



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE ESTRUCTURACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN
DEL MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS, EQUIPOS E
INSTALACIONES EN SUPERMERCADOS**

DOMINGO JOAQUÍN GODÍNEZ VELÁSQUEZ

Asesorado por Ing. Julio César Molina Zaldaña

Guatemala, junio de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROPUESTA DE ESTRUCTURACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS, EQUIPOS E INSTALACIONES EN
SUPERMERCADOS

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DOMINGO JOAQUÍN GODÍNEZ VELÁSQUEZ

ASESORADO POR ING. JULIO CÉSAR MOLINA ZALDAÑA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruíz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADORA	Inga. Marta Guisela Gaitán Garavito
EXAMINADOR	Ing. Pablo Fernando Hernández
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA DE ESTRUCTURACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS, EQUIPOS E INSTALACIONES EN SUPERMERCADOS

Tema que me fue asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 12 de agosto del 2004.

Domingo Joaquín Godínez Velásquez

DEDICATORIA

A DIOS

Por su infinito plan de amor y misericordia, por siempre.

A MIS PADRES

Por su sabiduría, esfuerzo y amor sincero.

A MIS HERMANOS
Aristeo Fernando
Floridalma Isabel
Juan Enrique
María del Tránsito y
Francisco Jesús

Por el apoyo incondicional en todos los momentos transcurridos.

A MI FAMILIA

Como muestra de mi afecto

A MIS AMIGOS

Aquellos que indistintamente me han brindado su amistad y confianza.

A LA COMUNIDAD
VEN A CRISTO

Por ser mi refugio espiritual y el camino que junto con María se llega a Jesús.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos
de Guatemala

Por el conocimiento brindado.

Al ingeniero
Julio César Molina Zaldaña

Por su participación en la asesoría y
consecución en este proyecto.

Al área de Planificación y Ejecución
de la Fragua (Departamento de
Mantenimiento)

Por haberme permitido el desarrollo
de este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	X
RESUMEN	XII
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES GENERALES	
1.1. Descripción de la empresa	1
1.2. Definición de mantenimiento	2
1.2.1. Tipos de mantenimiento	2
1.2.2. Plan de mantenimiento	3
1.2.3. Criterios y parámetros para la elaboración de un plan de Mantenimiento	4
1.2.4. Evaluaciones económicas (antes, en y después de operación)	6
1.3. Nuevas tecnologías en el mantenimiento	8
1.3.1. Ventajas y desventajas de su aplicación	
2. PROCESO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO	
2.1. Descripción del departamento de mantenimiento	11
2.1.1. Estructura organizacional	12
2.1.2. Funciones de cada área	13
2.1.3. Asignación de las tareas de mantenimiento	14
2.1.4. Controles operativos	15
2.1.4.1. Las hojas de chequeo primario (<i>check list</i>)	15
2.1.4.2. Las hojas de requerimientos	15

2.1.4.3.	Control del presupuesto	16
2.1.5.	Alcance de las operaciones (informes)	16
2.1.6.	Proceso de facturación	16
2.1.6.1.	Diagrama de flujo del proceso	17
3.	PROPUESTA DE EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	
3.1.	Consideraciones administrativas	19
3.1.1.	Organización de la estructura	20
3.1.2.	Misión	20
3.1.3.	Funciones principales del supervisor	20
3.1.3.1.	Planeación y estimación del trabajo	21
3.1.3.2.	Identificación de las cargas de trabajo	23
3.1.3.3.	Clasificación del trabajo	25
3.1.3.4.	Programación del trabajo	29
3.1.3.5.	Control del trabajo	30
3.1.3.6.	Valoración del trabajo	31
3.2.	Máquinas y equipos (clasificación, descripción, funcionamiento y mantenimiento preventivo por área técnica)	33
3.2.1.	Refrigeración	33
3.2.1.1.	Clasificación, descripción y funcionamiento	34
3.2.1.1.1.	Unidades remotas, paralelos de media y baja temperatura	34
3.2.1.1.2.	Unidades de servicio (despachos y autoservicios)	35
3.2.1.1.3.	Auto contenidos	35
3.2.1.2.	Análisis de fallas	35
3.2.1.2.1.	Tipos de fallas	36
3.2.1.2.2.	Causas	36
3.2.1.2.3.	Consecuencias	38
3.2.1.2.4.	Soluciones	40

3.2.1.3. Mantenimiento	42
3.2.2. Aire acondicionado	43
3.2.2.1. Clasificación, descripción y funcionamiento	43
3.2.2.1.1. <i>Minisplit, split</i> y tipo paquete	43
3.2.2.2. Análisis de fallas	44
3.2.2.2.1. Tipos de fallas	44
3.2.2.2.2. Causas	44
3.2.2.2.3. Consecuencias	45
3.2.2.2.4. Soluciones	46
3.2.2.3. Mantenimiento	46
3.2.3. Carnicería	47
3.2.3.1. Preparación: corte, trituración	47
3.2.3.2. Empaque	47
3.2.4. Pesaje	47
3.2.5. Extracción	48
3.2.6. Transporte	48
3.2.6.1. Clasificación	49
3.2.6.1.1. Carretillas	49
3.2.6.1.2. <i>Troquets</i>	49
3.2.6.1.3. <i>Pallets</i> hidráulicas	50
3.2.6.1.4. Montacargas	50
3.2.6.2. Mantenimiento	50
3.2.7. Suministro y tratamiento de agua	52
3.2.8. Iluminación	56
3.2.8.1. Principios y unidades fundamentales	56
3.2.8.2. Tipos de alumbrado eléctrico existentes	57
3.2.8.2.1. Mantenimiento y evaluación del desempeño	63
3.2.8.2.2. Reemplazo	65
3.2.9. Ventilación	67

