos terminados, los cuales se desechan en tambos para ser confinados por una empresa de recolección de residuos. En la figura no. 2.3 no se aprecia esta área de confinamiento ya que no esta construida.

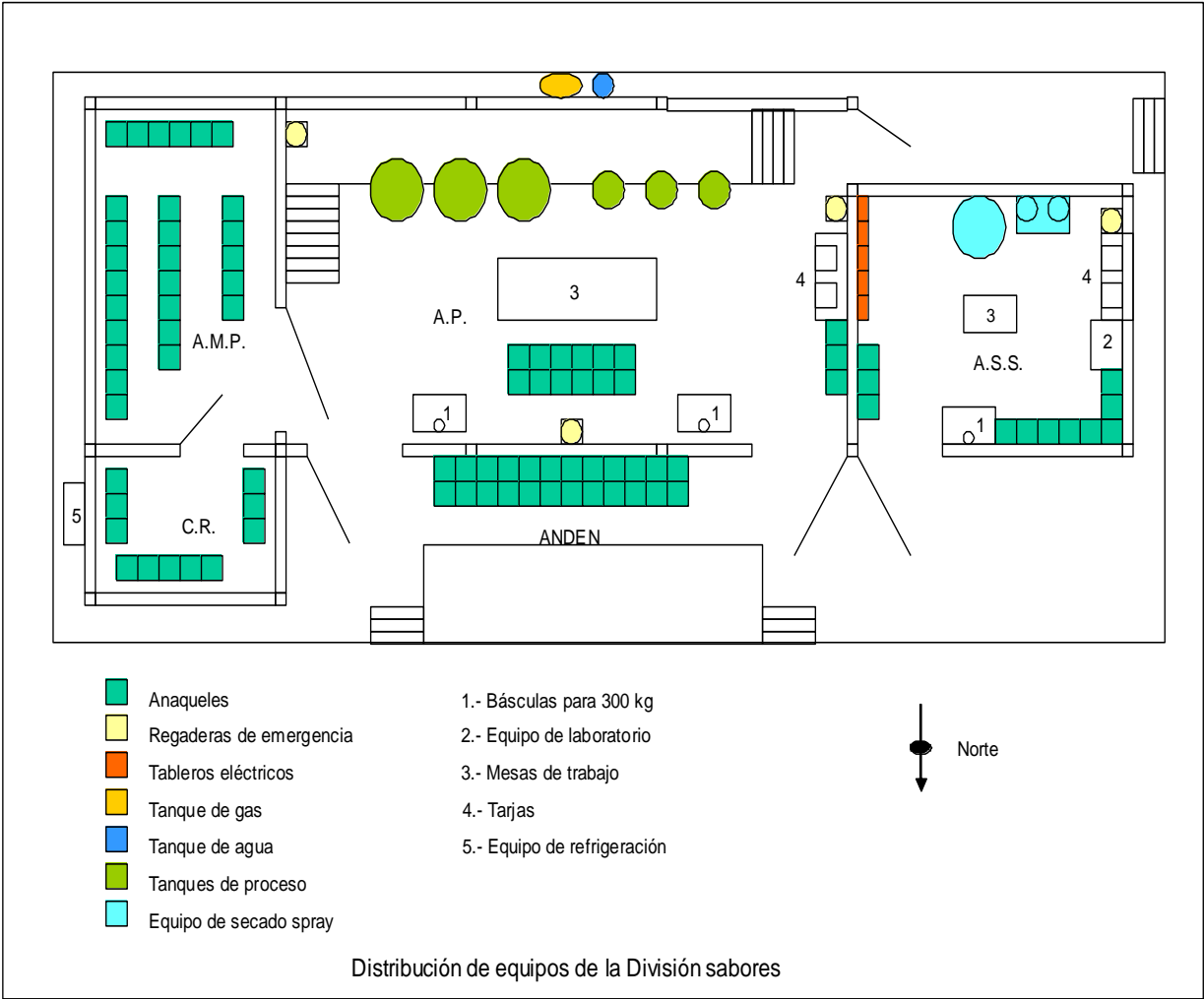


Figura No.10 (Muestra la distribución de los equipos que se utilizan en el proceso de sabores).

2.2 CLASIFICACION DE AREAS

Las causa por las cuales debe existir una clasificación de áreas dentro de las industrias es por el tipo de producción que se dedican, el manejo de materias primas o en la misma producción de fabricación, existe un grado de incendio o pueda provocar un accidente diferente, los equipos, las maquinas, instalaciones, etc. tienen como fuentes de energía la electricidad o combustibles derivados del petróleo (diesel, gasolinas, gas lp, etc.), los cuales son indispensables, pero también se deben tomar medidas para mantenerse fuera de alcance cualquier chispa y apartar toda posibilidad de un accidente o incendio, causando una pérdida económica a la empresa.

Dentro de las Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas Mexicanas (NTIEM), la utilización de equipos e instalaciones eléctricas, están normalizadas en el Diario Oficial de la Federación (publicación gubernamental), en la cual se rigen los puntos que se deben considerar en la elaboración de nuevas instalaciones para resguardar la seguridad de la empresa y el personal, convencionalmente la clasificación de la planta McCormick está designada como "lugar peligroso", en la cual dichas instalaciones y equipos quedan expuestos a las condiciones de proceso que más adelante se indican. Según la clasificación que se hace a estos lugares, existen en nuestro país cuatro clasificaciones de equipos para los siguientes lugares:

a) Equipo a prueba de explosión: Deberá estar cerrado y protegido de manera que sea capaz de resistir la explosión de gas o vapor especificado que pueda ocurrir en su interior y de impedir, en forma efectiva que la explosión o disturbios internos (chispas, destellos, etc.) produzcan una explosión en el interior del equipo.

b) Equipo a prueba de ignición de polvo: Este equipo deberá estar encerrado de manera que impida la penetración, a su interior de pequeñas partículas de polvo en cantidades tales que hagan de este un peligro susceptible de inflamarse o en su caso afecten el funcionamiento adecuado del equipo, protegiendo de tal forma de arcos, chispas o calor en su interior lo cual provoque la ignición por acumulación o

suspensiones de polvo de que se trate, ya sea en la atmósfera externa al equipo mismo, o sobre las cercanías de la cubierta.

c) Equipo presurizado: Provisto de una cubierta dentro de la cual se mantiene permanentemente una ventilación de presión positiva con aire o gas inerte, que no permite la entrada de gases o vapores inflamables al interior de la misma cubierta.

d) Equipo a prueba de mezclas explosivas o inflamables: Este equipo tiene la finalidad de proteger instalaciones eléctricas de mezclas de polvos combustibles, gases o vapores que al contacto con una fuente de energía calorífica provocan una explosión o fuego continuo.

Uno de los conceptos, manejados dentro de la clasificación de áreas es la temperatura de ignición se le denomina a la temperatura más baja que, aplicada a una mezcla explosiva, puede producir un incendio, lo necesario es tener una ventilación adecuada la cual puede ser proporcionada por un equipo mecánico y eficaz de inyección que pueda remover con aire limpio la atmósfera de un local o área determinada, evitando así la formación de mezclas explosivas en el ambiente.

Un equipo intrínsecamente seguro es aquel incapaz de producir calor o chispeo suficientes para causar la ignición de una determinada mezcla atmosférica peligrosa ya sea en condiciones normales o anormales de operación, estas últimas incluyen: daño accidental del equipo, fallas del aislamiento o de otras partes eléctricas, sobretensiones, operaciones de ajuste o mantenimiento y condiciones similares, este tipo de equipos puede ser instalado en cualquier lugar donde exista peligro de incendio, para establecer las medidas de seguridad necesarias, se debe tomar muy en cuenta el tipo de área en la que se trabaja.

Estos lugares de acuerdo con la naturaleza de su peligrosidad se clasifican en las siguientes clases:

- a) Clase I: Lugares en los cuales se encuentra o puede encontrarse en el aire una cantidad de gases o vapores inflamables lo suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables.
- b) Clase II: Lugares que son peligrosos debido a la presencia de polvos combustibles o eléctricamente conductores.
- c) Clase III: Lugares que son peligrosos a causa de la presencia de fibras o pelusas fácilmente inflamables, pero en los que no es probable que dichas fibras o pelusas estén suspendidas en el aire en cantidades suficientes para provocar una mezcla inflamable .

Cada clase contiene divisiones donde se especifican la frecuencia, permanencia y el grado de las condiciones de peligro. A continuación se define a cada clase respecto a su peligrosidad:

Las divisiones que comprenden la Clase I son las siguientes:

a) Clase I, división I:

- Comprenden la existencia periódica, intermitente o continua en condiciones normales de operación la presencia de concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables.
- Pueden existir frecuentemente concentraciones de gases o vapores inflamables, a causa de trabajos de reparación o mantenimiento.
- Pueda haber una interrupción o el funcionamiento defectuoso del equipo o los procesos pueden provocar la formación de concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables y simultáneamente provocar también la falla del equipo eléctrico.

b) Clase I, división II:

- Los lugares en donde se manejan, procesan o usan líquidos volátiles o gases o vapores inflamables, que están normalmente confinados en recipientes o sistemas cerrados; pero de los cuales puedan escapar en caso de ruptura o avería accidental de los recipientes o sistemas.
- Lugares en los cuales una adecuada ventilación de presión positiva impide normalmente la formación de concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables.
- Lugares adyacentes a los de Clase I, división I, los cuales puedan pasar ocasionalmente concentraciones peligrosas, de gases o vapores inflamables, a menos que tal comunicación se impida, por medio de una adecuada ventilación de vapores.

Las divisiones que comprenden los lugares Clase II son los siguientes:

a) Clase II división I:

- Lugares en los cuales haya o pueda haber polvos combustibles en suspensión en el aire en condiciones normales de operación, periódicamente y en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables.
- Lugares donde puedan formarse dichas mezclas explosivas o inflamables en condiciones anormales de operación o de falla mecánica del equipo.
- Lugares donde puedan estar presentes polvos eléctricamente conductores.

b) Clase II división II:

- Donde los polvos combustibles no están normalmente en suspensión en el aire, en cantidades suficientes para formar una mezcla explosiva o inflamable pero donde:
 - 1.- Los depósitos o acumulación de polvos puedan ser suficientes para interferir con la disipación efectiva del calor del equipo o aparatos eléctricos.
 - 2.- Los acumulación de polvos dentro, sobre o cerca del equipo eléctrico .

Las divisiones que comprenden los lugares Clase III son los siguientes:

- a) división I, que comprende en los cuales se manejan, fabrican o usan fibras o materiales fácilmente inflamables que producen pelusas combustibles.
- b) división II, que comprende los casos en que, fuera del proceso de manufactura, se manejan las fibras fácilmente inflamables.

Los límites de las áreas que deben considerarse como peligrosas en un lugar determinado, dependen de diversos factores, entre ellos, del tipo de la fuente de peligro, la cantidad y densidad de los gases, vapores, polvos o pelusas presentes en la atmósfera del lugar y la clase de ventilación utilizada. La extensión del área peligrosa debe determinarse en cada caso particularmente en base a los factores mencionados de acuerdo con las indicaciones para el caso o casos semejantes, ante la autoridad competente para dictaminar la utilización o realización de una instalación especial. La aprobación del equipo eléctrico para lugares peligrosos deberá cumplir con los dos siguientes puntos importantes:

- El equipo eléctrico que requiera aprobación especial para usarse en un lugar peligroso, debe estar aprobado no solamente por la clase de lugar de que se trata, sino también para el tipo específico de gas, vapor o polvo que pueda estar presente en la atmósfera del mismo lugar.
- El equipo eléctrico usado en un lugar peligroso no debe tener expuesta ninguna superficie cuya temperatura de operación exceda a la temperatura de ignición de gas, vapor o polvo específico, dependiendo del lugar que se trate.

Los grupos de atmósferas peligrosas más importantes en los que se encuentran polvos combustibles, gases y vapores como se muestra en la tabla no.4. En cuanto a su manejo, utilización y para fines de prueba y aprobación de los equipos eléctricos, se han establecido las sustancias en los diferentes grupos:

- Atmósferas grupos A, B, C y D que corresponden a lugares Clase I y que contienen los gases o vapores de líquidos volátiles que se indican en la siguiente tabla 2.1 de sustancias peligrosas.

Nota: La peligrosidad de una atmósfera no sólo depende de la temperatura de ignición del gas, vapor o polvo que se utilice, sino también de las características explosivas y del grado de concentración de estos para formar una mezcla explosiva.

- Atmósferas grupos E, F y G, que corresponden a lugares Clase II y que contienen, respectivamente un grado de peligrosidad.
- En las atmósferas grupo E, polvos metálicos, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales u otros metales de características peligrosas semejantes.

Ciertas sustancias químicas pueden tener características, que requieran mayor protección para evitar una chispa por el equipo o la atmósfera, en el caso de la planta Mc Cormick, los puntos de ignición en las sustancias manejadas se encuentran entre los 20 °C y 30 °C que es la temperatura ambiente a la que se trabaja, por tal motivo deben almacenarse en cámaras de refrigeración a una temperatura de 3 °C y 6 °C , por ejemplo: el Acetaldehído 50%, Alcohol etílico 190, Butiraldehido, Diacetilo natural, Acetato de etilo, Formato de etilo son altamente flamables a temperaturas de 50°C.

Estas sustancias son clasificadas en grado 4 por su peligrosidad, al trabajarlas a temperatura ambiente se volatilizan y al encontrarse con una fuente de ignición pueden provocar una explosión. Conocer el medio ambiente en el que se trabaja es importante, por que pueden evitarse problemas de corrosión, desgaste, incendio o cualquier tipo de accidente dentro de las instalaciones, que se pueden evitar o en su caso actuar ante esta contingencia.

Tabla no. 2.1 Sustancias correspondientes a los grupos A, B, C y D.

Grupo A	Grupo D
acetileno	acetona
Grupo B	acrilonitrilo
butadieno	amoniaco
óxido de etileno	benceno
gases manufacturados que contienen más de 30% de hidrógeno (por volumen)	butano
óxido de propileno	butanol-1 (alcohol butílico)
Grupo C	butanol-2 (alcohol butílico sec.)
acetaldehído	acetato n-butílico
cilopropano	acetato isobutílico
dietiléter	etano
etileno	etanol (alcohol etílico)
dimetilhidrazina asimétrica (UDMH-1, 1-dimetilhidrazina)	acetato etílico
propileno	dicloroetileno
estireno	gasolina
tolueno	heptanos
acetato vinílico	hexanos
acetato de etilo	isopropeno
cloruro vinílico	metano (gras natural)
xilenos	metanol (alcohol metílico)
	3-metil-butanol (alcohol
	2- propanol (alcohol isopropílico)
	isoamílico)
	metil isobutil ketona
	2-metil-1-propanol(alcohol
	butílico terciario)
	petróleo nafta
	cetanos
	pentanos
	1-pentanol (alcohol amílico)
	propano
	1-propanol (alcohol propílico)

Existen en la actualidad equipos diseñados para soportar y trabajar en cambios climáticos extremos, ambientes explosivos o con humedad, fabricados con materiales resistentes, pero su costo se eleva demasiado por los propios equipos y las instalaciones especiales que se deben hacer para su óptimo funcionamiento, los equipos eléctricos instalados en este tipo de ambientes tienen un grado elevado de

peligrosidad, no solo por el ambiente sino también, que el mismo equipo se considera una fuente de chispa, por esto mismo en las NTIEM los equipos eléctricos así como sus instalaciones deben de cubrir con ciertas especificaciones técnicas, que brinden seguridad en las mismas y en el equipo, considerando siempre el bienestar de las personas.

Estas Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas Mexicanas, consideran a las áreas a prueba de explosión, como de suma importancia para empresas donde trabajan con materiales volátiles e inflamables que puedan provocar una explosión o incendio, pueden aplicarse para industrias medianas y grandes, que pueden solventar fácilmente estos gastos, en empresas pequeñas es indispensable contar con medidas de seguridad alternas y no pasar por alto estas recomendaciones.

Los equipos eléctricos deberán portar una ficha de datos en la cual indique el tipo de Clase de lugar en donde van a ser instalados, así como la temperatura máxima alcanzada en su operación, basada en una temperatura de 40 °C, existe una excepción en cuanto a la operación de los equipos alternos, no se requiere que el resto de la instalación en donde no se produce calor como: tuberías, cajas de conexiones y otros accesorios respeten este rango mínimo de temperatura, así como el mismo equipo siempre y cuando no excedan una temperatura de 80 °C.

En el caso de que no sean esenciales los equipos eléctricos para el proceso de producción, se recomienda que estén fuera de las áreas peligrosas, así como equipos de servicio, tal es el caso de: tableros, interruptores, centros de control de motores, etc. Estos deberán permanecer en zonas aisladas, dentro de edificios cerrados herméticamente donde no existan condiciones que puedan causar una explosión y por lo tanto, en el caso de que se requiera comunicación con las áreas de trabajo deberán contar con puertas que sellen firmemente por si mismas y sean del tipo aprueba contra incendios.

Las protecciones contra descargas atmosféricas en las instalaciones eléctricas deberán contar con un sistema de tierra colocado en la parte inferior de la planta en forma de malla por medio de cable conductor ahogado en concreto, con la finalidad de tener en la parte superior puntos de conexiones, para aterrizar cada uno de los equipos en instalaciones metálicas a la malla de protección contra descargas, mientras que en la azotea se deberán colocar líneas aéreas ubicadas de tal manera donde las descargas atmosféricas sean frecuentes, deberán estar protegidas con apartarrayos de un tipo adecuado (uno en cada conductor activo), estos elementos deberán estar ubicados a la entrada del servicio, antes del medio de desconexión general y su conexión a tierra debe estar unida al sistema de tierra general de la instalación.