3.2.9.1.	Ventilación natural	67
3.2.9.2.	Ventilación mecánica	69
3.2.10.	Suministro de energía eléctrica	71
3.2.10.1.	Abastecimiento por empresas de servicio	71
3.2.10.1.1.	Componentes del sistema	72
3.2.10.1.2.	Mantenimiento	79
3.2.10.2.	Sistema de suministro de emergencia (planta eléctrica)	80
3.2.10.2.1.	Descripción del sistema	80
3.2.10.2.2.	Clasificación de los sistemas	81
3.2.10.2.3.	Componentes del sistema	82
3.2.10.2.4.	Mantenimiento	82
3.2.10.3.	Energía de reserva estacionaria (UPS)	84
3.2.10.3.1.	Mantenimiento	85
3.3.	Instalaciones (descripción y mantenimiento)	85
3.3.1.	Obra civil	85
3.3.1.1.	Techos	85
3.3.1.2.	Paredes	88
3.3.1.3.	Pisos	90
3.3.1.4.	Mobiliario (muebles de cajas)	97
3.3.2.	Instalaciones eléctricas	98
3.3.2.1.	Instalaciones Industriales y comerciales	98
3.3.2.2.	Tipos de instalaciones	98
3.3.2.2.1.	Normas y medidas de seguridad a considerar	101
3.3.2.2.2.	Simbología	102
3.4.	Controles operativos	103
3.4.1.	Formatos	103
3.4.1.1.	Chequeo primario (<i>check list</i>)	103
3.4.1.2.	Requerimientos generales	103
3.4.1.3.	Programación de proyectos de remodelación	103

3.4.1.4.	Control del presupuesto	103
3.4.1.5.	Informe de gastos	104
3.4.1.6.	Informe de inversiones	104
3.5.	Consideraciones de seguridad e higiene industrial	112
3.5.1.	Conceptualización	113
3.5.2.	Seguridad en las operaciones	115
3.5.3.	Análisis de riesgos	116
3.5.4.	Programas de seguridad	118
3.5.4.1.	Primeros auxilios	120
3.5.4.2.	Prevención y protección contra incendios	124
3.5.4.3.	Protección y prevención contra riesgos eléctricos	137
3.6.	Consideraciones medioambientales	140
3.6.1.	Consideraciones de producción más limpia en la prestación de servicios.	140
3.6.2.	Tipos de desechos que se generan	142
3.6.2.1.	Líquidos	142
3.6.2.2.	Sólidos	143
3.6.2.3.	Gaseosos	143
3.6.3.	Manejo de los desechos (control y disposición)	143
3.6.3.1.	Control de la contaminación del aire	143
3.6.3.2.	Disposición de los residuos líquidos	145
3.6.3.3.	Disposición de residuos sólidos	146
3.6.4.	Normas medioambientales que aplican	148

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1.	Presentación de la propuesta	149
4.2.	Capacitación a los supervisores	149
4.2.1.	Planificación	149
4.2.2.	Organización y programación	150

4.2.3. Ejecución	150
4.2.3.1. Conceptualización	150
4.2.3.2. Programas de mantenimiento por área técnica	151
4.2.3.3. Formas de aplicación	151
4.2.3.4. Procedimientos de ayuda	151
5. SEGUIMIENTO	
5.1. Retroalimentación (documentada)	153
5.2. Medición y análisis de los resultados	153
5.2.1. Técnicas (Reportes de control, medición del desempeño, medición de la productividad)	153
5.2.2. Económicas (Comparación de costos por período)	154
5.2.3. Cualitativas (nivel de confianza del servicio)	154
5.3. Propuestas de cambios	154
5.4. Implementación de los cambios	155
CONCLUSIONES	159
RECOMENDACIONES	161
BIBLIOGRAFÍA	162
APÉNDICE	163

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama del departamento de mantenimiento	13
2.	Diagrama de flujo del proceso de facturación	17
3.	Circuito simple de refrigeración	42
4.	Equipo de transporte, manejo y selección de productos	51
5.	Tratamiento de agua por filtros UV, carbón activado y sedimentos	55
6.	Tipos de bulbos para lámparas existentes en el mercado	66
7.	Simbología y descripción eléctrica	102
8.	Formato de chequeo primario (hoja 1)	105
9.	Formato de chequeo primario (hoja 2)	106
10.	Formato de de requerimientos generales (programación)	107
11.	Formato de programación de proyectos de remodelación	108
12.	Formato de control del presupuesto	109
13.	Formato de informe de gastos	110
14.	Formato de informe de inversiones	111
15.	Programa de seguridad industrial	119
16.	Reporte de control de mantenimiento por área	155
17.	Reporte de control de mantenimientos totales	155
18.	Ejemplo de una bitácora para equipo	156
19.	Programación de mantenimiento de equipo refrigerado	168
20.	Modelo de un permiso para trabajos de corte y soldadura	178
21.	Reglamento para trabajos de corte y soldadura	179
22.	Simbología y colores de seguridad	181
23.	Señales de información	181

TABLAS

I.	Categorización del equipo	28
II.	Clasificación del trabajo	28
III.	Tipos de conductores disponibles	99
IV.	Tipos de tuberías para conductores eléctricos	99
V.	Factores de riesgos y medidas de seguridad	118
VI.	Lista de contenido mínimo de un botiquín	123
VII.	Tipos de incendios y extinguidores	136
VIII.	Identificación y control de las fuentes de contaminación del aire	144
IX.	Resumen de planificación de la capacitación	149
X.	Programación de capacitación	150
XI.	Causas comunes a los problemas de mantenimiento	157
XII.	Ejemplo de penalización por bajo factor de potencia	173
XIII.	Tipos de señales ópticas usadas en la seguridad industrial	180
XIV.	Colores indicadores de riesgo	182
XV.	Colores básicos de identificación para tuberías	183

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
%	Porcentaje
A	Amperios
oC	Grados centígrados
c3	Centímetro cúbico
oF	Grados Fahrenheit
ft	Pie
gal/min	Galones por minuto
HP	Caballos de fuerza
KW	kilowatt
KVA	kilovattios-amperios
KV/H	kilovattios-hora
Kg	Kilogramo
lb	Libra
m3	Metro cúbico
mg/L	Miligramos por litro
mmHg	Milímetros de mercurio
mg/L	Miligramos por litro
Psi	Libra por pulgada cuadrada

GLOSARIO

Calidad	Conjunto de cualidades de una persona o cosa que cumplen con los requerimientos del cliente.
Capacidad instalada	Es la disponibilidad de recursos materiales (instalaciones, máquinas, equipos e insumos) y humanos que se tienen en una planta o empresa para producir un bien o servicio.
Diagrama	Representación gráfica de las relaciones entre varias magnitudes o de las disposiciones de los elementos de alguna cosa.
Diagrama de flujo de proceso	Se utiliza para analizar completamente las relaciones existentes entre las operaciones, inspecciones, transportes, haciendo énfasis en los costos ocultos o indirectos como los de retrasos, de almacenamiento y de manejo de materiales.
Eficacia	Consecución de objetivos.
Eficiencia	Logro de los fines u objetivos con la menor cantidad de recursos.
NFPA	<i>Nacional Fire Protección Asociation</i> (Institución Estadounidense que adopta reglamentos y normas

relativas a la prevención, protección, combate y riesgo de incendios).

Procedimiento	Forma específica de efectuar una actividad. Serie de pasos a seguir en un orden definido para lograr algo.
Presión baja	Son presiones en un ciclo de refrigeración del lado de la evaporación, entre la válvula de expansión, el evaporador hasta la succión del compresor.
Presión alta	Son presiones del ciclo de refrigeración del lado de la condensación entre la salida del compresor, el condensador hasta la válvula de expansión.
Principio	Verdad fundamental, o que en un momento determinado se considera como tal, que explica las relaciones entre dos o más grupos de variables, por lo general una independiente y otra dependiente.
Productividad	Es la razón de la producción de bienes o servicios entre los insumos utilizados en un período definido, tomando en cuenta la calidad.
Válvula de expansión	Válvula termostática que regula tanto la presión como el flujo del gas refrigerante.

RESUMEN

La administración, como un elemento de la gestión moderna, es una herramienta clave para la consecución del aumento de la productividad y eficiencia de cualquier empresa, es por ello que en el contenido de este trabajo de investigación se da una visión general de cómo implementar en una empresa de supermercados, la administración del mantenimiento.

En el funcionamiento de los supermercados, las operaciones de mantenimiento constituyen el área estratégica para el desempeño de las máquinas, equipos e instalaciones; sin embargo, para lograrlo se deben aplicar formas estructuradas de trabajo propias de la ingeniería basados en la excelencia operativa a través de la evaluación del desempeño, garantizando la conservación de las inversiones de capital y un servicio con alto estándar de calidad a los clientes.

Este proyecto contiene elementos básicos de la administración del mantenimiento desde la conceptualización, la organización y funcionamiento del departamento, con énfasis en la supervisión, estableciendo criterios y procedimientos que ayudarán en la toma de decisiones, facilitando un mayor nivel de comprensión de los problemas y soluciones.

Así también se definen las funciones primarias de un supervisor y se describen técnicamente los equipos e instalaciones con algunos programas de mantenimiento, además de presentar controles operativos con formatos estándares para determinar el cumplimiento de los planes, tomando en cuenta

la productividad, la disminución de los costos de operación, la seguridad industrial y la protección del medio ambiente.

Finalmente, se hacen consideraciones de implementación y seguimiento de la propuesta, orientadas a evaluar los resultados de la aplicación por medio de la retroalimentación, la medición y el análisis.

OBJETIVOS

GENERAL

Aumentar la productividad y eficiencia además de disminuir costos en la ejecución de las tareas de mantenimiento usando conocimientos, criterios y formatos de trabajo preestablecidos y estructurados propias de la administración del mantenimiento.

ESPECÍFICOS

1. Minimizar los tiempos de ejecución, aumentar la calidad y confiabilidad, disminuir los costos de operación, conservar los recursos existentes, usar al máximo la capacidad instalada; sin perder de vista la seguridad, la salud de los que intervienen, además de las condiciones medio-ambientales.
2. Crear y estandarizar los procedimientos y formatos de control de las operaciones.
3. Definir conceptualización básica para la toma de decisiones tanto técnicas como económicas.
4. Lograr por medio de los controles operativos encontrar y eliminar los costos ocultos.