Los transformadores y banco de capacitores deberán estar en lugares, fuera de las áreas peligrosas, es recomendable que no deban tener comunicación con el lugar peligroso ya sea por medio de puertas o cualquier otro. Deberán contar con una amplia ventilación los cuales, tanto ventanas o ductos deben ser suficientes para aliviar presiones que puedan representar riesgo de explosión o en su caso deberán contar con equipos de extracción de vapores. Los transformadores pueden ser de uso general provistos de medios adicionales para aumentar su seguridad contra la producción de temperaturas excesivas, arcos eléctricos o chispeo en el exterior del mismo equipo, se deben cumplir, asimismo los requisitos aplicables para la utilización de estos equipos.

Los motores, generadores y otras máquinas eléctricas rotatorias para la clase I, división I, deben contar con las siguientes características: deberán ser a prueba de explosión o del tipo totalmente cerrado con ventilación de presión positiva tomada de una fuente de aire limpio y con descarga a un área segura, el control de la máquina debe estar o tener arreglado su sistema de tal manera que la misma, no pueda ser energizada hasta obtener una ventilación adecuada y la cubierta haya sido purgada con un arreglo, tal que, el equipo sea desenergizado automáticamente, cuando el abastecimiento de aire falle, en su caso se puede utilizar un equipo del tipo

“totalmente cerrado lleno de gas inerte”, abastecido por una fuente positiva dentro de la cubierta y para lograr que automáticamente pare cuando el equipo no cuente con el abastecimiento de dicho gas.

Estas máquinas, no deben tener superficies externas con temperaturas de operación que excedan del 80% de la temperatura de ignición del gas o vapor peligroso involucrado. Los motores deben proveerse de dispositivos adecuados para detectar si hay un incremento en la temperatura, por encima de los límites establecidos y en caso de incremento este desenergizaría automáticamente el motor, se debe proveer de una alarma adecuada para localizar el equipo en falla. Al igual que los motores, los equipos auxiliares deben ser de un tipo aprobado para el lugar en que se instale por ejemplo: tableros de control, señalizaciones de arranque y paro, conductores, tuberías y accesorios para conexiones.

Los motores que no contengan escobillas, mecanismos de interrupción o dispositivos similares que produzcan arcos, tales como motores de inducción de jaula de ardilla, pueden ser abiertos o de tipo cerrado que no sea a prueba de explosión y puedan ser utilizados si ningún problema.

Los luminarios fijos y portátiles, deben ser del tipo aprobado para lugares clase I y tener marcada claramente la máxima capacidad de lámpara con que puede operar, cada luminaria fijo debe estar protegido contra daños mecánicos por medio de un resguardo adecuado o por su propia ubicación. Los luminarias de tipo colgante deben soportarse con tubo metálico rígido tipo pesado o semipesado, en el que las uniones roscadas estén provistas de medios efectivos para evitar que se aflojen. Si se requiere colgar un luminaria por medio de tubo a más de 30 centímetros de la caja de salida, el tubo debe fijarse rígidamente a una distancia no mayor de 30 centímetros del luminaria para evitar oscilaciones excesivas.

Los interruptores automáticos y manuales, controladores de motores y fusibles de clase I, divisiones I y 2, incluyendo: botones pulsadores, relevadores y dispositivos

similares, deben tener cubiertas que conjuntamente con los aparatos contenidos en ellas, estén aprobadas para lugares Clase I. Los aparatos de medición pueden ir en cubiertas de uso general siempre y cuando la interrupción de la corriente ocurra dentro de una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases o vapores, los contactos de establecimiento e interrupción de la corriente estén sumergidos en aceite.

Los aparatos de medición, instrumentos y relevadores que tengan incorporados contactos para establecer o interrumpir corriente, deben cumplir lo indicado, en el caso anterior, pero pueden llevar cubiertas de uso general cuando los contactos estén sumergidos en aceite o dentro de una cámara sellada herméticamente contra la entrada de gases o vapores, en circuitos que bajo condiciones normales, no liberan suficiente energía para producir la ignición de una determinada mezcla atmosférica peligrosa. Los devanados de transformadores para instrumentos, bobinas de impedancia, solenoides y otros devanados que no tengan contactos deslizantes o de abrir-cerrar, pueden ir provistos de cubiertas de uso general.

Las instalaciones de alumbrado, fuerza, control y comunicación, deben hacerse con tubo metálico rígido tipo pared gruesa o delgada y utilizando cable resistente a la temperatura interna y externa provocada por la caída de tensión y la corriente. Los accesorios terminales deberán ser aprobados para lugares a prueba de explosión, las cajas, accesorios y coples deben ser roscados para su conexión, las uniones deben tener, como mínimo, cinco vueltas completas de rosca, el cable tipo MI debe instalarse y soportarse de manera que se eviten tensiones mecánicas en los accesorios en las terminales, las conexiones flexibles que se usen en motores y equipo similar, deben hacerse con coples metálicos flexibles aprobados para lugares Clase I. Las conexiones flexibles que se usen en motores y equipo similar, pueden hacerse con tubo metálico flexible, tubo metálico flexible hermético a los líquidos o cordón flexible para uso extrarudo, provistos de los accesorios terminales aprobados.

El sellado de los tubos para la Clase I, división I. Deberá colocarse en el interior del tubo, al principio y final de cada tramo, para evitar el paso de gases, vapores o polvos en el interior del mismo, para evitar las llamas de una parte a otra de la instalación eléctrica, los tubos que entren a cubiertas, contengan interruptores manuales o automáticos, fusibles, relevadores, resistencias y demás aparatos, los cuales puedan producir arcos, chispas o temperaturas elevadas, el sello debe colocarse lo más cerca posible de la cubierta, pero en ningún caso a más de 45 centímetros de ella, entre la cubierta y el accesorio para sellado sólo debe haber uniones entre cajas o accesorios con cuerda.

Las cubiertas para equipos o conexiones deben estar provistas de un medio integral para sellado o bien tendrán que usarse accesorios, aprobados para lugares que sean accesibles. El compuesto sellador es utilizado para aislar internamente, por ser resistente a la atmósfera o líquidos con los que pudiera estar en contacto con los conductores y tener un punto de fusión de por lo menos 93° C, el tapón formado por el compuesto, debe tener una longitud por lo menos igual al diámetro nominal del tubo y en ningún caso, inferior a 16 milímetros, dentro de un accesorio para sellado con compuesto no deben hacerse empalmes ni derivaciones de conductores, tampoco debe llenarse con compuesto ninguna caja o accesorio que contenga empalmes o derivaciones.

Los contactos y clavijas. Clase I, divisiones 1 y 2, deben ser del tipo aprobado para lugares Clase I y tener una terminal para conexión a tierra. Los cordones flexibles. Clase I, divisiones 1 y 2, pueden usarse solamente para conectar lámparas o aparatos portátiles específicamente indicados en esta sección. Cuando se usen, deben cumplir con lo siguiente: ser para uso "extrarudo"; contener un conductor de puesta a tierra adicional a los conductores del circuito, estar conectados a las terminales del equipo en una forma aprobada para el objeto y tener abrazaderas u otros medios de sujeción que impidan que las conexiones terminales estén sujetas a tensión mecánica para evitar roturas.

En este capítulo 2, se determinó la clasificación de la empresa McCormick, en la cual se implantará, el plan maestro de mantenimiento considerando los puntos más importantes para poder satisfacer la demanda de seguridad dentro de la misma, la planta y la división “sabores”, se consideran dentro de la Clase I, por los materiales manejados en su proceso, los equipos e instalaciones eléctricas, en las áreas de almacenaje y producción son clasificadas a prueba de explosión, por lo cual su cuidado y aplicación de mantenimiento debe ser de manera constante para evitar cualquier riesgo de incendio o explosión.

La plantas que cuente con otro tipo de instalaciones donde no se están llevando acabo maniobras de alto riesgo en su producción como es el caso de la empresa McCormick, pueden realizar otro tipo de instalaciones o utilizar otros materiales más económicos que no cuente con el tipo de clasificación I, no se deberá pasar por alto las recomendaciones manejadas en las NTIEM, la protección de la empresa y la visión de que los directivos en invertir en la seguridad de sus colaboradores y equipos garantizan la continuidad de trabajo y servicio a las clientes.

Dentro de la seguridad industrial que proyecta una empresa, a sus empleados y clientes, mejora e incrementa su nivel de productividad en todas sus áreas, contar con equipos capacitados de respuesta inmediata ante cualquier contingencia, deben estar preparados ante cualquier situación de peligro, siempre con tranquilidad y seguridad ante todo.

CAPITULO 3

IMPLEMENTACION DEL PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO

3.1 FILOSOFIA EN LA APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO

La realización del mantenimiento en la planta, comienza con la filosofía del mantenimiento industrial, aplicando cada uno de los pasos mencionados en los capítulos anteriores. De acuerdo con el tipo de proceso manejado dentro de la planta McCormick, deberá considerarse de alta demanda, ya que se necesita mantener la confiabilidad de los equipos e instalaciones, considerando que el almacenamiento de productos químicos altamente inflamables y volátiles, son un costo adicional para las empresas químicas por los equipos que necesitan para brindar una seguridad en todo momento, estas empresas son consideradas con una prioridad mayor en la aplicación de mantenimiento como se muestra en la tabla no.3.1. Desde tiempos remotos al inicio de la Revolución Industrial, el mantenimiento ha ido poco a poco tomando su lugar dentro de la gestión de la manufactura, siendo tres los factores externos que lo impulsan como: seguridad, rentabilidad y competitividad.

TABLA NO. 3.1 Mapa de clasificaciones en el mantenimiento industrial

		Tamaño de la empresa		
Gestión del mantenimiento	Nivel NTCL	Grande	Mediana	Pequeña
Organización y diseño	5	X		
Administración	4	X	X	
Supervisión	3	X	X	X
Operación	2	X	X	X

a) Seguridad: En la planta McCormick es importante que los equipos y sistemas productivos, deban tener como principal objetivo proteger la integridad física de las personas, con la cual la mayoría de los equipos o sistemas, son estudiados de forma científica para brindar eficiencia, facilidad y comodidad al personal sindicalizado durante su jornada laboral como se mencionó anteriormente,

las plantas químicas deberán clasificarse como áreas a prueba de explosiones, por los productos químicos manejados, se utilizarán: señalamientos, equipos contra incendios, cursos o formación de brigadas contra siniestros, para prevenir cualquier tipo de accidente.

b) La Rentabilidad: Se mide en base a la reducción de riesgos durante la producción, este interés por invertir o perder en caso de un accidente todo un patrimonio, lleva a varios empresarios por asegurar su empresa la cual es realizada por ajustadores, auditores y valuadores, otorgando una determinada evaluación de las instalaciones y el equipo en base a:

- 1) El estado en que se encuentran las instalaciones y equipos.
- 2) Los procedimientos tomados para brindar, seguridad en la operación y mantenimiento de los equipos e instalaciones.

Una empresa transnacional en la que existen muchos inversionistas, deseando obtener ganancias superiores, es importante que mantenga su prestigio a nivel nacional e internacional, brindando alternativas para poder mantener el costo de mantenimiento por debajo de sus expectativas, aunque no deberán de dejar invertir en esta área, ya que la aplicación de mantenimiento brinda presentación y seguridad ante los clientes.

c) La Competitividad: La empresa McCormick es considerada a nivel nacional como una empresa líder en su ramo en la elaboración de sazónadores y saborizantes artificiales, las empresas similares podrían alcanzar estos niveles de competitividad a nivel nacional o mundial si consideran lo siguiente:

- 1) Un sistema de manufactura total.
- 2) Un sistema de calidad total.
- 3) Un sistema de mantenimiento total.

Estos sistemas permitirán la existencia de las plantas industriales, características en su operación por:

- a) Operar todo el tiempo (al 100%, 8 mil 760 horas al año).
- b) Desarrollar plena capacidad para futuras ampliaciones.
- c) Calidad y continuidad en la producción sin defectos, segundas vueltas o retrocesos.

Para poder garantizar la competitividad actual y futura se requiere que esta planta cuente con áreas de excelencia en operación y mantenimiento, para poder garantizar sus productos con la máxima calidad, basados en una filosofía y sistemas que integra un programa adecuado a sus necesidades, siguiendo un camino de procesos, la filosofía se basa en la siguiente pregunta. ¿Qué debe hacerse? Mientras el sistema de mantenimiento pregunta ¿Cómo?, ¿Cuándo? Y ¿Quién? Lo debe hacer.

Los costos de cualquier empresa, para integrar un sistema de recopilación de información son caros y de tiempo largo, esto dependerá por el tamaño de la empresa sus equipos e instalaciones con las que cuenta, así como los trabajadores que la integran. El recopilar cada uno de los equipos e instalaciones en información ya sea en forma impresa (Planos, Catálogos, Facturas, etc.) con el fin de clasificar cada uno de estos, de acuerdo a su función e importancia en el proceso y poder establecer una base de datos completa.

El costo de un equipo o instalación debe ser calculado a lo largo de su vida útil, para identificar donde está la productividad real del equipo, sin embargo la productividad es calculada en forma global cuando se trata de aplicar un mantenimiento correctivo, en cambio en el mantenimiento preventivo comienza a ser calculado por equipo, donde los avances tecnológicos son los más importantes en el impacto sobre la productividad.

3.2 PRIORIDADES DE MANTENIMIENTO

La importancia del mantenimiento para cualquier industria, adquiere mucha importancia en la planta, se hacen más evidentes sus beneficios que sus desventajas, los cuales se resumen en cinco puntos importantes:

a) Reducción de costos: Basados en el ahorro en las primas de seguro, compras oportunas de refacciones y materiales, disminución de equipos de reserva, mayor control de los inventarios reducidos, reducción de costo unitario de las tareas.

b) Reducción de fallas en los equipos: la reducción de tiempos muertos en producción incrementa tiempos de productividad, incremento en la vida útil de los equipos, reducción de probabilidades de exposición a una falla mayor; mejoría en la disponibilidad de cada equipo.

c) Mejor personal en el mantenimiento: reducción de tiempo extra, la carga de trabajo debe ser equilibrada y predeterminada, el tiempo disponible deberá considerarse para la capacitación y especialización del personal.

d) Mejor calidad en la producción: incrementando la consistencia, continuidad, confiabilidad, planeación y programación de lotes, establecer un seguimiento prescindible de los métodos establecidos.

e) Mayor seguridad en los equipos: Incremento de la integridad física del personal y los equipos, reduciendo al máximo las fallas mayores sobre todo en sistemas motrices: motores eléctricos, grúas, compresores, etc.

Analizando la planta McCormick, el ramo industrial al cual pertenece o se clasifica, se basa de acuerdo a su producción, la cual se puede considerar como una industria de procesos (Sistemas Continuos) o industria de manufactura (Sistema discreto), en ambos casos el personal de mantenimiento realiza las mismas actividades y funciones, varía solamente cuando el tamaño de los equipos o las instalaciones son diferentes. En la tabla no. 3.2 se muestra como se clasifican las empresas dependiendo a su producción, en la cual se observa a los productos alimenticios ubicados en el sector de proceso junto con otras cinco ramas.

TABLA No. 3.2 Clasificación de empresas de acuerdo a su sector.

	Núm.	Nombre de la rama	Subsector	
			Proceso	Manufactura
Industria	6	Extracción de petróleo crudo y gas natural	XXX	
	31	Productos alimenticios	XXX	
	32	Textiles de vestir e industrias del cuero		XXX
	33	Industria de la madera		XXX
	34	Papel, productos de papel, imprentas y editoriales	XXX	
	35	Química y petroquímica	XXX	
	36	Minerales no metálicos		XXX
	37	Industriales metálicas básicas	XXX	
	38	Productos metálicos, maquinaria y equipo		XXX
	39	Otras industrias manufactureras		XXX
	61	Electricidad, gas y agua	XXX	

Con base a encuestas publicadas por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), estima que el 16% de los trabajadores de una plantilla de 200, trabajan en producción y sólo 5 trabajadores son de mantenimiento lo que implica menos del 2.5% estimado por turno, esto se debe a que el proceso se obtiene con muy poca maquinaria dentro de esta área donde se incluye: Jefe, Supervisor, Oficiales (3) por turno y sólo se consideran 2 turnos de trabajo para la planta a nivel nacional, la mayoría de las empresas de proceso, la alimenticia ocupa el 15% de sus trabajadores para el área de mantenimiento porque existe mayor maquinaria y equipo que permite la automatización de los procesos y por lo tanto una gran producción para la demanda a nivel nacional o internacional.

3.3 INVENTARIO DE EQUIPO, INSTRUMENTOS E INSTALACIONES

La gestión integral de mantenimiento se divide en tres tipos importantes los cuales son: Administrativa, Técnica y Operativa. Se ubican y ejecutan con diferente alcance y cobertura durante el desempeño de la función del mantenimiento industrial, como se muestra en la tabla no. 3.3.

TABLA No. 3.3 Gestión de mantenimiento industrial

Area	Planeación	Organización	Integración	Control
Administrativa	Plan maestro	Eficiencia, eficacia y calidad	Ideas y conceptos	Supervisión
Técnica	Programación	Tiempos, costos y personas	Recursos humanos y físicos	Verificación
Operativa	Ejecución	Materiales y equipos	Equipos de trabajo	Inspección

En este trabajo se mostrará como se lleva acabo la gestión administrativa, donde se ubica el plan maestro de mantenimiento del área de sabores. Primero se recopila toda la información necesaria para diseñar programas de: tiempos, costos de personal, material y equipo. Con estos esquemas se puede obtener de una manera más práctica la información necesaria, para aplicar el mantenimiento a todas las instalaciones en el área de sabores, buscando siempre el beneficio a la empresa y la reducción de costos con la aplicación de mantenimiento.







































Dentro de la gestión administrativa se realiza un inventario completo donde se describen cada una de las: Instalaciones, equipos y herramientas. Que forman parte de la infraestructura de la empresa. Se deben elaborar formatos de tal manera que en estos se registre cada una de las características de estos mismos. Así como también elaborar planos en los cuales se identifique la ubicación de las áreas, la distribución de las instalaciones, los equipos e instrumentos que la integran.