5. Adoptar un plan de mantenimiento preventivo para mantener y establecer la vida del activo y reducir el tiempo de ocio o fuera de servicio.
6. Obtener de acuerdo con los registros generados por las actividades de mantenimiento, información para la elaboración de presupuestos reales.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación pretende ser una ayuda para supervisores, coordinadores o gerentes que se desempeñan en el campo del mantenimiento de máquinas, equipos e instalaciones de supermercados. Estos se han ido desarrollando aceleradamente en todas sus áreas; sin embargo, ante la presencia de fuerzas externas e internas del mercado se torna necesario ser competitivo, manteniendo los más altos estándares de calidad al menor costo posible.

En el funcionamiento de los supermercados, la demanda cada vez mayor al departamento de mantenimiento como garante del desempeño de las máquinas, equipos e instalaciones, se deriva de las necesidades de mayor cobertura, exposición y horarios extendidos hacia los clientes.

Este proyecto contiene elementos básicos de la administración del mantenimiento desde la conceptualización (capítulo 1), la organización actual del departamento, su funcionamiento con énfasis en la supervisión (capítulo 2), así como consideraciones administrativas, programas de mantenimiento por equipo y los controles operativos para determinar el cumplimiento de los planes; tomando en cuenta la productividad, la disminución de los costos de operación, la seguridad industrial y la protección del medio ambiente (capítulo 3). Al final encontraremos consideraciones de implementación de la propuesta y del seguimiento necesario (capítulo 4 y 5).

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Descripción de la empresa

La empresa en cuestión se desarrolla básicamente en el área comercial como medio de distribución de una amplia variedad de productos al detalle. Inició operaciones hace más de 75 años, teniendo una transformación y crecimiento en todo este período, siendo actualmente líder en el mercado nacional y centroamericano caracterizado por la satisfacción de los clientes, derivado de una alta motivación de sus colaboradores y la implementación de estándares de calidad.

Los productos que se ofrecen a los clientes varían desde perecederos como lácteos, carnes, verduras, comida, panadería, y no perecederos como abarrotes y novedades, siendo éstos últimos los comestibles y ropa, entre otros, respectivamente.

Los clientes están constituidos por consumidores finales, teniendo una estructura de comercialización definida por departamento, según la naturaleza de los productos.

Los departamentos que conforman un supermercado están integrados por una logística centralizada, que va desde el área de almacenaje, ventas, servicio al cliente, compras, cómputo, y administración, entre otros.

1.2. Definición de mantenimiento

Es toda actividad administrativa y técnica que se desarrolla relacionada al buen funcionamiento, conservación y reparación de las máquinas, equipos e instalaciones.

1.2.1. Tipos de mantenimiento

Según la naturaleza del trabajo de mantenimiento se clasifican en:

- a. **Mantenimiento correctivo.** Son todos los trabajos y actividades que se realizan para corregir una falla o interrupción en la operación de un equipo. Se basa en la reparación de ocurrencia de fallas; no existe una programación anticipada de mantenimiento, generando costos altos por la pérdida de producción o a la falta de prestación del servicio, derivado de los tiempos de inactividad del equipo. Cuando el trabajo es crítico donde está en peligro la vida de la persona, o si ocurre una falla en el proceso que ocasione disminución o pérdida inminente de productos y servicios, se denomina trabajo de emergencia.
- b. **Mantenimiento preventivo.** Es la ejecución planificada de un sistema de inspecciones periódicas, cíclicas, programadas y de trabajos previstos o determinados necesarios. Garantiza la disponibilidad de equipos e instalaciones de la unidad, crea confiabilidad en el uso de los equipos e instalaciones, asegura que el proceso opere normalmente dentro del control, preservando las inversiones del capital. Se basa en programas rutinarios de mantenimiento y sustitución de partes, trata de anticiparse a las ocurrencias de fallas. Su objetivo es la detección anticipada de condiciones de trabajos anormales y de solicitar la ejecución

de los servicios necesarios para que los problemas detectados sean corregidos en su fase inicial y así obtener el máximo rendimiento de las máquinas.

- c. **Mantenimiento predictivo.** Es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Se basa en la utilización de nuevas tecnologías de instrumentación a través de las siguientes técnicas: monitoreo y análisis de las tendencias de operación por medio de la termografía infrarroja, análisis de vibraciones, análisis de los lubricantes y ultrasonido de alta frecuencia entre otras.

- d. **Mantenimiento proactivo.** Es el último avance del desarrollo de programas de mantenimiento y se basa en la aplicación de la integración de tecnologías de mantenimiento predictivo, preventivo y la investigación avanzada del origen de fallas; utilizando herramientas analíticas y de la ingeniería, dirigidas a identificar y corregir el problema oculto, para eliminar las fallas repentinas y los paros forzados mediante la modificación de cambios de diseño y criterios de aceptación estricta en maquinaria nueva y reconstruida.

1.2.2. Plan de mantenimiento

Constituye un plan de trabajos de mantenimiento, conteniendo información donde se identifica el curso de acción: se define qué tareas se harán (alcance del servicio), cómo se efectuarán dichos trabajos (métodos, técnicas, y herramientas), cuándo (programación) y cuánto se va hacer (la cantidad del trabajo), cuánto va a costar, quiénes intervienen (personal calificado) y con qué

elementos contamos para llevarlo a cabo (nuestros recursos), teniendo siempre en cuenta los elementos de control para el cumplimiento de los objetivos.

Es importante anotar que debemos guiarnos por el manual del fabricante y ajustarlo a las condiciones generales de operación de las máquinas o equipos; sin embargo, en el caso de que no se tengan los manuales nos basaremos en la experiencia y la investigación.

1.2.3. Criterios y parámetros para la elaboración de un plan de mantenimiento

Al elaborar un plan de mantenimiento se deben tomar en cuenta según sea el caso, criterios (políticas establecidas) y parámetros; además de evaluar las ventajas y desventajas de realizarlo; como se describe a continuación:

Criterios

- a. Programación. Mantenimiento por horómetro, por recorrido o bien por fechas estándares (mensual, bimensual, etc.). Efectuar trabajos de mantenimiento mayores en temporadas bajas.
- b. De funcionamiento. Racionalizar o balancear las cargas de trabajo.
- c. Costo. Tomar el costo más viable sin perder de vista la calidad.
- d. Disponibilidad. Cuando los equipos trabajan sin interrupción, evaluar la posibilidad de rentar equipo si no se puede efectuar *by-pass*.
- e. Sustitución. Evaluar sustituir la máquina cuando el costo de reparación exceda el 50 % de su valor original o de mercado. Si su rendimiento es muy bajo y el costo de mantenimiento alto en comparación a máquinas similares. Si su funcionamiento afecta considerablemente las condiciones ambientales, o bien si se tienen identificados riesgos no reparables.

Parámetros

- a. Condiciones ambientales de operación. Humedad, polvo, calor, etc.
- b. La carga de trabajo.
- c. Tipo de servicio que presta la máquina. Normal, crítico o de emergencia.
- d. Tiempo para efectuar los trabajos de mantenimiento.
- e. Naturaleza del trabajo. Grado de dificultad, especialización, etc.
- f. Condiciones medio ambientales y de seguridad industrial.
- g. Vida útil de la máquina y tiempo de estar operando.
- h. Variables de monitoreo en operación:
 - h.1. Vibración de los cojinetes.
 - h.2. Temperatura de las conexiones eléctricas.
 - h.3. Resistencia del aislamiento de la bobina de un motor.
 - h.4. Presiones altas o bajas en los compresores.
 - h.5. La densidad de los fluidos.
 - h.6. La presión y el volumen de descarga en las bombas de agua.
 - h.7. Ruidos anormales de arranque y parada en los motores.
 - h.8. Pureza de los líquidos. Aceite sin contaminación.

Cuestionamientos para evaluar las ventajas y desventajas de realizar un plan de mantenimiento (análisis):

- a. ¿Está este requerimiento o trabajo dentro del presupuesto?
- b. ¿Cumple con los estándares y especificaciones técnicas del área?
- c. ¿Existen materiales o repuestos disponibles?
- d. ¿Se cuenta con mano de obra calificada y certificada?
- e. ¿Se tienen otras alternativas o métodos de solución?
- f. ¿Cuál es la hora o el día más apropiados para realizarlo?
- g. ¿Afecta o no la operación de la tienda?
- h. ¿Qué contingencias y medidas podríamos tener al realizarlo?

- i. ¿Cumple con las normas de seguridad y medio ambiente?
- j. ¿Está dentro del costo de mercado o de referencia?
- k. ¿Es mejor hacer la compra del equipo, local o en el extranjero?
- l. ¿Qué ventajas se tienen para la negociación?
- m. ¿Está vigente y se tienen las condiciones para reclamar garantía?
- n. ¿Se realizará con personal propio o con proveedor?

1.2.4. Evaluaciones económicas

La función de toma de decisiones económicas implica generar u obtener varias opciones de servicios de mantenimiento (con sus costos), cuando menos dos, y así seleccionar la alternativa con el costo más viable; siempre y cuando cumpla previamente con los requisitos técnicos como la funcionalidad, garantía de servicio, seguridad industrial, etc. Resulta a veces que no siempre la oferta más económica sea la mejor, por eso es necesario que se tenga el cuidado de evaluar con los mismos parámetros (tiempo de entrega, calidad de los materiales y mano de obra, y garantía de servicio entre otros).

En las evaluaciones económicas buscamos obtener el costo total de un servicio o producto, para lo cual se consideran tres tipos de costos (en los que incurren nuestros proveedores y nosotros) que se describen a continuación:

Costos fijos. Son todos aquellos que se generan al efectuar cualquier trabajo desde la generación de la orden de trabajo hasta la entrega del mismo: pago de servicios básicos (agua, luz, alquileres varios, teléfono), gastos administrativos, mano de obra, materiales, depreciaciones (vehículos, etc.), etc.

Costos variables. No son atribuibles a un área específica, y dependen de factores variables como la cantidad, el horario de ejecución de la obra, y la

calidad; entre ellos tenemos: pago de tiempo extraordinario, fletes (depende de la distancia), primas de seguros, impuestos (ISR, IVA, IEMA), viáticos, imprevistos, materiales adicionales varios, etc.

Costo total. Es la suma de los costos anteriores (fijos y variables) y que representan la totalidad de la inversión para producir u obtener un servicio.

Todas las evaluaciones económicas se hacen en función del tiempo (periodo), considerando el costo de oportunidad y la tasa de interés.