Una forma adecuada para obtener estos datos, es realizando diagramas físicos, unifilares y de distribución, en los que se encuentran los planos: estructurales, constructivos u obra civil, eléctricos, hidráulicos, gas lp y arquitectónicos, estos planos deben ser elaborados antes de realizar la construcción, puede que las instalaciones tengan cambios de alcance o actualizaciones dependiendo de las necesidades de la propia empresa y también para ofrecer una mejor distribución de los equipos instalados.

3.4 ELABORACION DE DIAGRAMAS DE INSTALACIONES GENERALES

Para tener en cuenta cada una de las instalaciones, se realiza un levantamiento físico completo, en el cual con ayuda de isométricos se puede representar a escala cada una de las instalaciones con todo sus accesorios instalados, no existe una simbología en la cual se representen accesorios para las instalaciones eléctricas, hidráulicas o de equipos como son: cajas de conexiones, números de cables, filtros de agua, luminarias y tinacos. Por lo que se realizará una simbología, la cual servirá para representar físicamente estos accesorios los cuales no cuentan con un símbolo normativo, sin dejar de representar los accesorios o equipos que si cuentan con este. Estos símbolos son sencillos y de fácil manejo para elaborar y representarlos en planos físicos de cada una de las instalaciones, la simbología se muestra en la tabla no. 3.4.

TABLA No. 3.4 Simbología de instalaciones en general

	TUBERIA DE LINEA ELECTRICA		LUMINARIO A PRUEBA DE EXPLOSION DE 175 W 220 V		REGADERA DE EMERGENCIA									
	TUBERIA DE AGUA POTABLE FRIA		REFLECTOR PARA EXTERIORES DE 175 W A 200 V		VALVULA DE GLOBO									
	TUBERIA DE AGUA CALIENTE		CAJA FS A PRUEBA DE EXPLOSION		VALVULA COMPUERTA									
	TUBERIA DE GAS LP		LUZ INCANDESCENTE		VALVULA REGULADORA									
	ACOMETIDA		AMPERIMETRO											
	TABLERO DE DISTRIBUCION		VOLMETRO											
	TRANSFORMADOR DE 4.5 KVA		TEMPORIZADOR											
	EXTRACTOR DE AIRE		CONTACTOR											
	MOTOR ELECTRICO DE C.A. JAULA DE ARDILLA		TINACO											
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO		CALENTADOR DE AGUA DE 40 LTS											
	SELECTOR DE DOS POSICIONES		TANQUE DE GAS											
	BOTON DE ARRANQUE		FILTRO PARA AGUA											
	BOTON DE PARO		CODO A 90 °											
	CONTACTO RETARDADO N.C.		CODO A 95 °											
	CONTACTO RETARDADO N.A.		CONEXIÓN T											
	CONTACTO MOMENTANEO N.C.		REDUCCION BUSING											
	CONTACTO MOMENTANEO N.A.		TUERCA UNION											
				<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Dibujo: H B T</td> <td>Aprobó: Ing. Javier P.</td> <td>Fecha: 22 / 01/03</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">SIMBOLOGIA</td> </tr> <tr> <td>ESC: s/n esc</td> <td>ACOT: mts</td> <td>No.Diagrama:</td> </tr> </tbody> </table>		Dibujo: H B T	Aprobó: Ing. Javier P.	Fecha: 22 / 01/03	SIMBOLOGIA			ESC: s/n esc	ACOT: mts	No.Diagrama:
Dibujo: H B T	Aprobó: Ing. Javier P.	Fecha: 22 / 01/03												
SIMBOLOGIA														
ESC: s/n esc	ACOT: mts	No.Diagrama:												

Es importante conocer la ubicación dentro de la planta, los equipos, instalaciones y maquinaria, con el fin de identificar y corregir los problemas de una forma más eficiente y rápida. Un levantamiento físico puede representarse de diferentes formas: en isométricos, planos o diagramas. Los planos deberán contener cada uno de los componentes necesarios para identificar equipos e instrumentos. Así también dichos planos deberán contar con los siguientes datos importantes como son:

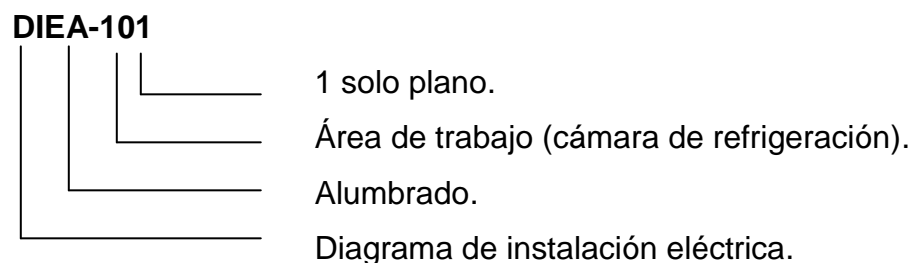
- 1.- Acotaciones.
- 2.- Clave de plano.
- 3.- Ejes.
- 4.- Escala.
- 5.- Especificaciones.
- 6.- Orientación (norte).
- 7.- Representación gráfica.
- 8.- Simbología.
- 9.- Nombre de los espacios.
- 10.- Tipo de planta.

Los isométricos son elaborados en forma tridimensional para representar de una forma adecuada las dimensiones y formas de las instalaciones en general, para esto se debe contar con una simbología la cual puede representar más fácilmente cada uno de los componentes de las instalaciones, como se mostró en la tabla no. 3.4, pero desafortunadamente, no todos los accesorios cuentan con un símbolo normativo, como se menciono anteriormente, por lo que se debe hacer uno lo más cercano a la representación física al accesorio, para esto todo símbolo utilizado deberá estar a una escala proporcionada con respecto a las instalaciones proyectadas . Para poder localizar y clasificar de una forma más detallada cada uno de los planos realizados se elabora su cuadro de referencias a un costado inferior derecho de los mismos, el cual proporcionará datos como:

- 1.- Código del plano o clave.
- 2.- Responsable de la obra.
- 3.- Quien elaboró el plano.
- 4.- Dirección.
- 5.- Nombre del plano.
- 6.- Escala.
- 7.- Acotación.
- 8.- Fecha de elaboración.
- 9.- Cuadro de observaciones y actualizaciones.

El código, clave o número de plano deberá estar formado de la siguiente manera:

- 1.- Las primeras dos letras indican el tipo de diagrama en la cual se representa la instalación eléctrica (E), Instalación hidráulica (H) y gas Ip (G).
- 2.- La tercera y cuarta letra indica el tipo de diagrama elaborado, para el caso de una instalación eléctrica puede ser de : alumbrado (A), fuerza o contactos(F) y comunicaciones (C).
- 3.- Los siguientes números al igual que los instrumentos y equipos del inventario representan el área de trabajo y la cantidad de planos elaborados de la misma instalación. El siguiente ejemplo muestra como se interpreta un código de plano:



“Diagrama de instalación eléctrica de alumbrado en cámara de refrigeración”

La manera de interpretar y dibujar cada uno de los diagramas, se realiza con un levantamiento físico, integrando cada uno de los equipos e instrumentos, al interpretar los planos se deberá visualizar por medio de los suministros de energía o

alimentaciones principales, ya que estos carecen de muros y plafones los cuales permiten seguir o identificar la ramificación de la líneas de cada uno de los equipos.

Con esta información se puede comenzar por desarrollar los diagramas necesarios para obtener un inventario con cada uno de los equipos de la planta como se muestra en la figura no. 3.1. Realizando un levantamiento, el cual contemple las instalaciones: eléctricas, hidráulicas, sanitarias y de gas lp. Este levantamiento podrá ayudar en un futuro a ubicar con mayor facilidad lo equipos y poder corregir de forma más eficiente, las fallas más comunes, por ciclo de vida al igual podrá facilitar las maneras más adecuadas para aislar cada sección importante, con el fin de aplicar un mantenimiento y reducir los tiempos improductivos.

Lo importante para toda empresa es tener en cuenta, como poder expandir sus instalaciones, en un futuro y así engrandecer el área de producción, por este motivo es necesario conocer la capacidad de las instalaciones actuales que puedan servir y satisfacer la demanda de los servicios para futuras ampliaciones. El propósito de los diagramas, es facilitar la ubicación e identificar en el menor tiempo posible los instrumentos en la planta de producción, en este caso se obtuvieron 12 diagramas de las instalaciones en el área de sabores.

Para llevar a cabo la recopilación de información se utiliza un formato como se muestra en la figura no. 3.1, donde se describen cada uno de los componentes que la integran, en los cuales se representan los equipos, máquinas, dispositivos de control y alimentaciones principales. Los diagramas deberán de contar en un costado con un cuadro de referencias, en el cual se escriben los datos más importantes como: nombre de la persona que realizo el levantamiento, nombre de la persona que lo superviso y autorizo, escala, acotación, fecha de elaboración del diagrama, dirección, ubicación del área y título del mismo.

Al igual se deberá realizar un listado de los diagramas elaborados para poder modificar actualizaciones en las instalaciones, en caso de crecimiento o cambios en las mismas, con el código se pueden ubicar de una forma más eficiente estos diagramas, los cuales deberán estar al alcance del personal autorizado de mantenimiento o ingeniería para su consulta o modificación.

Isométrico de instalación eléctrica física

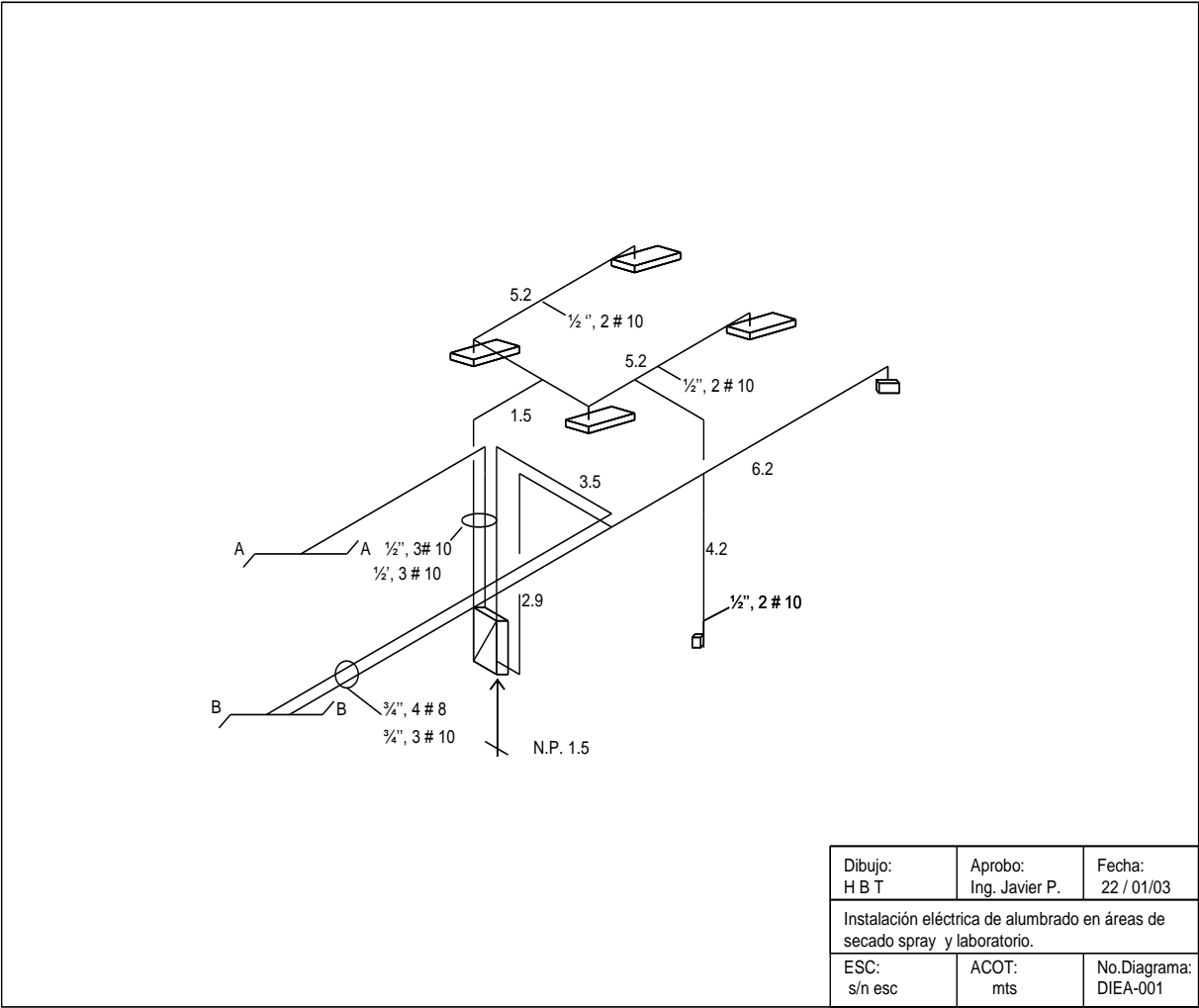


Figura no. 3.1 Isométrico de la instalación eléctrica de alumbrado en el área de secado spray.

Cabe señalar que algunos equipos de procesos cuentan con sistemas electromecánicos automáticos con diferentes líneas de alimentación como son: tomas de aire, aceite, electricidad y agua. En este caso deberán hacerse diagramas

de control e instrumentación para la operación de cada uno de los equipos que manejen diversidad de instalaciones, un ejemplo es el equipo llamado “Evaporador de secado spray”, este cuenta con las siguientes instalaciones en la figura no. 3.2, se representa un diagrama de control eléctrico para la automatización del equipo:

- Sistema eléctrico.
- Sistema neumático.
- Sistema mecánico.

a) En el sistema eléctrico se tienen los siguientes componentes:

- 1.- Motor eléctrico DAM-301.
- 2.- Motor eléctrico para el compresor CM-301.
- 3.- Controles de flama BIC-301.
- 4.- Detectores de flama BE-301.

b) En el sistema mecánico se utilizan los siguientes componentes:

- 1.- Quemador de flama.
- 2.- Compresor hermético C-301.
- 3.- Válvulas electromecánicas.

c) En el sistema neumático se utilizan los siguientes componentes:

- 1.- Filtros de aire y aceite.
- 2.- Reguladores de presiones.
- 3.- Manómetros e instalaciones.

Diagrama de control eléctrico

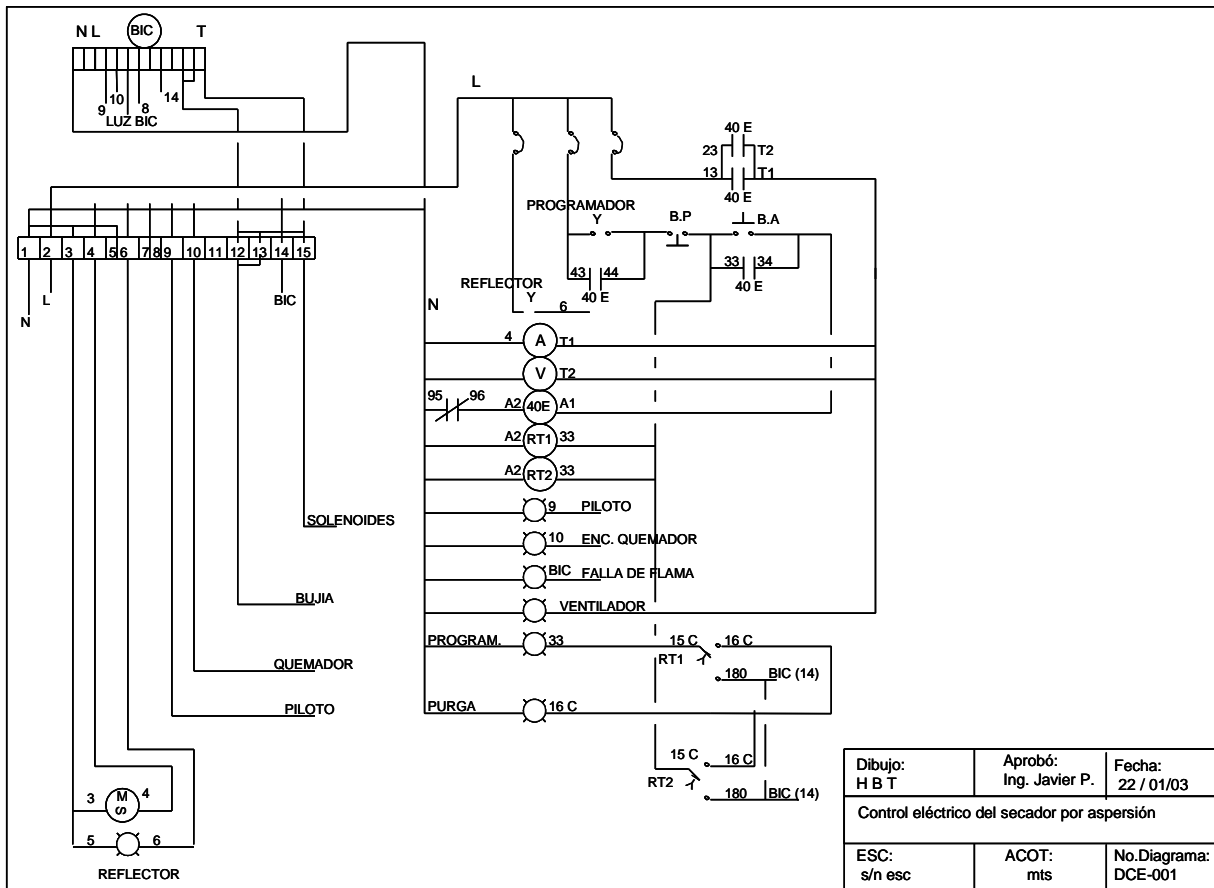
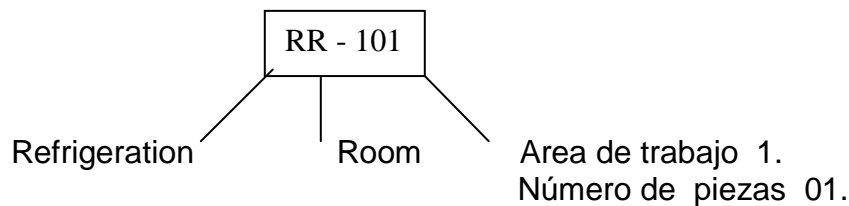


Figura no. 3.2 Diagrama de control eléctrico del funcionamiento del equipo de secador por aspersión.

Una vez obtenidos los diagramas físicos, unifilares y de instrumentación de las instalaciones generales, se enlista cada uno de los equipos, instrumentos y maquinaria obtenidos por el levantamiento de los diagramas realizados.

Dentro de las normas ISA/ANSI (Instrument Society of America) de la Sociedad Americana de instrumentos (E.U.) y las DIN (alemanas), se manejan letras y números para formar códigos, que distinguen cada uno de los equipos e instrumentos, estas normas son interpretadas a nivel internacional y están compuestas de la siguiente forma: se tomará como ejemplo: “cámara de refrigeración”. La parte superior muestra un código formado por letras mayúsculas, simplificando su significado en inglés, junto con una serie de letras y números compuestos. Las primeras consonantes indican el equipo o instrumento y los

números restantes indican el área de ubicación y la cantidad de piezas similares, por ejemplo:



“Cámara de refrigeración ubicada en el área 1”

De este listado se realiza la elaboración de fichas técnicas la cual incluye los siguientes datos importantes para la empresa:

- a) La fecha de revisión del equipo / emisión.
- b) Descripción del equipo (modelo, marca, proveedor, número de serie, año de fabricación).
- c) Especificaciones técnicas (voltaje, amperaje, potencia, capacidad, consumo en kw, etc.).
- d) Fecha de adquisición.
- e) Frecuencia de mantenimiento y proveedor que lo proporciona.
- f) Lista de stock de refacciones (especificaciones técnicas, cantidades, proveedores, etc.)

Estas fichas recopiladas formarán un inventario completo de equipos e instrumentos, con ayuda de una codificación estándar reconocida, se podrán identificar y ubicar de una forma más práctica, la división de la planta esta integrada en tres áreas de trabajo las cuales son:

- 1.- Almacén de materia prima y cámara de refrigeración.
- 2.- Área de Proceso.
- 3.- Área de Secado Spray.

Los equipos de trabajo integrados con instrumentos de control y medición deberán contar con cada una de las fichas de datos de los componentes que lo

integran, utilizaremos el ejemplo de la cámara de refrigeración compuesta por los siguientes equipos y maquinaria:

- a) Termómetros.
- b) Controlador de tiempo.
- c) Manómetros.
- d) Motor de difusor.
- e) Difusor o serpentín.
- f) Lámparas a prueba de explosión.

Por lo tanto se deberá tener una ficha técnica en particular, por cada uno de los equipos que la integran y respectivamente con toda la información requerida. De este inventario en general se obtienen cuarenta y dos fichas técnicas, de las cuales se dividen por sus características en tres grandes grupos como son: equipos de proceso, instrumentos e instalaciones generales.

Con la tabla no. 3.5. Se realiza un levantamiento de cada uno de los equipos, instrumentos y herramientas donde se vacían las características técnicas y físicas de cada uno de los componentes que los integran, con este formato, se obtuvieron al realizar las fichas técnicas cuarenta y dos en donde los datos más importantes de cada uno de estos se encuentran, cualquier consulta de primera mano en caso de emergencia o por mantenimiento preventivo que se realice, así mismos se podrá consultar y tomar acciones en un tiempo de respuesta reducido. Esta ficha se tendrá que actualizar las veces que sean necesarias, ya sea cuando se realice un servicio o alguna modificación importante a los equipos, maquinarias y herramientas en general. El en las tablas no. 3.6 y 3.7., Deben registrarse los equipos, máquinas y herramientas que se obtuvieron del levantamiento realizado con ayuda de las fichas técnicas, comenzando por apuntar el nombre del equipo o herramienta esto en la primer columna, se apunta el código identificador en la tercer columna y el área de ubicación en la cuarta, así como la prioridad de atención en un servicio.

TABLA NO. 3.5 Formato para elaborar una ficha técnica.

DIVISIÓN SABORES

FICHA TECNICA DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS E INSTALACIONES

MAQUINARIA O EQUIPO: _____ MARCA: _____ MODELO: _____ SERIE: _____ FABRICANTE O DISTRIBUIDOR: _____	CODIGO DE IDENTIFICACIÓN: _____ FECHA DE INSTALACIÓN: _____ FECHA DE REVISIÓN: _____ LOCALIZACIÓN: _____ COSTO: _____						
MOTORES O MAQUINAS ROTATIVAS.							
MARCA	HP	VOLTS	AMPERAJE	FASES	ARMAZON	BALEROS	RPM
INSTRUMENTOS DE MEDICION Y CONTROL							
ARRANCADORES Y TABLEROS				INSTRUMENTOS			
MARCA	NEMA	ELEM.	VOLTAJE	RANGO	PROX. CALIBRACION	VOLTAJE	MARCA
STOCK DE REFACCIONES							
DESCRIPCIÓN DE REFACCION	MODELO	MARCA Y PROVEEDOR					
SERVICIOS EXTERNOS							
DESCRIPCION DEL SERVICIO	PERSONAL	OBSERVACIONES					
INFORMACION ADICIONAL							
CONCEPTO	SI	NO	OBSERVACIONES				
Manuales de operación							
Ficha tecnica del fabricante							
Diagramas o planos							
Garantía/ contrato de mantto.							
Proveedor alterno							
Requiere registro ante STPS							
Requiere licencia de operación							
TOMA DE LECTURAS							
CONCEPTO	SI	NO	OBSERVACIONES				

TABLA NO. 3.6 inventario de equipos e instrumentos.

**MCCORMICK PESA S.A. DE C.V.
INVENTARIO DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS, HERRAMIENTAS
E INSTALACIONES.
DIVISION SABORES**

NO.	CONCEPTO	CODIGO	AREA	PZAS.	PRIORIDAD * DE SERVICIO
EQUIPOS					
1	Cámara de refrigeración del área 1	RR-101	1	1	1
2	Motor de la camara de refrigeración	RRM-101	1	1	1
	Equipo de camara de refrigeración	RRE-101			
3	Compresor	RRC-102	1	1	1
4	Motor de ventilador	RRCM-102	1	1	1
5	Agitador no. 1 (nuevo)	A-201	2	1	3
6	Agitador no. 2	A-202	2	1	3
7	Agitador no. 3	A-203	2	1	3
8	Agitador no. 4 (Tool-handler)	A-204	2	1	3
9	Motor del agitador del No. 1 (nuevo)	AM-201	2	1	2
10	Motor del agitador del No. 2	AM-202	2	1	2
11	Motor del agitador del No. 3	AM-203	2	1	2
12	Motor del agitador del No. 4	AM-204	2	1	2
13	Soporte Tool-Handler para agitador	SAM-201	2	1	2
14	Motor de la bomba No. 1	PM-01	2	1	1
15	Motor de la bomba No. 2 (nuevo)	PM-02	2	1	1
16	Motor de la bomba de vacío No. 3	PM-03	2	1	1
17	Tanque 1 del área 2	T-201	2	1	2
18	Tanque 2 del área 2	T-202	2	1	2
19	Tanque 3 del área 2	T-203	2	1	2
20	Tanque 4 del área 2	T-204	2	1	2
21	Tanque 5 del área 2	T-205	2	1	2
22	Tanque 6 del área 2	T-206	2	1	2
23	Tanque 7 del área 2	T-207	2	1	2
24	Tanque 8 del área 2	T-208	2	1	2
	Secador por aspersion del ára 3	DA-301			
25	Motor del secador del área 3	DAM-301	3	1	1
26	Compresor del secador del área 3	C-301	3	1	1
27	Motor del compresor del área 3	CM-301	3	1	1
28	Filtros de aire	AF-301	3	1	1
29	Reactor del área 3	R-301	3	1	1
30	Quemador de gas c/parrilla	Q-301	3	1	1

INSTRUMENTOS

	Equipo cámara de refrigeración	RRE-101			
31	Timer	KIC-101	1	1	1
32	Controlador de temperatura	TIC-101	1	1	1
33	Báscula plataforma 300 kg.	WI-201	2	1	1
34	Balanza 5 kg.	WI-202	2	1	1
35	Balanza 3 kg.	WI-203	2	1	1
36	Balanza 250 kg. Portátil	WI-204	2	1	1
	Secador de aspersion del área 3	DA-301			
37	Control de flama	BIC-301	3	1	1
38	Detector de flama	BE-301	3	1	1
	Reactor del área 3	R-301			
39	Válvula de releva PSV	PSV-301	3	1	2
40	Termómetro	TI-101	3	1	2
41	Manómetro	PI-101	3	1	2

42	HERRAMIENTAS				
	Montacargas ligero	HT-101	1	1	2
	Patín hidráulico p/tarimas	HT-401	3	1	2
	Patín tipo toro	HT-201	2	1	2
	Patín tipo gallina	HT-202	2	1	2
	Carro transportador de carga color rojo	HT-203	2	1	2
	Carro transportador para materiales	HT-204	2	1	2

Consultar la pagina no. 124.

TABLA NO. 3.7 inventario de instalaciones en general.

**MCCORMICK PESA S.A. DE C.V.
INVENTARIO DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS, HERRAMIENTAS
E INSTALACIONES.
DIVISION SABORES**

NO.	CONCEPTO	CODIGO	AREA	PZAS.	PRIORIDAD * DE SERVICIO
INSTALACIONES					
43	INSTALACIONES ELECTRICAS				1
	Cámara de refrigeracion	s/n		1	
	Almacén área no. 1	s/n		1	
	Área de proceso área no. 2	s/n		1	
	Área de proceso área no. 3 (alumbrado)	s/n		1	
	Área de proceso área no. 3 (contactos)	s/n		1	
	Tableros de distribución	TBIEF-001	3	3	
	Banco de capacitores	BCIEF-001	1	3	
	Transformador de 4300 kva	TIEF-001	1	3	
	Arrancador nema 1	AIEF-001	3	3	
	Extractor de aire de área 2	IEF-001	2	1	
	Extractor de aire de área 3	IEF-002	3	1	
	Extractor de aire de área 1	IEF-003	1	1	
	Planta de emergencia	PEIEF-001	3	1	
	Sistema de tierras	s/n	1,2,3, C.R	1	
44	INSTALACIONES HIDRAULICAS				2
	Instalación hidráulica área no. 2	s/n	2	2	
	Instalación hidráulica área no. 3	s/n	3	2	
	Tinacos y cisterna	s/n	3	1	
	Filtros de agua	s/n	2	2	
	Regadera de emergencia	s/n	2	2	
45	INSTALACIÓN DE GAS LP				1
	Tanque de gas lp de 300 lts.	s/n	2	1	
	Calentador de paso de 50 lts p/ min.	s/n	2	1	
	Instalación da gas lp	s/n	2	1	
46	IMPERMEABILIZACION				2
	Canalones	s/n	1,2,3,C.R.	4	
	Bajadas pluviales	s/n	1,2,3,C.R.	8	
	Superficie de techumbre de 500 m2	s/n	1,2,3,C.R.	1	
47	PINTURA				3
	Muros interiores y extriores	s/n	1,2,3,C.R.	3	
	Pisos	s/n	1,2,3,C.R.	3	
	Techumbres	s/n	1,2,3,C.R.	3	
	Puertas y ventanas	s/n	1,2,3,C.R.	8	
	Delimitación de áreas	s/n	1,2,3,C.R.	3	
	Instalaciones de tuberías de servicios en gral.	s/n	1,2,3,C.R.	15	
48	HERRERIA				3
	Puertas de entrada principal y camaras	s/n	1,2,3,C.R.	8	
	Ventanas y filtros de aire	s/n	1,2,3,C.R.	8	
	Protecciones y racks	s/n	1,2,3,C.R.	3	
	Rampas mecánicas	s/n	1,2,3,C.R.	1	
	Tambos de basura	s/n	1,2,3,C.R.	10	
49	EQUIPO CONTRA INCENDIO				1
	Recarga de extintores	s/n	1,2,3,C.R.	10	
	Equipo de respiracion autonomo	s/n	1,2,3,C.R.	1	
	Equipo de bomberos	s/n	1,2,3,C.R.	4	
	Motobomba de combustión gasolina	MCG-001	1,2,3,C.R.	1	
	Motobomba eléctrica de 20 HP	MEF-001	1,2,3,C.R.	1	
	Motobomba eléctrica de 3 HP	MEF-002	1,2,3,C.R.	1	
	Hidrantes	s/n	1,2,3,C.R.	4	
50	SEÑALIZACIONES	s/n	1,2,3,C.R.	30	3
51	INSTALACION DE DRENAJE PRINCIPAL	s/n	1,2,3,C.R.	3	2
52	ALMACEN TEMPORAL DE RESIDUOS PELIGROSOS	s/n	1,2,3,C.R.	1	1
53	TRAMPAS PARA DESRATIZACION	s/n	1,2,3,C.R.	10	1

* Consultar la pagina no. 124.

De estas cuatro clasificaciones se pueden organizar, identificar y atender a cada uno de los equipos con respecto al ciclo de vida de cada una de sus partes, la finalidad de manejar este banco de información es aumentar aún más su eficiencia o productividad, cada equipo contiene componentes importantes, los cuales pueden ser reemplazados por nuevos o en su caso ajustarlos y lubricarlos para atrasar su desgaste. Manejar este tipo de inventario debe facilitar la ubicación, prioridad de mantenimiento y manejo de stock de refacciones, para poder obtener resultados en la aplicación de mantenimiento lo más rápido y eficiente en el servicio otorgado por parte del departamento. Pero para aumentar la eficiencia de este servicio el personal de mantenimiento deberá contar con ciertos conocimientos prácticos y teóricos basados en manuales de procedimientos, para los cuales deberán ser elaborados por el personal del departamento con la finalidad de transmitir de una manera más practica las experiencias adquiridas durante la realización de los trabajos, estos pueden estar documentados para ser uso de los mismos si se presentan situaciones o problemas semejantes, donde cualquier persona de mantenimiento o técnicos especializados deberán atender en el departamento.

3.5 MANUALES DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS E INSTALACIONES

Para esto se deben realizar en los equipos similares métodos de procedimiento de mantenimiento los cuales deberán contener el despiece completo de cada uno de los equipos, obteniendo así lo siguiente: diagramas de control, lista de accesorios extraordinarios, materiales y equipos a utilizar para la realización de pruebas y rutinas de mantenimiento preventivo con la finalidad de verificar su óptimo funcionamiento cada vez que sea necesario. Estos procedimientos deberán llevar los siguientes elementos para su localización, realización y programación:

- Código.
- Descripción del equipo.
- Lista de Herramienta.
- Lista de refacciones.
- Procedimiento de mantenimiento.
- Pruebas de buen funcionamiento.

3.5.1 MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS REFRIGERANTES

CODIGO: RRE-101

NOMBRE DEL EQUIPO: EQUIPO DE REFRIGERACIÓN

MARCA: UNIDAD CONDENSADORA FRIGUS BOHN

MODELO : JHD-201-D7

Objetivo: El siguiente manual servirá para verificar el mantenimiento preventivo de los equipos que integran la unidad de refrigeración, para obtener las temperaturas adecuadas dentro de la cámara de refrigeración. los puntos a revisar son los siguientes:

- Revisión general y limpieza.
- Ajustes de presión del gas refrigerante.
- Calibración y exactitud de los instrumentos de medición (temperatura y tiempo).

Materiales y equipo a utilizar:

- Multímetro digital.
- Juego de manómetros.
- Pinzas de electricista, punta, etc.
- Desarmadores plano y de cruz.
- Perico y juego de llaves españolas.
- Brocha.
- Dieléctrico y deshumectante.
- Gas freón R22.
- Equipo de soldadura de gas lp.
- Equipo para corte de tubería.

Desarrollo:

- 1.- Asegurarse de desenergizar el equipo, colocar la tarjeta de trabajo y candado de seguridad.
- 2.- Cierre válvulas de gas refrigerante, para evitar fugas del mismo y poner en riesgo de fuego o explosión al equipo y al personal, nunca utilice oxígeno o aire seco.