Las técnicas de matemáticas financieras que se aplican en algunos casos son: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), las cuales encontramos en textos de ingeniería económica.

a. Evaluación económica antes de operar. En el caso de un trabajo de mantenimiento preventivo (o de rutina), se evalúa el costo total (costos fijos + costos variables) verificando que esté dentro del costo de mercado, o cuando menos no sea mayor a los costos de referencia documentados. El valor agregado acá puede ser producto de una buena negociación donde se logre un descuento sin que se pierda la calidad del servicio requerido.

Existe, sin embargo, una atención especial cuando el trabajo de mantenimiento consiste en una reparación mayor e implica una inversión alta; aquí hay que evaluar las alternativas de cambio de la máquina con respecto a la alternativa de reparación completa (en algunos casos se rediseña todo el proceso) utilizando cualquiera de las técnicas mencionadas, según el criterio que se tenga.

- b. Evaluación económica en operación.** Es necesario hacer esta evaluación cuando ya está funcionando la obra o el equipo y así poder ejecutar acciones correctivas (ajustes) si fuese necesario. Considerar en esta evaluación los costos incurridos (desembolsos efectuados) y los costos por cubrir. Es notorio que se compara con los datos proyectados.

- c. La evaluación económica final.** Debe hacerse cuando ha transcurrido algún tiempo en el que el equipo o la instalación está operando, esto con el fin de verificar si está dando los resultados esperados tanto en rendimiento como en el costo. Contabilizar hasta el momento de la evaluación cual ha sido el costo total incurrido y cuales han sido los beneficios en comparación con los datos proyectados originalmente.

1.3. Nuevas tecnologías en el mantenimiento

Los programas de mantenimiento más avanzados se basan en la aplicación de la integración de las tecnologías de mantenimiento predictivo, preventivo y la investigación avanzada del origen de fallas, por medio del monitoreo y análisis de las tendencias de operación.

Entre estas tecnologías de mantenimiento tenemos:

- a. Termografía infrarroja.** Es una de las herramientas más comunes de la instrumentación en la ingeniería, que consiste en la medición de temperatura por medio de cámaras de arreglo de plano focal. Ésta cámara nos proporciona imágenes de alta resolución que dan información del estado real de los equipos e instalaciones por medio del cual permiten evaluar y tomar decisiones manteniendo la continuidad en

las actividades productivas. Esta técnica de no contacto permite evaluar los equipos funcionando bajo condiciones normales de operación.

Las aplicaciones pueden ser en las áreas: eléctricas (líneas de transmisión y distribución), mecánicas (aislamiento en tuberías, ductos, hornos, tanques; fricción en equipos rotatorios como engranes, rodamientos, bandas de transmisión, bombas, compresores; flujo de fluidos en líneas de vapor, válvulas, intercambiadores de calor, sistemas de enfriamiento y calefacción, bloqueo de tuberías), en pruebas no destructivas (fundiciones, extrusiones, soldaduras) y en edificios (pérdida o deterioro de aislamiento, infiltración y exfiltración de aire, acumulación de humedad en techos, etc.

- b. Análisis de vibraciones.** El análisis de vibraciones sirve para detectar fallas futuras y problemas mecánicos internos en maquinaria rotativa y alternativa. Las vibraciones se refieren a movimientos oscilatorios de vaivén en estructuras, maquinaria o componentes de éstas debido a desbalances mecánicos, desalineamiento, deflexión o elongación de ejes, defectos de cojinetes, de dientes de engranajes, desprendimiento y aflojamiento de partes mecánicas, defectos en fajas y poleas, resonancia, etc.

La forma de obtener las mediciones de las vibraciones es por medio de un sensor (transductor de vibración) y desplegada en una pantalla de un graficador (osciloscopio).

Los parámetros a medir en el análisis de vibración son desplazamiento (en milésimas de pulgada o micras), velocidad (en mm/seg) y aceleración (en m/seg²) a través de las propiedades como la amplitud, la frecuencia, periodo y el ángulo de fase.

- c. **Análisis de los lubricantes.** En el análisis de los lubricantes analizamos la viscosidad, número de base total (TBN) y el grado de acidez (PH); y en el espectro fotómetro o espectrometría se analiza el desgaste de metales (porcentajes presentes de aluminio, cobre zinc o plomo). Debe hacerse periódicamente para ir conociendo las tendencias y así tener base para la toma de desiciones preventivas como el cambio de tipo de lubricante, tipo de chumaceras, la frecuencia del mantenimiento o el reemplazo de la máquina.

- d. **Ultrasonido de alta frecuencia.** Se utiliza para monitorear fuga de gases en calderas, aires comprimidos, espesores de tanques, etc., ya que las fisuras en paredes metálicas o no metálicas se dan por corrosión electroquímica.

1.3.1. Ventajas y desventajas de su aplicación

Ventajas

- a. No interfiere con la operación de la máquina o equipo.
- b. No hay paradas repentinas en las máquinas.
- c. No hay pérdidas de producción o de atención al cliente.
- d. Anticipa los requerimientos de mantenimiento oportunamente.
- e. Evita las molestias derivadas de la no atención a los clientes.

Desventajas

- a. El costo inicial de la inversión en equipo es alto en comparación con los mantenimientos tradicionales.
- b. No hay disponibilidad inmediata en el mercado.
- c. Necesita mano de obra altamente calificada para efectuarse.

2. PROCESO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO

2.1. Descripción del departamento de mantenimiento

El departamento de mantenimiento es uno de los más importantes de la organización, ya que tiene a su cargo la funcionalidad de las máquinas, equipos e instalaciones con los que es posible la exposición de los productos y la prestación de los servicios a los clientes.