- 3.- Realice una prueba de detección de fugas en el sistema completo mediante: una prueba de presión con nitrógeno seco, una mezcla de nitrógeno y el refrigerante a utilizar en el sistema, una prueba de vacío con helio y/o una prueba de vacío profundo.
- 4.- Con la ayuda de los manómetros, se deben conectar para realizar una prueba la cual debe ser lo suficientemente larga para asegurar la ausencia de cualquier fuga en el sistema.
- 5.- La presión de esta prueba del lado de baja presión no debe exceder los 25 bars.
- 6.- Para recomendaciones sobre pruebas de presión del lado de alta, favor de ver las guías de aplicación que se encuentran en la placa de datos.
- 7.- Cuando el compresor esté equipado con válvulas de cierre de succión y descarga, dichas válvulas deben permanecer cerradas mientras se realiza la prueba de fuga.
- 8.- Cuando se descubra una fuga, proceda con los pasos de reparación y repita el proceso de detección de fugas.
- 9.- Cuando se seleccione una prueba de detección de fugas de vacío profundo, observe lo siguiente:
 - a) El nivel a alcanzar es 500 um Hg, espere 30 minutos.
 - b) Si la presión se incrementa rápidamente, el sistema no se encuentra hermético. Localice y repare las fugas. Reinicie el procedimiento de vacío, seguido por los pasos 1,2.
 - c) Si la presión se incrementa lentamente, el sistema contiene humedad en él. rompa el vacío, seguido por los pasos 1,2.
 - d) Conecte el compresor al sistema abriendo las válvulas.
 - e) Repita el procedimiento de vacío, seguido por los pasos 1,2.
 - f) Rompa el vacío con gas nitrógeno.
 - g) Repita el procedimiento de vacío, pasos 1,2; un vacío de 500 um Hg (0.67 mbar) debe ser alcanzado y mantenido por 4 horas. La presión será medida en el sistema de refrigeración, no en el indicador de la bomba de vacío.

10.- Si el equipo mantiene la presión constante, indica que no existen fugas en sistema por lo tanto se aplicará limpieza, engrase y gas freón en caso de que lo necesite. Los compresores, no necesitan algún procedimiento especial de mantenimiento, pero se recomienda realizar los siguientes puntos de mantenimiento preventivo a intervalos de tiempo regulares.

- a) Controle las condiciones de operación (temperatura de evaporación, condensación, descarga del compresor, diferencia de temperatura en los intercambiadores de calor, sobrecalentamiento, subenfriamiento). Estas condiciones debe siempre permanecer dentro de los límites de operación del compresor.
- b) Verifique que los dispositivos de seguridad sean operacionales y que estén bien colocados.
- c) Verifique el nivel y la calidad del aceite del compresor; este paso puede incluir una prueba de ácido, humedad y un análisis con espectrómetro, etc. Cada vez que el aceite se vuelva descolorido.
- d) Asegúrese que el circuito no tenga fugas, asegurar la adecuada operación de los intercambiadores de calor y de ser necesario, límpielos.
- e) Verifique que todas las conexiones eléctricas estén bien aseguradas y fijas.
- f) Asegúrese que el compresor esté limpio y funcionando en correcto orden, verifique la ausencia de óxido en el casco del compresor, la tubería y las conexiones eléctricas.
- g) Asegurar que la carga de refrigerante sea la adecuada para operaciones tanto de verano como de invierno.
- h) Asegurar que las inspecciones periódicas de servicio requeridas por las regulaciones locales se lleven a cabo.

11.- Después de aplicar mantenimiento al sistema se deberá cerrar la unidad y abrir las válvulas de paso a los serpentines del sistema de refrigeración.

12.- Retirar los candados de seguridad y energizar el equipo, con el amperímetro de gancho colocar y medir la lectura de amperaje en cada una de sus líneas.

13.- Calibrar el tiempo de paro y arranque del equipo de refrigeración.

Las soluciones de los problemas más frecuentes en estos equipos son:

1.- Falla del compresor al arrancar:

- a) Verificar que el compresor esté conectado a la fuente de energía.
- b) Verificar las conexiones a energía estén en buenas condiciones.
- c) Revisar el devanado del motor con un óhmmetro.

2.-Falla del compresor para aumentar la presión:

- a) Verificar que las válvulas bypass en el sistema, no hayan sido abiertas.
- b) También verifique que todas las válvulas solenoides estén en su posición.

3.- Ruido Anormal:

- a) Asegurar la ausencia de cualquier líquido que retorne al compresor.
- b) Medir el sobrecalentamiento del gas de retorno.
- c) La succión debe estar por lo menos 10kp. En su operación.

4.-Baja carga de refrigerante:

- a) Verificar por la mirilla el nivel del líquido.

5.- Ciclo bajo del compresor:

- a) El número de ciclos del compresor nunca debe exceder 12 arranques por hora.
- b) Falta de aceite refrigerante en el compresor.
- c) Calibración errónea del timer. De arranque y paro.

3.5.2 MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS DE INSTRUMENTACION

CODIGO: **WI-201**

NOMBRE DEL EQUIPO: **BASCULA DE 300 KG**

MARCA: **METTLER TOLEDO**

MODELO :**KC300**

Objetivo: El siguiente manual servirá para verificar el mantenimiento preventivo de los instrumentos de pesaje, llevado acabo por un proveedor certificado, ante PROFECO (Procuraduría Federal del Consumidor) los puntos a revisar son los siguientes:

- Revisión general y limpieza.
- Ajustes de linealidad.
- Calibración y exactitud.

Desarrollo:

- 1.- Verificar las fechas en las placas de servicio de mantenimiento preventivo calibración cada seis meses con el fin de solicitar el servicio.
- 2.- Solicitar el servicio a la empresa METTLER TOLEDO S.A. de C.V., para que brinde el servicio de los dos trabajos, la cual es responsable y otorgará al final de los trabajos una constancia de los mismos, con el fin de poder respaldar ante cualquier auditoria los trabajos de pesaje dentro del área de sabores.
- 3.- El trabajo comienza con el retiro de los rodillos para su limpieza con agua y jabón a presión, se dejan escurrir y posteriormente se lubricarán.
- 4.- Se quitan los tornillos que sujetan los dos ángulos de los extremos para su limpieza.
- 5.- Se levanta la tapa metálica quitando los seguros que se encuentran a los costados para poder levantarla, con precaución se retira para su limpieza con

- agua y jabón a presión.
- 6.- Con mucho cuidado se retira la caja negra en donde se encuentra el **WI** (indicador de peso), para colocarse a un lado de la fosa, tomando en consideración el alcance del cable de señal, para comenzar a trabajar en los programas de mantenimiento.
 - 7.- Se limpia la armadura completa de la caja negra con aire comprimido y alcohol etílico para retirar polvos, líquidos, suciedad en general, manteniendo siempre la limpieza de este equipo.
 - 8.- Se revisará y limpiará, el nivel que se encuentra a un costado del equipo así como todo el soporte, siguiendo la misma forma con aire comprimido y alcohol.
 - 9.- También lo que se tiene que limpiar es la fosa; no debe contener basura o líquidos derramados ya que podrían, con la humedad oxidar el equipo.
 - 10.- Se ensambla la báscula, una vez que estén completamente limpias las piezas, revisar la figura no. 12 de ensamble.
 - 11.- Solicitar al personal de METTLER TOLEDO, el cambio de placas donde se encuentra la nueva fecha para el próximo mantenimiento al equipo.

Despiece de las partes de la báscula

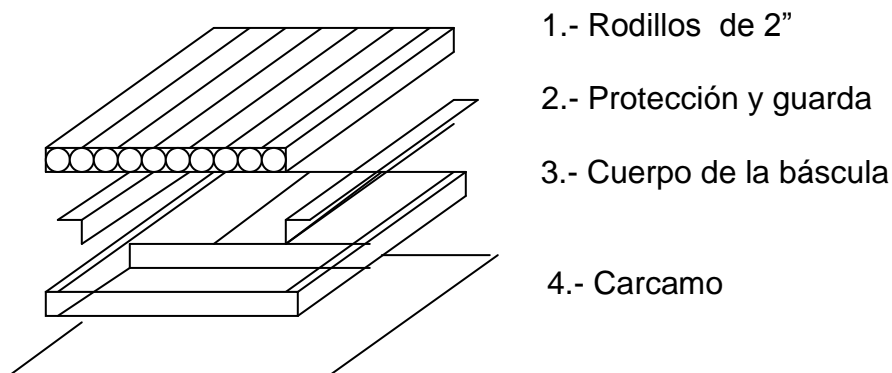


Figura no. 3.3 Muestra cada una de las partes que integran la báscula

Recomendaciones para el manejo de la báscula de 300 kg.

- 1.- Evite no derramar soluciones líquidas sobre la báscula, manténela siempre seca ya que de lo contrario pueden dañarse los circuitos internos de la misma.
- 2.- Cuando se realice limpieza general de la planta siga los siguientes puntos:
 - a) Apagar la báscula antes de comenzar el trabajo.
 - b) Evite que se inunde el nicho de la báscula y que se dañe como en el punto anterior.
 - c) Verificar y secar de inmediato el nicho y la báscula.
 - d) Prenda nuevamente la báscula, aplique un peso cualquiera y verifique que regrese marcando 000.000 en el display.
- 3.- No deje caer objetos de golpe sobre la plataforma de la báscula porque puede descalibrarse.
- 4.- Coloque y retire con cuidado los materiales a pesar ya que podría dañarse la báscula.
- 5.- Reporte de inmediato cualquier falla del equipo con su supervisor, así como el uso de la misma por el personal ajeno a las instalaciones.

Cuide el equipo de trabajo y siga estas recomendaciones sencillas que debe de hacer para su propio beneficio, este mensaje final lo debe de entender cada uno de los integrantes del equipo de producción o en su caso el encargado de estos equipos.

No es necesario que en todos los equipos se tengan recomendaciones de manejo. Este procedimiento por su importancia es para utilizar la báscula adecuadamente y solo el personal de producción lo puede realizar, no sin antes tomar las medidas necesarias para cuidar el equipo, la mayoría de las descomposturas de estas básculas se deben a un mal manejo de la misma, ya sea por un golpe, sobrecarga fuera de su rango, desconexión y reseteo de la misma, etc. Implica un gasto el cual se puede evitar y destinar los costos que pueden surgir por un mal manejo en, mantenimiento y calibración.

3.5.3 MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS ROTATIVOS.

CODIGO: RRM-101

NOMBRE DEL EQUIPO: MOTOR DEL VENTILADOR DE LA CAMARA DE REFRIGERACION DE 1 HP.

MARCA: BALDOR

MODELO : BMA-130 BA

Objetivo: El auxiliar de mantenimiento deberá mantener los equipos rotativos eléctricos (Motores) en buenas condiciones, detectar oportunamente el consumo excesivo de corriente con respecto al dato de placa. El siguiente manual servirá para realizar el mantenimiento preventivo de los equipos rotativos (motores, agitadores, etc), llevado acabo por un proveedor o en su caso por el personal de mantenimiento el cual deberá revisar los siguientes puntos:

- Revisión general y limpieza.
- Ajustes de baleros y flecha.
- Consumo de corriente.

Materiales y equipos a utilizar:

- Extractor de poleas.
- Juego de llaves españolas o dados.
- Pinzas de electricista, punta.
- Desarmador plano y cruz.
- Juego de llaves allen.
- Cepillo de plástico.
- Lima.
- Amperímetro de gancho.
- Cojinetes o carbones.
- Baleros.
- Multímetro digital.
- Brocha o cepillo.
- Lija, dieléctrico y deshumectante.
- Grasa

Desarrollo:

- 1.- Desenergizar el equipo eléctrico y colocar tarjetas de seguridad con candado en el arrancador o fuente de energía.
- 2.- Identificar y desconectar las terminales de los devanados del motor con el fin de conectar nuevamente cada una de sus puntas.
- 3.- Marcar y quitar las guardas, bandas para retirar la polea del motor, siempre identificando las tapas para que cuando se arme correspondan su tornillería con los barrenos de la carcasa.
- 4.- Retirar los elementos donde se acople el motor con una máquina o equipo.
- 5.- Retirar la flecha con el rotor del motor dejando solo el cuerpo o carcasa con los devanados.
- 6.- Con un cepillo se deberán lavar los devanados con dieléctrico, lo más rápido posible, no utilizar este producto de forma abundante ya que puede reducir la capa del barniz de los devanados y reducir la resistencia dieléctrica.
- 7.- Lavar con el mismo cepillo el rotor y las tapas del motor para retirar polvo y grasa acumulados durante la operación de este mismo .
- 8.- Con una lija retirar el óxido del rotor y los núcleos de láminas de los devanados. Para aumentar el campo magnético.
- 9.- Colocar en un lugar ventilado las partes del motor para que puedan secarse.
- 10.- Aplicar una capa de barniz en los devanados del motor para aumentar su campo magnético.
- 11.- Retirar y colocar baleros nuevos para evitar que el rotor friccioné con los devanados.
- 12.- Montar el rotor en la carcasa y colocar los devanados para comenzar a armar nuevamente el motor con la colocación de tapas, poleas y ventilador.

3.5.4 MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMAS ELECTRICOS.

Objetivo: El personal de mantenimiento tendrá como obligación revisar el estado en que se encuentran las instalaciones y equipos eléctricos en general, con el fin de poder programar su mantenimiento preventivo o correctivo, de acuerdo a las necesidades de la empresa. El llevar adecuadamente un programa de mantenimiento trae importantes beneficios, contando entre los principales:

- Incremento de la vida útil de los equipos, instalaciones y cuartos de máquinas utilizados en la planta.
- Programar periódicamente el gasto de mantenimiento.
- Minimizar el riesgo de paros imprevistos, con el consecuente de gasto excesivo por reparación de emergencia y falta de producción.
- Dar un servicio de calidad al personal, brindando los niveles de confort adecuados en la iluminación, aire acondicionado, así como la conservación de los productos debidamente preparados y refrigerados y preparados.
- Mantener al máximo la eficiencia de los equipos para dar el servicio adecuado con el mínimo consumo necesario de cualquier fuente de energía eléctrica. Esto es de vital importancia, si se consideran los costos de los energéticos.

Un programa de mantenimiento ayudará a realizar las actividades de manera rutinaria y programada. La frecuencia en que se deben realizar las tareas, dependerán de su importancia y del tiempo en que lo demanden los equipos. Este manual está enfocado a los principales equipos, instalaciones y cuartos de máquinas, por su frecuencia se ha dividido en rutinas diarias, semanales y un programa de servicio anual con la frecuencia indicada en un calendario de servicio.

Cada uno de estos trabajos se incluyen en el programa de mantenimiento y será supervisado por el encargado del departamento cuando se realiza un trabajo, con el

objeto de tener un récord histórico del equipo, los resultados se deben registrar en la tabla no.3.8, así como también los principales eventos en los equipos, en algunos casos reglamentarios. Por eso es recomendable llevar una bitácora en las siguientes áreas:

- Subestación eléctrica, transformadores y centros de control de motores.
- Cuartos de máquinas y bombas (hidroneumático, red contra incendio).
- Sistemas de tierras y pararrayos.
- Equipos de refrigeración y aire acondicionado.
- Motores eléctricos.
- Planta de emergencia.

Las instalaciones eléctricas constituyen una de las principales herramientas para la realización de diversas actividades en diferentes áreas de trabajo como ejemplo: administrativas, operativas, mantenimiento, sistemas y monitoreo (calidad). Los equipos que deberán ser revisados periódicamente, así como llevar un procedimiento completo para realizar su inspección y mantenimiento para largar su vida útil serán los siguientes:

a) Subestación eléctrica:

- Para realizar el servicio de mantenimiento anual a la subestación principal y las derivadas, se deberá tramitar el permiso de librasa de energía eléctrica ante la dependencia gubernamental correspondiente.
- Desconexión y aterrizaje de las terminales del transformador principal y derivados antes de iniciar el servicio.
- Bajar interruptores de los bancos de capacitares conectados.
- Colocación de candados y avisos de personal trabajando.
- Limpieza general del área y equipos.
- Reapretar todas las terminales a los tableros y barras de baja y alta tensión.
- Arreglar y limpiar todos los cables sueltos en las secciones de la subestación.

- Tomar lecturas con el meger para medir la resistencia en el sistema de tierras y los aislamientos en los conductores.
- Revisar equipos de medición.
- Revisar canalizaciones en general (colocar tapas, conectores y tornillería en general).
- Fijar adecuadamente las canalizaciones.
- Aplicación de pintura al equipo.
- Cerrar por completo el equipo retirar avisos y conexiones provisionales a tierra
- Cerrar las cuchillas de la subestación una a la vez, utilizando el equipo de protección personal adecuado.
- Puesta en marcha y toma de lecturas.

b) Transformadores:

- Realizar el servicio de mantenimiento anual a los transformadores principal y los derivados, se deberá avisar con anticipación a las áreas afectadas.
- Desconexión de cuchillas y aterrizaje de los devanados primario y secundario.
- Limpieza general del equipo.
- Reapretar terminales del interruptor principal de baja y alta tensión.
- Arreglo y limpieza de cables sueltos de conexiones en el equipo.
- Toma de lecturas de resistencia óhmica y de continuidad en los conductores.
- Revisión de equipos de medición.
- Revisar sujeción de canalizaciones en general (colocar tapas, conectores y tornillería) de manera adecuada.
- Verificar la rigidez dieléctrica del aceite del transformador.
- Aplicación de pintura al equipo.
- Cierre del equipo retiro de cables a tierra y tarjetas de seguridad.
- Puesta en marcha y toma de lecturas.

c) Centros de control de motores y tableros en general.

- Realizar el servicio de mantenimiento anual a los centros de control de motores y tableros de distribución. Se deberá avisar con anticipación a las áreas afectadas.
- Desconexión de la carga conectada en su totalidad.
- Abrir el interruptor principal del centro de control o tablero de distribución, se coloca una tarjeta y candado de seguridad.
- Reapriete de conexiones y terminales.
- Arreglar y limpiar los cables en el interior de los equipos.
- Limpieza general en el interior del equipo con líquidos dieléctricos y deshumectantes para evitar cortos en las terminales que llegarán a quedar energizadas, verificando que no se toquen.
- Limpieza general en el exterior del equipo con un paño suave, agua y jabón (desengrasante).
- Revisar la sujeción de las canalizaciones y tuberías en general.
- Revisar y cambiar piezas en los arrancadores y tableros como:
 - a) dispositivos de control (botoneras, selectores).
 - b) dispositivos de fuerza (interruptores termomagnéticos, arrancadores, contactores, relevadores, protecciones térmicas).
 - c) dispositivos de indicación e instrumentación (lámparas, termómetros, presostatos, temporizadores, voltímetros amperímetros).
- Cerrar los equipos y retirar las tarjetas de seguridad y candados.
- Puesta en marcha o energizado de tableros.
- Revisar y tomar lecturas de voltaje y amperaje a los equipos conectados a plena carga para verificar el balanceo de las mismas en los tableros y evitar con esto calentamientos en las líneas principales.
- Identificación de circuitos y revisar chapas a los tableros.

d) Equipo de control de las bombas del sistema hidroneumático

- Realizar el servicio de mantenimiento semestral a los tableros de control de motores de los equipos auxiliares. Se deberá avisar con anticipación a las áreas afectadas.
- Desenergizar los tableros de control, colocar candados y tarjetas de seguridad.
- Reapriete de las conexiones en los tableros eléctricos, arrancadores e instrumentos de control.
- Calibrar las protecciones de tableros, interruptores de presión nivel y temperatura.
- Limpieza de los tableros de control de los equipos con líquidos dieléctricos deshumectantes sin tocar las partes energizadas.
- Cerrar los tableros de control, retirar candados y tarjetas de seguridad.
- Puesta en marcha de los equipos y tomar lecturas de voltaje y corriente a plena carga de todos los motores conectados.
- Revisar y tomar lecturas de presiones de los manómetros montados en las tuberías y tanques de almacenamiento del sistema hidroneumático.
- Revisar y limpiar flotadores o electroniveles de la cisterna y tinacos.
- Aplicación de pintura a las instalaciones y equipos.
- Identificación de equipos y flujos sobre las tuberías en general.

e) Protección de pararrayos en azotea y sistema de tierras

- Realizar el servicio de mantenimiento anual a los pozos y varillas de pararrayos y sistemas de tierra.
- Revisar físicamente que las conexiones de los equipos a los cables desnudos del sistema de tierras y pararrayos se encuentren apretados.
- Revisar físicamente el mástil, la corona y las puntas de los sistemas pararrayos así como sus conexiones de lo contrario reponer las mismas.
- Tomar lecturas con el meger para revisar el estado actual de la resistencia del

sistema de tierras y pararrayos.

- Se recomienda revisar estos sistemas en los días soleados porque los pozos preparos se encontraran sin humedad y la resistencia en sistemas de tierras deberá medir de 5 a 10 ohms y en los pararrayos será de 15 a 25 ohms.

f) Equipos de refrigeración

- Realizar el servicio de mantenimiento anual a los equipos generales de refrigeración (motores eléctricos, compresores, tanques de depósitos, difusores y serpentines de los equipos).
- Verificar el funcionamiento del compresor.
- Reapretar conexiones en los tableros, arrancadores e instrumentos de control
- Calibrar las protecciones por calentamientos, sobre corrientes, temperatura alta y baja presión del gas refrigerante y aceite.
- Tomar lecturas de voltaje y corriente en motores eléctricos.
- Revisar el funcionamiento de los motores eléctricos en los difusores.
- Revisar el funcionamiento de la bomba eléctrica para el aceite del compresor.
- Revisar y purgar los depósitos y las tuberías del sistema, para evitar humedad en el mismos.
- Cambio de filtros, piedras sílicas y aceites lubricantes.
- Limpieza y peinado de los serpentines de enfriamiento de aceite.
- Limpieza y peinado de los serpentines de los difusores.

g) Equipos de aire acondicionado

- Realizar el servicio de mantenimiento anual a los equipos generales que integran las unidades de aire acondicionado (motores eléctricos, compresores, tanques de depósitos, difusores, serpentines de los equipos y sistema para el deshielo de los serpentines).
- Verificar el funcionamiento del compresor.
- Reapretar conexiones en los tableros, arrancadores e instrumentos de control

- Calibrar las protecciones por calentamientos, sobre corrientes, temperatura alta y baja presión del gas refrigerante y aceite.
- Tomar lecturas de voltaje y corriente en motores eléctricos.
- Revisar el funcionamiento de los motores eléctricos en los difusores.
- Revisar y purgar los depósitos y las tuberías del sistema, para evitar humedad en el mismos.
- Cambio de filtros, piedras sílicas y aceites lubricantes.
- Limpieza y peinado de los serpentines de enfriamiento de aceite.
- Limpieza y peinado de los serpentines de los difusores.

h) Planta de emergencia

- Realizar el servicio de mantenimiento anual a los equipos generales que integran la planta de emergencia (generador eléctrico, tablero de control y sincronización de fases).
- Verificar el funcionamiento del generador eléctrico, simulando una falla eléctrica, dejando aislada la carga eléctrica principal conectada, solo se realizará en vacío, para tomar lecturas durante su funcionamiento.
- Una vez que se puso en operación y se verifico sin carga, la planta se deberá dejar fuera y así como los tableros de control, para reapretar las conexiones, no sin antes se tendrá que colocar los candados de seguridad y señalamientos de trabajo en los tableros y arrancadores.
- Calibrar las protecciones y los instrumentos de control por calentamientos, sobre corrientes, temperatura alta, baja presión de aceite y bajo nivel de combustible.
- Revisar y purgar los depósitos y las tuberías del sistema, para evitar humedad en el mismos.
- Realizado el servicio de limpieza de las terminales, reapriete de conexiones y calibración de los dispositivos de seguridad, se deberán retirar los señalamiento para poner en marcha la planta de emergencia y comparar con las lecturas anteriormente tomadas.
- Registrar en la bitácora del equipo el mantenimiento realizado.

i) Equipo de la red contra incendio

- Realizar el servicio de mantenimiento semestral a los equipos generales que integran la red contra incendio (motobomba de combustión, motobomba eléctrica de fuerza y motobomba eléctrica de compensación)
- Verificar el funcionamiento de las motobombas de agua, simulando un arranque por apertura de hidrante, utilizando la válvula de la purga la cual debe estar conectada esta salida a la cisterna o deposito de almacenamiento, también se tendrá que cerrar la válvula de alimentación principal a la red para no presurizar completamente la misma. Deberán tomarse las lecturas en el consumo de corriente eléctrica en las motobombas eléctricas y verificar que la motobomba de combustión también arranque.
- Una vez que se puso en operación las motobombas y se verifico sin carga el funcionamiento de las mismas se tendrá que dejar fuera y desenergizandos los tableros de control para reapretar conexiones, no sin antes de colocar candados de seguridad y señalamientos de trabajo en los tableros y arrancadores.
- Reapriete de las conexiones en los tableros eléctricos, arrancadores e instrumentos de control.
- Calibrar las protecciones en los tableros y equipos, interruptores de presión, bajo nivel de agua y alta temperatura de aceite.
- Limpieza de los tableros de control de los equipos con líquidos dieléctricos deshumectantes sin tocar las partes energizadas.
- Cerrar los tableros de control, retirar candados y tarjetas de seguridad.
- Puesta en marcha de los equipos y tomar lecturas de voltaje y corriente a plena carga de todos los motores conectados.
- Revisar y tomar lecturas de presiones de los manómetros montados en las tuberías e hidrantes.
- Revisar y limpiar electroniveles de la cisterna.
- Aplicación de pintura a las instalaciones y equipos.
- Identificación de equipos y flujos sobre las tuberías en general.

Este manual tiene como finalidad proporcionar los lineamientos de trabajo, para lograr un óptimo mantenimiento preventivo y rutinario de los principales equipos que lo requieren en la planta, en este caso los sistemas eléctricos son los que ocupan mayor prioridad por su continuo trabajo. Las rutinas de mantenimiento, deben iniciar con un recorrido por los cuartos de máquinas, subestación, centros de control de motores y tableros de distribución, anotando las observaciones de las condiciones de servicio que brindan los equipos.

También deberán tomarse en consideración los equipos de refrigeración, aire acondicionado y cámaras de almacenamiento, registrando y verificando que las temperaturas de conservación y refrigeración sean las adecuadas. Durante el recorrido no deberá pasar por desapercibido la red contra incendio sobre todo verificando que se encuentre presurizada la línea de abastecimiento a los hidrantes, en la cual se tomarán como referencia una presión de 8.00 kg/cm^2 , al igual que la planta de emergencia será necesario revisar su funcionamiento cada semana y reportar al jefe del departamento de mantenimiento para programar si es necesario, el adelantar los trabajos de mantenimiento indicados en el programa cuando un equipo se encuentre en desperfecto o posible falla.

3.5.5 MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMAS MECANICOS Y SERVICIOS GENERALES.

Objetivo: El personal de mantenimiento tendrá como obligación revisar el estado en que se encuentran las instalaciones y equipos de los servicios generales, con el fin de poder programar su mantenimiento preventivo o correctivo, de acuerdo a las necesidades de la empresa. El llevar adecuadamente un programa de mantenimiento trae importantes beneficios, contando entre los principales:

- Incremento de la vida útil de los equipos, instalaciones e inmueble en general.
- Programar periódicamente el gasto de mantenimiento.
- Minimizar el riesgo de paros imprevistos, con el consecuente de gasto excesivo por reparación de emergencia y falta de producción.
- Dar un servicio de calidad al personal, brindando los niveles de confort adecuados en el suministro de agua, gas lp, suministro de aire a presión para limpieza de los equipos y auxiliar en el proceso de secado spray.
- Mantener al máximo la conservación de las instalaciones pisos, techos puertas ventanas, cortinas y muros. Para dar el servicio adecuado.
- Mantener al máximo la eficiencia de los equipos para dar el servicio adecuado con el mínimo consumo necesario de cualquier fuente de energía.
- Es de vital importancia considerar los costos por consumo de los energéticos.

Un programa de mantenimiento ayudará a realizar las actividades de manera rutinaria y programada. La frecuencia en que se deben realizar las tareas, dependerán de su importancia y del tiempo en que lo demanden los equipos. Este manual está enfocado a los principales equipos, instalaciones y cuartos de máquinas, por su frecuencia se ha dividido en rutinas diarias, semanales y un programa de servicio anual con la frecuencia indicada en un calendario de servicio previamente elaborado por el encargado de mantenimiento y presupuestado de tal manera que se cuente con los recursos económicos cuando se requieran .

Los servicios de mantenimiento a los sistemas mecánicos e instalaciones generales son de suma importancia, su utilización en la transformación de las materias primas ocasionan grandes desgastes en cada uno de los componentes de las máquinas e instalaciones de proceso. Todos los días se debe llenar una bitácora, donde se registren los datos más importantes en el comportamiento de los equipos durante el recorrido, archivando esta información por lo menos un año. Las rutinas diarias ayudan a detectar condiciones críticas, que deberán corregirse durante el día o programarlas lo antes posible. Este recorrido lo puede realizar un auxiliar de mantenimiento, supervisado por el jefe del departamento. La tabla no. 3.8, muestra como se deben registrar los datos más importantes durante la rutina diaria.

En el recorrido de la rutina diaria, se deben medir y registrar los niveles de agua en los depósitos (cisterna y tinacos), el tomar el porcentaje del tanque estacionario de gas lp y revisar el adecuado funcionamiento de las instalaciones generales (alumbrado, lectura del agua potable, aire acondicionado y calentador de agua). Con el fin de verificar que se encuentren en optimas condiciones.

En la rutina semanal se revisa el adecuado funcionamiento de otras instalaciones esenciales para la producción como por ejemplo: motores eléctricos, bombas hidráulicas, compresores, aires acondicionados como se menciona en los puntos a revisar, del manual de mantenimiento para equipos eléctricos. También es necesario revisar el estado actual del inmueble (pisos, muros, techos, impermeabilización, cortinas, puertas y ventanas), en algunas industrias alimenticias la limpieza es básica y se preocupan por tener siempre pisos libres de grasas, polvos, etc. Por lo que recurren a la aplicación de pinturas epóxicas o acrílicas con el fin de mantener las áreas de proceso higiénicas.

Dentro de la rutina semanal es importante revisar las instalaciones de seguridad como lo es la red contra incendio y la planta de emergencia con el fin de verificar su adecuado funcionamiento en caso de un siniestro o emergencia, ya que sería trágico, no contar con este sistema. Es importante verificar que en la red contra

incendio, las presiones para el arranque de los equipos estén bien calibradas al igual que las presiones de paro, esta rutina deberá realizarse con el encargado de mantenimiento y de seguridad industrial verificando en todo momento que las presiones en la red deberán, ser:

Presiones de trabajo:

BOMBAS	ARRANQUE (kg/cm ²)	PARO (kg/cm ²)
Eléctrica de 3 HP	6.0	8.0
Eléctrica de 20 HP	4.0	6.0
Combustión 50 HP	2.5	6.0

Nota: La capacidad de HP pueden variar en los motores eléctricos y de combustión de acuerdo al área que se debe cubrir, en cuanto a las presiones de trabajo estas deberán respetarse ya que cada bomba tiene una función especial:

- 1) Motobomba de 3 HP, sirve para recuperar la pérdida de presión en la tubería.
- 2) Motobomba de 20 HP, realiza el trabajo mayor en el disparo de hidrantes.
- 3) Motobomba de 50 HP, entrará por la falta en el suministro de energía eléctrica.

La planta de emergencia deberá ser revisada en cuanto a su funcionamiento de trabajo en forma manual es importante arrancarla por lo menos una vez a la semana para verificar que los sistemas eléctricos de cambio de fases realicen bien su trabajo y genere la energía eléctrica adecuada para el suministro a los equipos y evitar un paro de labores.

En las rutinas mensuales que deberán realizar los encargados del departamento de mantenimiento serán: Limpieza de la azotea, canalones y bajadas pluviales tomando en consideración de que los techos estén lo suficientemente seguros, marcando con líneas de pintura por donde las personas deberán caminar, al igual la utilización de cuerdas de vida y arneses de seguridad personal pueden ser la diferencia entre la vida y la muerte, considerando en este punto en contratar a

personal capacitado para la realización de este trabajo sin temor a las alturas y capaz de saber utilizar los equipos de seguridad, esto con el fin de evitar filtraciones de agua en tiempos de lluvias y tapones en las bajadas pluviales por basuras lo cual provocaría inundaciones en las áreas de trabajo.

Verificar el buen estado del tanque de gas lp, estos tienen o cuentan con una placa de datos en la cual se encuentra la fecha de fabricación y se podrá llevar un control de su vida útil la cual esta recomendada por el fabricante aproximadamente de diez años de vida útil.

Los equipos de refrigeración son los sistemas con mayor prioridad de atención para una empresa que maneje la conservación de productos y materias primas en conservación y refrigeración, esto es debido a que los equipos de refrigeración cuentan con partes o componentes que son en ocasiones difíciles de entregar de forma inmediata por los proveedores, en pocas palabras, no son muy comerciales por lo cual causaría paros de maquinaria y se tendrían que permanecer cerradas las cámaras para que los productos o materias almacenadas no pierdan su temperatura de conservación o refrigeración (sufrir calentamiento), se deberán revisar puertas y sellos de goma que se encuentren en buen estado aparte de mantenerlos limpios y desinfectados, la aplicación de pintura a muros y puertas deberá realizarse para evitar la oxidación y corrosión de los metales por la humedad en el ambiente es importante programar por lo menos una vez al año su mantenimiento.

En las rutinas semestrales o anuales que se realizarán a las instalaciones generales se encuentran: las cisternas, tinacos, tanques de almacenamiento, líneas de drenaje y cuartos de confinamiento temporal para el resguardo de residuos peligrosos. Al igual que las otras instalaciones generales, estas también son importantes ya que de lo contrario muchos de los procesos no podrían llevarse antes y después de la producción, en primer lugar el agua es lo más importante para la producción como base de sustancias, en la seguridad utilizada en la red contra incendio y como parte fundamental en la operación de los equipos.

La cisterna y los tinacos deberán recibir una limpieza general por lo menos cada año con el fin de evitar que se formen algas, bacterias e incrustaciones de sales en los muros y tuberías principales, se deberá tener cuidado al trabajar en lugares cerrados pues existe la posibilidad que las personas pierdan el conocimiento por la falta de aire o de quedarse atrapadas si se encuentran solas, se recomienda antes de comenzar a trabajar, se deberán dejar avisos a la entrada de estas instalaciones y avisar a una persona de confianza para que realice los recorridos a el área de trabajo en caso de cualquier peligro y como monitoreo.

Se debe tener en consideración dentro de las rutinas de mantenimiento anual , el servicio a las calderas u otro equipo para el calentamiento de agua, cualquier equipo de calefacción que utilice gas lp, electricidad o diesel, se deberá realizar una limpieza a los quemadores, serpentines, depósitos de combustible y aislantes en las tuberías para determinar el tipo de servicio de mantenimiento a aplicarse, ya sea preventivo o correctivo. Los puntos importantes donde deberán estar registradas las condiciones de las instalaciones, equipos y maquinaria será utilizando la misma tabla no. 11 dependiendo a su clasificación siguiente:

- Servicio mecánico para máquinas de combustión y equipos rotativos.
- Servicio general a los equipos hidroneumáticos y calderas
- Servicio general a equipos de refrigeración.
- Servicio general de las condiciones del inmueble.