Su función básica es proveer los servicios para el buen funcionamiento, conservación y reparación de los equipos e instalaciones por medio de la aplicación de programas de mantenimiento preventivo a fin de combatir el deterioro y la destrucción prematura, logrando así disminuir los costos de operación, las llamadas de emergencia, y aumentando la eficiencia y confiabilidad en el funcionamiento.

Los servicios que se prestan tienen relevancia tanto técnica como administrativa y va dirigida en primer lugar a los clientes internos de la organización; desde gerente hasta personal operativo, quienes son los que en primera instancia están en contacto directo con los clientes externos.

En los casos que se requiera, el departamento de mantenimiento asesora al departamento de planificación en la compra de equipos nuevos, para lo cual se debe trabajar en estrecha colaboración con los distintos niveles administrativos de la empresa.

Entre las máquinas, equipos e instalaciones a los que se les da mantenimiento se tienen:

Equipos

- a. De refrigeración y aire acondicionado
- b. De carnicería
- c. De Extracción
- d. De transporte
- e. De suministro y tratamiento de agua
- f. De iluminación
- g. De ventilación
- h. De suministro de energía eléctrica, etc.

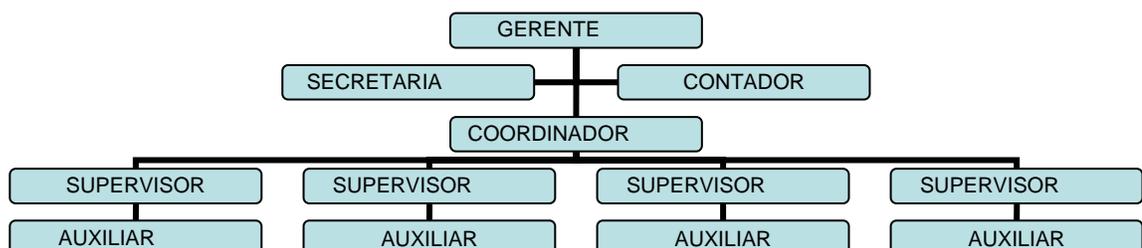
Instalaciones

- a. De obra civil: pisos, techos, paredes, mobiliario.
- b. Eléctricas, etc.

2.1.1. Estructura organizacional

Su estructura se rige por una organización funcional. Está formalmente establecida, donde el desempeño individual contribuye a alcanzar las metas del grupo. La organización del departamento se describe en la figura 1.

Figura 1. Organigrama del departamento de mantenimiento



2.1.2. Funciones de cada área

El departamento de mantenimiento se organiza de la siguiente manera:

Gerente de mantenimiento

- a. Desarrolla las funciones básicas de la administración para cumplir con las metas del departamento y así contribuir al logro de las metas de la organización.
- b. Es el responsable de establecer las políticas y las metas del departamento, además de velar por que se cumplan dichas metas y se tengan los recursos necesarios para lograrlas.
- c. Autoriza los documentos de pago y tramites especiales.

Secretaria

- a. Establece la comunicación entre gerencia y los distintos formatos de mantenimiento.
- b. Asiste a la gerencia en las distintas actividades que realiza.
- c. Atiende a los proveedores. Es el enlace entre éstos y el personal de mantenimiento.

Contador

- a. Es el responsable del trámite de documentos de pago de los proveedores de servicios.
- b. Mantiene y actualiza los registros contables.

Coordinador de mantenimiento

- a. Es el responsable de ejercer funciones esenciales de la administración para lograr la armonía de los esfuerzos individuales a favor del cumplimiento de las metas del grupo.

- b. Establece las metas y los parámetros generales para el formato de mantenimiento al que representa, y vela porque se cumplan los requerimientos de los clientes internos conforme a las normas.
- c. Ejerce control sobre las actividades que desarrollan los supervisores.

Supervisor de mantenimiento

- a. Es el responsable directo del buen funcionamiento de los equipos e instalaciones de las tiendas asignadas.
- b. Responsable de establecer, implementar y controlar el sistema de mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos e instalaciones.
- c. Ejerce mayor énfasis en las funciones de supervisión y control de los servicios que prestan los proveedores.
- d. Responsable del buen desempeño del auxiliar de mantenimiento.

Auxiliar de mantenimiento

- a. Realiza tareas primarias de supervisión, chequeo, ajustes básicos y reparaciones menores no especializadas.
- b. Junto con el supervisor verifica que los objetivos de mantenimiento se logren de acuerdo a los estándares establecidos.

2.1.3. Asignación de las tareas de mantenimiento

Cuando esta función la desarrollan los supervisores, se refiere al procedimiento de asignación de trabajos específicos tanto para auxiliares de mantenimiento como proveedores de servicios calificados.

La asignación se hace luego de tener una planeación, identificación, clasificación y programación de los trabajos de mantenimiento que se requieren tanto a equipos como a instalaciones. En los casos que se nos requieran

algunos trabajos específicos de las distintas unidades del supermercado, se deben utilizar las funciones mencionadas, seguidamente se hace la evaluación tanto técnica como económica, tomando como base la naturaleza de los servicios: tiempo, prioridad, costo, presupuesto, grado de dificultad, etc. Luego de estas consideraciones administrativas y de tener las autorizaciones respectivas, se le asigna ya sea al auxiliar de mantenimiento o bien al proveedor de servicio especializado.