Las instalaciones generales, equipos y maquinaria, constituyen una de las principales herramientas para la realización de diversas actividades en diferentes áreas de trabajo, como ejemplo: administrativas, operativas, mantenimiento, sistemas y monitoreo (calidad), deberán ser revisados periódicamente para su evaluación de desempeño como anteriormente los clasificamos:

a) Servicio mecánico a maquinas de combustión y equipos rotativos:

Planta de emergencia:

- Realizar el servicio de mantenimiento anual a los equipos que integran la planta de emergencia (motor de combustión a base de diesel).
- Verificar el funcionamiento del generador eléctrico, simulando una falla eléctrica, dejando aislada la carga eléctrica principal conectada, solo se realizará en vacío, para tomar lecturas del equipo en funcionamiento.
- Una vez que se puso en operación y se verifico sin carga la planta, se deberá dejar fuera junto con el tablero de control para reapretar realizar el servicio de mantenimiento al motor, no sin antes se deberá de colocar candados de seguridad y señalamientos de trabajo en los tableros y arrancadores.
- Revisar mangueras del tanque de depósito al motor de combustión y reapretar abrazaderas sin fin.
- Cambio de aceite nuevo al motor así como verificar su nivel final.
- Limpieza de los inyectores de combustible utilizando diesel.
- Cambio de filtros de aire, aceite, limpieza y lavado de motor de combustión.
- Calibración del chicote del acelerador.
- Verificar que las resistencias de los precalentadores, para un motor de diesel se encuentren funcionando adecuadamente, ya que deberán calentar la inyección del mismo combustible.
- Revisión y ajuste de bandas de polea al ventilador para el enfriamiento del depósito de agua.
- Drenado y purga al enfriador de aceite (ventilador), así como el cambio y ajuste del nivel de agua y refrigerante.
- Verificar la carga de la batería así como revisar el estado de los electrolitos.
- Verificar que la marcha se encuentre funcionando adecuadamente.
- Por último, retirar los candados y restablecer la alimentación a los tableros de control, para poner en marcha la planta de emergencia.
- Realizar pruebas de arranque y compresión.

Motobombas de combustión interna:

- Realizar el servicio de mantenimiento semestral a los equipos generales que integran la red contra incendio (motobomba de combustión a base de gasolina y gas lp).
- Verificar el funcionamiento de las motobombas de agua, simulando un arranque por apertura de hidrante, utilizando la válvula de la purga la cual debe estar conectada esta salida a la cisterna o deposito de almacenamiento, también se tendrá que cerrar la válvula de alimentación principal a la red para no presurizar completamente la misma.
- Una vez que se puso en operación y se verifico el arranque por baja presión de agua en la red, el motor de combustión, se deberá dejar fuera junto con el tablero de control para realizar el servicio de mantenimiento preventivo al motor, no sin antes se deberán de colocar candados de seguridad y tarjetas para señalar que se encuentran trabajando en los tableros y arrancadores.
- Revisar mangueras del tanque de depósito al motor de combustión y reapretar las abrazaderas sin fin así como tuberías de suministro de combustible.
- Cambio de aceite nuevo al motor y nivelación del mismo.
- Limpieza de bujías o en su caso el cambio total de las mismas para un motor de un motor de combustión de gas lp o gasolina.
- Cambio de filtros de aire, aceite, limpieza y lavado de motor de combustión.
- Calibración del chicote del acelerador.
- Revisión de los sistemas de lubricación.
- Revisión y ajuste de bandas de polea al ventilador
- Drenado y purga al enfriador de aceite (ventilador), así como el cambio y la verificar el nivel de agua y refrigerante.
- Verificar la carga de la batería así como revisar el estado de los electrolitos.
- Verificar que la marcha se encuentre funcionando adecuadamente.
- Por último, retirar los candados y restablecer la alimentación a los tableros de control, para poner en marcha la motobomba de combustión.
- Realizar pruebas de arranque y compresión.

Bombas de agua y equipos rotativos:

- Realizar el servicio de mantenimiento semestral a los equipos rotativos.
- Verificación las conexiones de mangueras y tuberías de los equipos.
- Verificar las condiciones de los sellos mecánicos en las bombas.
- Revisar y cambiar baleros en las chumaceras de las flechas de acoplamiento con los motores impulsores.
- Lubricar las chumaceras de las bombas cada vez que se pueda para evitar el desgaste entre metales.
- Cambio de empaques y tornillería en las bridas de acoplamiento.
- Revisar con un estetoscopio el ruido que se genera en una de las tapas de la bomba acoplada y el motor impulsor para comprobar que no existan arrastres y deterioros de metales.

b) Servicio general a los equipos hidroneumáticos y calderas:

Equipo Hidroneumático:

- Realizar el servicio de mantenimiento semestral al equipo hidroneumático.
- Revisar y tomar lecturas de presión del equipo en operación.
- Desenergizar tableros de control y colocar tarjetas de seguridad para evitar que puedan poner en marcha el equipo en mantenimiento.
- Cerrar válvulas de entrada y salida de agua y abrir la válvula de purga para dejar vacío el equipo.
- Desacoplar válvulas de seguridad en caso de deterioro y válvulas de inyección de aire para su cambio y colocar las nuevas válvulas.
- Realizar una inspección visual y si es posible inyectar una presión de aire para verificar la hermeticidad del equipo, rastreando que no existan fugas o pérdidas de presión.
- Aplicación de pintura al tanque hidroneumático y limpieza del nivel de cristal si no se encuentra visible se deberá desacoplar para aplicar una limpieza interna o de lo contrario se tendrá que cambiar.
- Cerrar por completo el equipo y se abrirán las válvulas de alimentación y

salida del agua para revisar que no existan fugas en las tuberías, válvulas y poner en funcionamiento el equipo energizando nuevamente los tableros.

Calderas:

- Realizar el servicio de mantenimiento semestral a las calderas.
- Revisar y tomar lecturas de presión y temperatura del equipo en operación.
- Desenergizar tableros de control y colocar tarjetas de seguridad para evitar que puedan poner en marcha el equipo en mantenimiento.
- Cerrar válvulas de entrada y salida de agua y gas lp. abrir la válvula de purga para dejar vacío el equipo.
- Desacoplar válvulas de seguridad y de gas lp en caso de estar deterioradas para su cambio y colocar las nuevas válvulas.
- Realizar una inspección visual y si es posible inyectar una presión de aire para verificar la hermeticidad del equipo, rastreando que no existan fugas o pérdidas de presión.
- Aplicación de pintura al tanque de la caldera y limpieza del nivel de cristal si no se encuentra visible se deberá desacoplar para aplicar una limpieza interna o de lo contrario se tendrá que cambiar.
- Revisar que no existan fugas en las tuberías de gas lp o diesel.
- Revisar el correcto funcionamiento de los quemadores de la caldera, realizando una limpieza en las espreas.
- Verificar el funcionamiento correcto del diafragma en el equipo piloto de encendido de la caldera.
- Cerrar por completo el equipo y se abrirán las válvulas de alimentación y salida del agua y combustible para revisar que no existan fugas en las tuberías, válvulas y poner en funcionamiento el equipo energizando nuevamente los tableros de control.
- Toma de lecturas de presión y temperatura una vez arrancado el equipo.
- Verificar que los niveles de combustible en los tanques de depósito de encuentren en un ochenta por ciento de su capacidad total.
- Identificar los tableros de control, equipos y señalar del sentido de flujo

de los combustibles y agua sobre las tuberías de alimentación y descarga.

c) Servicio general a equipos de refrigeración:

- Realizar el servicio de mantenimiento semestral a los equipos de refrigeración y equipos que lo integran.
- Tomar las lecturas de temperatura y presiones de operación de los compresores de los equipos de refrigeración.
- Revisar los niveles del gas refrigerante en el compresor.
- Revisar válvulas e instrumentos de presión y temperatura.
- Verificar que no existan fugas de gas refrigerante en las tuberías, difusores y compresores.
- Revisar las paredes y los plafones de las cámaras de refrigeración que no existan fugas de aire frío, si es así se deberán tapar con el mismo material.
- Programar su lavado y desinfección de la cámara de refrigeración.
- Revisar el estado de los serpentines y programar sus deshielos para evitar escarchas de hielo, lo cual evitaría un enfriamiento en la misma.
- Revisar el estado del sistema de enfriamiento y condensación del gas refrigerante.
- Revisar el estado en que se encuentran los motores impulsores.
- Revisar los compresores y difusores.
- Aplicación de pintura y montaje de aislante a las tuberías de gas refrigerante.
- Identificación, de tableros de control, equipos y señalar el sentido de flujo sobre las tuberías del gas refrigerante, gas caliente, electricidad y agua.

d) Servicio general de las condiciones de inmueble:

Instalaciones hidráulicas y sanitarias:

- Realizar periódicamente cada seis meses, la limpieza a la cisterna y tinacos de agua para evitar el desarrollo de bacterias.
- Verificar el estado en que se encuentran las tuberías de agua de

alimentación y descarga a los servicios.

- Verificar el buen funcionamiento de válvulas de paso, filtros, accesorios en sanitarios, muebles, regaderas y aplicación de pintura.
- Desasolver cada seis meses las tuberías de drenaje, alcantarillado, sanitarios muebles, regaderas, trampas de grasa y cárcamos de desechos.
- Realizar muestreos de aguas residuales para verifica que no vayan desechos de aceite a las redes principales de drenaje.

Instalaciones de gas lp:

- Revisar periódicamente, por lo menos cada semana los depósitos de combustible de diesel y gas lp para verificar su porcentaje de llenado.
- Revisar el estado de las válvulas y tuberías de los depósitos de combustible.
- Aplicación de pintura a las tuberías y señalizaciones de las mismas.

Construcción:

- Revisar las instalaciones y realizar por lo menos cada año los siguientes trabajos de obra civil:
 - Limpiar, sellar e impermeabilizar los canalones y bajadas de agua pluvial.
 - Limpiar e impermeabilizar la azotea antes de la temporada de lluvias.
 - Verificar el estado de las paredes y plafones interiores del inmueble.
 - Aplicación de pintura a los muros, pisos y plafones.
 - Revisar el funcionamiento de las ventanas, puertas y rejillas de ventilación.
 - Revisar rejillas y tapas de cárcamos y escotillas.
- Revisar las instalaciones y realizar por lo menos cada mes los siguientes trabajos:
 - Limpieza y retiro de materiales peligrosos uso de la limpieza y utilización de aceites así como también sólidos impregnados cuando se acumulen.
 - Revisar el alumbrado exterior e interior del inmueble.
 - Revisar las tomas de corriente en el exterior e interior del inmueble.
 - Realizar el servicio de fumigación y ratización en las áreas de proceso.

- Revisar el buen funcionamiento de los hidrantes y extintores, estos últimos verificar su próxima recarga.
- Mantenimiento a herramientas de trabajo como: patines hidráulicos, poleas y montacargas ligeros.
- Mantenimiento a muebles y adquisición de los mismos.

Con estos puntos a revisar, se deberán anotar cada uno de los datos durante el recorrido, la bitácora de mantenimiento deberá contener esta información y deberá estar a disposición del personal de mantenimiento y encargados, para verificar los estatus de los trabajos pendientes y realizados, donde se llevará un control más eficiente en la atención al personal.

Este manual tiene como finalidad proporcionar los lineamientos de trabajo, para lograr un óptimo mantenimiento preventivo y rutinario de los principales equipos que lo requieren en la planta, en este caso los sistemas mecánicos y de servicios generales son los que ocupan en segundo termino una prioridad de atención. Las rutinas de mantenimiento, deben iniciar con un recorrido por los cuartos de máquinas, bombas y calderas, equipos de refrigeración e inmueble en general, anotando las observaciones de las condiciones de servicio que brindan los equipos.

Será necesario avisar o reportar al jefe del departamento de mantenimiento para programar y adelantar los trabajos indicados en el programa de mantenimiento preventivo, cuando un equipo se encuentre en desperfecto se considerará como un mantenimiento correctivo o con una posible falla se considerará como un mantenimiento preventivo.

Cada uno de estos trabajos se incluyen en el programa de mantenimiento y serán supervisados por el encargado del departamento, con el objeto de tener un récord histórico de los equipos e instalaciones en función a los resultados de operación, los cuales deben registrar como se menciona anteriormente en la tabla no. 3.8.

TABLA NO. 3.8 Formato de rutina diaria de Mantenimiento

DIVISIÓN SABORES

RUTINA DIARIA DE MANTENIMIENTO

FECHA: _____

EQUIPO ELECTRICO					
SUSBETACION ELECTRICA	_____	TABLEROS DE DISTRIBUCION	_____		
KWT	_____	TABLERO NO.1 AMP. L1-L2-L3	_____		
VOLTAJE EN L1-L2-L3	_____	TABLERO NO.1 VOLTS. L1-L2-L3	_____		
AMPERAJE EN L1-L2-L3	_____	TABLERO NO.2 AMP. L1-L2-L3	_____		
FACTOR DE POTENCIA	_____	TABLERO NO.2 VOLTS. L1-L2-L3	_____		

EQUIPO DE REFRIGERACION					
EQUIPO	PRES. DE ACET.	TEMP. DE ACEIT.	NIVEL DE A.	NIVEL DE GAS	PRES. DE GAS
COMPRESOR NO. 1					
COMPRESOR NO. 2					
AIRE ACONDICIONADO					

CAMARAS DE REFRIGERACION Y COGELACION				
EQUIPO	TEMP. 1	TEMP. 2	TEMP.3	HORAS DE OPERACIÓN
CAMARA NO. 1				
CAMARA NO. 2				

CUARTO DE BOMBAS Y MAQUINAS					
EQUIPO	PRESION	NIVEL	TEMPERATURA	CONCEPTO	LECTURA
BOMBA RED VS INCENDIO				% GASLP	
BOMBA DE COMBUSTION				LECT. DE AGUA	
HIDRONEUMÁTICO				NIVEL DE CIST.	
CALDERA					
RED VS INCENDIO					

HIDRANTES						
DESCRIPCION	H1	H2	H3	H4	H5	H6
GABINETE						
MANGUERA						
CHIFLON						
VALVULA COMPUERTA						
VIDRIO						
SEÑALIZACION Y NUM.						

EXTINTORES						
DESCRIPCION	E1	E2	E3	E4	E5	E6
SEÑALIZACION Y NUM.						
MANGUERA						
SOPORTE						
DELIMITACION						
RECARGA						
PRESION						

ALUMBRADO , INSTALACIONES HIDRAULICAS Y GENERALES					
DESCRIPCION AREA	CONDICIONES		DESCRIPCION AREA	CONDICIONES	
	BIEN	MAL		BIEN	MAL
ALUMBRADO 1			DESAGUES		
ALUMBRADO 2			SANITARIOS		
ALUMBRADO 3			PUERTAS		
ALUMBRADO DE CAMARA			VENTANAS		
ALUMBRADO EXTERIOR			PINTURA		

3.6 PROGRAMA Y PRESUPUESTO ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Para elaborar un programa de mantenimiento preventivo anual, se deben considerar en primer grado los costos que pueden generarse en cada uno de los equipos, maquinarias, herramientas e instalaciones generales. El programa de mantenimiento preventivo deberá tener las siguientes características para que pueda ser evaluado en caso de auditorias internas o externas ya sea por otra empresa o por un cliente.

- a) Proyectar metas alcanzables.
- b) Clasificar e identificar cada uno de los equipos e instalaciones.
- c) Evaluar los costos por gastos de servicios y compra de refacciones.
- d) Calendarizar los gastos de ejecución de los trabajos conforme al plan de contabilidad como un mutuo acuerdo para disponer de los recursos.
- e) Programar en tiempo el comienzo y término de los trabajos de mantenimiento.

- a) Proyectar metas alcanzables: La política de calidad y los objetivos anuales de un plan de calidad establecido por la empresa, deben influir de forma directa en la elaboración de los programas de mantenimiento, con el fin de atender cada uno de los requerimientos establecidos, como anteriormente se mencionó, el departamento de mantenimiento es un área de apoyo interno de la empresa, donde los clientes internos son las otras áreas, interrelacionadas entre sí.

El presupuesto, el programa anual, las bitácoras, los reportes diarios de maquinaria y las ordenes de servicio de atención de fallas. Son por así decirlo los parámetros más importantes para medir y llevar a cabo un indicador en el servicio o atención del departamento de mantenimiento para ser evaluado al igual que las otras áreas.

- b) Clasificar e identificar cada uno de los equipos e instalaciones: La elaboración de un inventario completo de los equipos, máquinas e instalaciones ofrece una gran herramienta para la identificación, ubicación y prioridad de atención o servicio de mantenimiento a estos mismos por causa de una falla. Este inventario será la base para la realización del presupuesto y programa anual de mantenimiento preventivo, con la elaboración de las fichas técnicas donde se describen las partes más importantes de las máquinas y equipos que la integran, así como el proveedor que ofrecerá el servicio de reparación o venta de refacciones y el tiempo que por lo común tiende a presentarse dicha falla y tomar las medidas necesarias para adelantarse y programar el cambio de las refacciones para evitar tiempos muertos.
- c) Evaluar los costos por gastos de servicios y compra de refacciones: El departamento de mantenimiento con ayuda de las fichas técnicas, tendrá que elaborar una cartera de proveedores confiables, en la cual se deberán clasificar y enfocar con las necesidades indispensables de cualquier departamento de compras que son: condiciones de pago, tiempos de entrega, calidad de los productos o servicios y precio de los mismos. Al momento de realizar una cotización se deberá consultar en la cartera de proveedores por lo menos tres, que tengan el mismo giro, a los cuales se les tendrá que proporcionar las especificaciones lo más completamente posible, pero procurando que todos coticen con los mismos conceptos, para poder establecer un parámetro de evaluación en la compra de refacciones o adquisición de un servicio. Solo así se podrá evaluar un gasto el cual deberá ser autorizado y programado por el departamento que lo requiere en conjunto con el de mantenimiento quien evaluará y firmará de conformidad aceptando el trabajo realizado o la calidad de producto adquirido.
- d) Calendarizar los gastos de ejecución de los trabajos conforme al plan de contabilidad: Todos los gastos generados por el departamento de mantenimiento, deberán cargarse a un centro de costos dependiendo el área

que solicita su servicio, con el fin de poder deducir del presupuesto anual establecido, parte proporcional de estos gastos generados. Debe existir una gran comunicación con el departamento de contabilidad para controlar estos recursos los cuales no se deberá pensar en que se realizó una pérdida de capital y utilidad, sino todo lo contrario se tiene que proyectar a futuro en que se está realizando una inversión, donde se reducen los gastos por paro de maquinaria en un tiempo no programado.

e) Programar en tiempo el comienzo y término de los trabajos de mantenimiento:

Los trabajos de mantenimiento preventivo tendrán que aprovechar al máximo los tiempos que se le asignan para la realización de los trabajos a las máquinas, equipos e instalaciones. Cuando existe una falla en un equipo posiblemente se considere que no se extienda pero en la mayoría de los servicios de mantenimiento correctivo se presentan muchas veces daños considerables en las instalaciones auxiliares que no son parte de directa de los sistemas de proceso pero que afectan en gran parte a otros equipos cuando una producción se realiza en cadena es donde se observa más grave este problema, pero si se considera desde un principio la realización de los servicios preventivos, en la inspección de deben detectar los posibles problemas a futuro y si se pueden corregir en el instante sería mucho mejor que esperar otro periodo de paro de maquinaria.

La importancia de establecer cada uno de los tiempos programados evitara costos por paro de maquinaria, paro de mano de obra y tiempos de entrega de la producción, aquí debe existir una gran comunicación con las áreas afectadas por estos paros sobre todo el de producción y calidad, los cuales tiene una planeación de su producción, pero siempre consideran que las máquinas deben funcionar al 100%, de su eficiencia y es donde el personal de estas áreas nunca consideran que puede existir un problema que rompa con esa planeación y salgan fuera de su margen.

Estos puntos son importantes de considerar para la elaboración del presupuesto anual de mantenimiento preventivo, pero se tendrán que contemplar y llenar en la tabla no. 3.9, los siguientes conceptos para la elaboración de este mismo:

1er. Columna deberá llevar el número consecutivo.

2da. Columna deberá considerarse la prioridad de servicio al equipo con la siguiente numeración:

- a) Prioridad alta (1): El equipo o instalación es indispensable no puede parar por mucho tiempo.
- b) Prioridad media (2): El equipo o instalación es básico e indispensable pero existe una alternativa para continuar con el proceso y se deberá atender como si se tratara de una prioridad 1.
- c) Prioridad baja (3): El equipo o instalación puede esperar por un tiempo de hasta 48 horas, ya que existe un remplazo.

3er. Columna descripción de equipo.

4a. Columna colocación de el código identificador del equipo (ficha técnica).

5a a 17a. Columna designar el gasto en el mes proyectado del año.

18a. Columna se deberán colocar los totales.

TABLA NO. 3.9 Formato de captura de presupuesto anual para mantenimiento Preventivo.

MCCORMICK PESA S.A. DE C.V.
 PRESUPUESTO ANUAL PARA EL AÑO 2004
 CARGA DE INFORMACION DE GASTOS DE MANTENIMIENTO
 DIVISION SABORES

No.	Prioridad de Servicio	DESCRIPCION	CODIGO IDENTIFICADOR	MES												
				ENE	FEB	MRZ	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC	

En las tablas no. 3.10 y 3.11 se muestra el presupuesto elaborado, donde todos los conceptos aparecen durante el año, es importante no dejar ninguno fuera, ya que se corre el riesgo de no brindarle el servicio de mantenimiento preventivo. El presupuesto anual es la base para implementar y aplicar los trabajos programados de los servicios de mantenimiento preventivo a los equipos e instalaciones, como se muestran en las tablas no. 3.12 y 3.13. Donde los puntos importantes a considerar para la elaboración de este programa son los siguientes:

- 1er. Columna deberá llevar el número consecutivo.
 - 2a. Columna deberá anotarse el código de la máquina o equipo.
 - 3er. Columna descripción de equipo.
 - 4a a 15a. Columna designar el mes para realizar el trabajo durante el año.
- Con el color gris identificaremos el trabajo a realizar en el tiempo establecido.

El control de este programa, es muy importante ya que de esto depende de que los equipos, máquinas, herramientas e instalaciones se encuentren siempre en óptimas condiciones de servicio, sin ocasionar perdidas de tiempos muertos, los trabajos representados deberán realizarse en el tiempo establecido, si por cualquier problema no se pudiera realizar, el jefe de mantenimiento deberá presentar una justificación por escrito en la cual indique el contratiempo y reprogramar la actividad para el mes siguiente, de lo contrario, si se llegara hacer caso omiso, la empresa corre el riesgo de que los equipos y máquinas presenten un paro mayor, por llegar a un mantenimiento correctivo que se pudo evitar. Así mismo tiene la obligación de revisar los reportes diarios de recorridos, vigilar los gastos generados por la compra de refacciones o la adquisición de un servicio, programar los trabajos de mantenimiento preventivo, correctivos, considerar la carga de trabajo que esta destinada por su perfil de puesto, así como involucrase en los nuevos proyectos que adquiere la empresa para aumentar su productividad, ya que él tiene la experiencia en cuanto a la distribución de las instalaciones y determinar la factibilidad técnica entre los equipos y el crecimiento de las instalaciones.

TABLA No. 3.12 Programa de mantenimiento preventivo anual

MCCORMICK PESA S.A. DE C.V.
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL
PARA EL AÑO 2004
DIVISION SABORES

NO.	CODIGO	CONCEPTO	ENE	FEB	MRZ	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC
EQUIPOS														
1	RR-101	Cámara de refrigeración del área 1												
2	RRM-101	Motor de la cámara de refrigeración												
	RRE-101	Equipo de cámara de refrigeración												
3	RRC-102	Compresor												
4	RRCM-102	Motor de ventilador												
5	A-201	Agitador no. 1 (nuevo)												
6	A-202	Agitador no. 2												
7	A-203	Agitador no. 3												
8	A-204	Agitador no. 4 (Tool-handler)												
9	AM-201	Motor del agitador del No. 1 (nuevo)												
10	AM-202	Motor del agitador del No. 2												
11	AM-203	Motor del agitador del No. 3												
12	AM-204	Motor del agitador del No. 4												
13	SAM-201	Soporte Tool-Handler para agitador												
14	PM-01	Motor de la bomba No. 1												
15	PM-02	Motor de la bomba No. 2 (nuevo)												
16	PM-03	Motor de la bomba de vacío No. 3												
17	T-201	Tanque 1 del área 2												
18	T-202	Tanque 2 del área 2												
19	T-203	Tanque 3 del área 2												
20	T-204	Tanque 4 del área 2												
21	T-205	Tanque 5 del área 2												
22	T-206	Tanque 6 del área 2												
23	T-207	Tanque 7 del área 2												
24	T-208	Tanque 8 del área 2												
	DA-301	Secador por aspersión del área 3												
25	DAM-301	Motor del secador del área 3												
26	C-301	Compresor del secador del área 3												
27	CM-301	Motor del compresor del área 3												
28	AF-301	Filtros de aire												
29	R-301	Reactor del área 3												
30	Q-301	Quemador de gas c/parrilla												

INSTRUMENTOS

	RRE-101	Equipo cámara de refrigeración												
31	KIC-101	Timer												
32	TIC-101	Controlador de temperatura												
33	WI-201	Báscula plataforma 300 kg.												
34	WI-202	Balanza 5 kg.												
35	WI-203	Balanza 3 kg.												
36	WI-204	Balanza 250 kg. Portátil												
	DA-301	Secador de aspersión del área 3												
37	BIC-301	Control de flama												
38	BE-301	Detector de flama												
	R-301	Reactor del área 3												
39	PSV-301	Válvula de relevo PSV												
40	TI-101	Termómetro												
41	PI-101	Manómetro												

HERRAMIENTAS

42		HERRAMIENTAS												
	HT-101	Montacargas ligero												
	HT-401	Patin hidráulico p/tarimas												
	HT-201	Patin tipo toro												
	HT-202	Patin tipo gallina												
	HT-203	Carro transportador de carga color rojo												
	HT-204	Carro transportador para materiales												

TABLA No. 3.13 Programa de mantenimiento preventivo anual

MCCORMICK PESA S.A. DE C.V.
 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL
 PARA EL AÑO 2004
 DIVISION SABORES

NO.	CODIGO	CONCEPTO	ENE	FEB	MRZ	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC
		INSTALACIONES												
43		INSTALACIONES ELECTRICAS												
		Cámara de refrigeracion												
		Almacen área no. 1												
		Area de proceso area no. 2												
		Area de proceso area no. 3 (alumbrado)												
		Area de proceso area no. 3 (contactos)												
		Tableros de distribución												
		Banco de capacitores												
		Transformador de 4300 kva												
		Arrancador nema 1												
		Extractor de aire de área 2												
		Extractor de aire de área 3												
		Extractor de aire de área 1												
		Planta de emergencia												
		Sistema de tierras												
44		INSTALACIONES HIDRAULICAS												
		Instalación hidraulica área no. 2												
		Instalacion hidraulica área no. 3												
		Tinacos y cisterna												
		Filtros de agua												
		Regadera de emergencia												
45		INSTALACIÓN DE GAS LP												
		Tanque de gas lp de 300 lts.												
		Calentador de paso de 50 lts p/ min.												
		Instalación da gas lp												
46		IMPERMEABILIZACION												
		Limpieza de canalones												
		limpieza de bajadas pluviales												
		Impermeabilizacion y sellado de juntas de 500 m2												
47		PINTURA												
		Aplicación de pintura a muros interiores y extriores												
		Aplicación de pintura a pisos												
		Aplicación de pintura a techumbres												
		Aplicación de pintura a puertas y ventanas												
		Aplicación de pintura delimitación de áreas												
		Aplicación de pintura a equipos y tuberías en gral.												
48		HERRERIA												
		Servicio a puertas de entrada principal y camaras												
		Servicio a ventanas y filtros de aire												
		Servicio a protecciones y racks												
		Servicio a rampas mecánicas												
		Servicio a tambos de basura												
49		EQUIPO CONTRA INCENDIO												
		Recarga de extintores 10 piezas												
		Equipo de respiracion autonomo 1 juego												
		Equipo de bomberos 4 juegos												
		Motobomba de combustión gasolina												
		Motobomba eléctrica de 20 HP												
		Motobomba eléctrica de 3 HP												
		Hidrantes 4 pzas												
50		SEÑALIZACIONES												
51		DESASOLVE DE DRENAJE												
52		RETIRO DE RESIDUOS PELIGROSOS												
53		FUMIGACIÓN Y DESRATIZACION												

En este capítulo 3, se tomaron en consideración varios temas importantes para comenzar a plasmar el programa y presupuesto anual, con la información adquirida en las fichas técnicas, la elaboración de los diagramas físicos de las instalaciones (eléctricas, hidráulicas, de gas lp), elaboración de una cartera de proveedores y con las cotizaciones de los mismos proveedores, se consideraron los montos por gastos de reparación o servicio, compra de refacciones y materiales consumibles. Para que el departamento pueda brindar un mejor servicio a sus clientes internos.

El presupuesto anual por los gastos de mantenimiento preventivo, es una pieza importante para la ejecución de los trabajos, en el cual se están considerando los gastos más relevantes que se pueden atender durante todo el año, pero en la práctica muchas ocasiones se presentan gastos por la ejecución de nuevos proyectos o por una falla de emergencia a las máquinas, equipos e instalaciones; la cual no se esperaba, es aquí donde la persona encargada de la elaboración de este presupuesto debe de contar con la experiencia necesaria o conocimientos en evaluación de precios unitarios, visión para contemplar todos los trabajos necesarios de reparaciones al inmueble, instalaciones, equipos o máquinas, en las áreas de trabajos de mantenimiento como son: electricidad, mecánica, hidráulica, sanitaria, carpintería, soldadura, instrumentación, refrigeración, obra civil, montacargas y seguridad industrial.

Los manuales de procedimientos para la realización de los trabajos de mantenimiento y recorrido al inmueble, destacan por haberse elaborado en la práctica durante los servicios realizados en los equipos y máquinas. De acuerdo a lo anterior se pudo observar que se detallaron cada uno de los puntos a revisar y ejecutar, destinando estos mismos a las personas encargadas del departamento de mantenimiento (mano de obra calificada) para realizar con su experiencia o sin ella un trabajo de calidad en el menor tiempo posible y a bajo costo que son los objetivos a alcanzar.

CONCLUSIONES

El mantenimiento preventivo dentro de la empresa McCormick, es de prioridad alta por lo que permite obtener una mejor eficiencia de la maquinaria, equipos e instalaciones, con el objetivo de alargar su vida útil. Con lo realizado dentro de la empresa durante la estancia de las prácticas profesionales, se pudo identificar el problema de raíz que radica en el área de la división “sabores” y es que no se cuenta con el personal de mantenimiento adecuado que pueda realizar las rutinas de los recorridos diarios, programar los servicios de mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y presupuestar las refacciones o servicios necesarios para la realización de los trabajos en el área, la cual es ignorada y abandonada.

En la estancia de tres meses, durante las prácticas profesionales, se llevo acabo una recopilación de información con ayuda de las fichas técnicas, donde se obtuvo información de cada uno de los equipos y máquinas, se elaboraron y describieron con la simbología establecida los diagramas de las instalaciones generales, ya que el área no contaba con ningún plano de construcción y se establecieron los manuales necesarios para llevar acabo los recorridos diarios en el área para la detección de fallas. Estos problemas, surgieron por la falta de personal de mantenimiento destinada al área de sabores, las instalaciones pueden ser nuevas, pero si se dejaran de presupuestar y aplicar los gastos por mantenimiento preventivo, en dos años se tendría que invertir más de lo estimado por las fallas que pudieran presentarse en los equipos e inmueble.

En las instalaciones los principales beneficios que se pueden obtener ejecutando adecuadamente el programa de mantenimiento preventivo propuesto son los siguientes:

- 1) Mejoramiento de las instalaciones y confianza en las mismas.
- 2) Costos de mantenimiento bajos.
- 3) Alargar la vida útil de los equipos, maquinaria e instalaciones.

- 4) Mejorar la producción y la calidad de la misma.
- 5) Elevar la eficiencia de las máquinas.
- 6) Reducir los desperdicios de materia prima.
- 7) Mejorar la imagen del área hacia los clientes.
- 8) Reducir los costos indirectos por producción.
- 9) Aprovechamiento máximo de los recursos.
- 10) Llevar un control estricto de documentos y registros.
- 11) Información al día del estado de la maquinaria e instalaciones.

Esperando que este trabajo de investigación pueda considerarse como una propuesta para satisfacer las necesidades del área de “sabores” y ayudar a mejorar el control de los gastos de mantenimiento preventivo los cuales impactan en la utilidad del área, solamente puedo decir que debe de cambiarse la mentalidad que se tiene con respecto al departamento de mantenimiento, como si solo generara gastos, en lugar de verlo como una buena inversión. Al aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera, sirvieron para desarrollar un plan maestro de mantenimiento en la planta McCormick Pesa, división sabores. Elaborando por medio de un código universal el inventario completo de equipos, instrumentos e instalaciones de las áreas de la división sabores, registrado en una cartera de los proveedores más importantes para el suministro de refacciones y servicios y por último, atender en el menor tiempo posible un paro de producción.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que los objetivos planteados el inicio de este trabajo de investigación se han cumplido en su totalidad.

BIBLIOGRAFÍAS

CREUS S. Antonio
INSTRUMENTACION INDUSTRIAL.
7ª edición
Ed. Marcombo Barcelona, España

HATHAWAY, Louis
PREVENTIVE MAINTENANCE.
4ª edición
Ed. Moline, Illinois

MERAZ, Q. Leonardo
LA REUTILIZACION Y EL DISEÑO.
1ª edición
Ed. UAM Xochimilco, 1989, México D.F.

NAVARRO, E. Luis
GESTION INTEGRAL DE MANTENIMIENTO.
1ª edición
Ed. Marcombo, 1997, Barcelona, España

DUFFUSS, Salih
SISTEMAS DE MANTENIMIENTO PLANEACION Y CONTROL.
1ª edición
Ed. Limusa Wiley , 2000, México D.F.

JIMÉNEZ, M. Maria A.
LA CALIDAD COMO ESTRATEGIA COMPETITIVA.
(GESTION, RENTABILIDAD Y AUDITORIAS)
1ª edición
Ed. Madrid , 1996

MOLINE, Illinois
MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA.
1ª edición
Ed. Moline, Illinois

MOLINE, Illinois
MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
1ª edición
Ed. Moline, Illinois

PAUL, F. Goliber
MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE REFRIGERADORES.
1ª. Edición
Ed. Diana, 1980, México D.F.

MARTINEZ, A. Ezequiel
PLANEACION, DESARROLLO E INGENIERIA DEL PRODUCTO.
1ª edición
Ed. Trillas, 1985, México D.F.

AHUJA, Walsh
INGENIERIA DE COSTOS Y ADMINISTRACION DE PROYECTOS.
1ª edición
Ed. Alfaomega, 1989, México D.F.

Universidad Autónoma Metropolitana
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Conocer
ANALISIS OCUPACIONAL DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
1ª edición
Ed. Limusa Noriega, 2001, México D.F.

Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral
Av. Constituyentes Col. Lomas de Sotelo
Del. Miguel Hidalgo, México D.F.