2.1.4. Controles operativos

Estos controles son los que sirven para hacer las distintas evaluaciones tanto técnicas como administrativas de los trabajos de mantenimiento que se van a realizar, se están realizando o que ya se hayan efectuado. Entre los más importantes se tienen las hojas de chequeo primario (*check list*), hojas de requerimientos y control del presupuesto.

2.1.4.1. Las hojas de chequeo primario (*check list*)

Esta es una herramienta que como su nombre lo indica, se utiliza para hacer una evaluación primaria a los equipos e instalaciones (auditoría técnica) y así conocer el estado físico, condiciones de operación y deficiencias.

2.1.4.2. Las hojas de requerimientos

Cuando ya se ha efectuado una evaluación primaria por medio de un *check list*, se planifican los trabajos de mantenimiento, haciendo uso de las hojas de requerimientos. Estas consisten en un formato donde se tiene un listado de todos los requerimientos, se define quien lo va a efectuar, además de

la programación y la naturaleza del trabajo: prioridad, condición y área técnica. Se tiene especial cuidado en indicar quien autoriza dichos trabajos.

2.1.4.3. Control del presupuesto

Con esta herramienta se logra controlar el uso de los recursos económicos o mantenerlos dentro de los límites establecidos del presupuesto. Consiste básicamente en un formato que incluya por un lado el listado de equipo e instalaciones a los que se les efectúa mantenimiento con la programación respectiva, y los costos acumulados a la fecha de la evaluación dentro de un período establecido.

2.1.5. Alcance de las operaciones (informes)

Se tienen estas herramientas para el análisis y posterior presentación de los resultados obtenidos de las tareas de mantenimiento. Estos pueden ser por períodos semanales, mensuales, trimestrales o bien de acuerdo al período que se defina. Contienen básicamente información de qué actividades, tareas o proyectos se han efectuado en una unidad específica, cuál fue el costo incurrido, e información relevante suscitada.

2.1.6. Proceso de facturación

Consiste en todos los procedimientos administrativos necesarios para hacer efectivo el pago a los proveedores de servicio. Y se inicia desde que el proveedor entrega sus facturas hasta cuando éstas se le cancelan.

2.1.6.1. Diagrama de flujo del proceso (operativo)

Este diagrama presenta o muestra los detalles de cómo una o varias personas ejecutan una serie de operaciones relativas al proceso de facturación, como se muestra en la siguiente figura 2.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de facturación

PAG. 1 DE 1		MÉTODO ACTUAL			FECHA: 17 de Nov. 04.	
UBICACIÓN Guatemala Ciudad.		Por: Domingo Godínez				
RESUMEN	OPERACIÓN	OPERACIÓN CREAR REGISTRO	TRANSPORTE	ALMACENA MIENTO	DEMORA	INSPEC CIÓN
CANT. TOTAL		9	5		1	1
DIST. TOTAL		0	0		0	0
TIEMPO TOTAL		14	2.5		3	3
EVENTO	SÍMBOLO DE EVENTO	TIEM PO (días)	DIST	RECOMENDACIÓN DE MÉTODO		
Recepción de las facturas al proveedor por el contador	○ ◎ → ▽ □	2		Verificar datos contables y fiscales		
Ingreso de datos al registro por el contador	○ ◎ → ▽ □	0.5				
Entrega de documentos al supervisor	○ ◎ → ▽ □	0.5		Verificar la cantidad		
El supervisor se lleva las facturas para revisión y registro técnico	○ ◎ → ▽ □	0.5				
Efectuar las revisiones y los cuadros de registro por unidad	○ ◎ → ▽ □	2		Hacer las primeras devoluciones		
Llevar los documentos a la gerencia del supermercado (supervisor)	○ ◎ → ▽ □	0.5		Tener cita previa programación		
Sacar visto bueno a cada gerencia de supermercado	○ ◎ → ▽ □	2				
Llevar documentos al coordinador y gerente de mantenimiento	○ ◎ → ▽ □	0.5				
Sacar visto bueno del coordinador y del gerente de mantenimiento	○ ◎ → ▽ □	2				
De gerencia de mantenimiento son regresadas al contador	○ ◎ → ▽ □	0.5		Hacer las últimas devoluciones		
El contador crea nuevo registro para trámite al departamento de gastos	○ ◎ → ▽ □	1				
Son llevadas al departamento de contabilidad general (gastos)	○ ◎ → ▽ □	0.5				
Recepción de facturas en el departamento de gastos para su trámite de pago final	○ ◎ → ▽ □	2				
Trámite interno para autorización final de pago, previo registro	○ ◎ → ▽ □	3				
Esperar el día indicado para hacer la liberación del pago	○ ◎ → ▽ □	3				
Pago de facturas al proveedor	○ ◎ → ▽ □	1		Cerciorarse del día exclusivo de pago		

3. PROPUESTA DE EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

3.1. Consideraciones administrativas

La administración del departamento de mantenimiento estará formulada en base a la estrategia de la empresa, por medio de la cual se busca alcanzar los objetivos.

La orientación del departamento debe ser hacia el servicio a los clientes internos de la organización. Teniendo como elemento más importante el recurso humano, basándonos en la excelencia operativa, la cual nos indica ser eficientes y efectivos en todos los procesos o tareas que desarrollaremos, midiéndonos a través de la evaluación del desempeño.

Actualmente, la forma óptima del mantenimiento en los supermercados de Guatemala es la técnica del mantenimiento preventivo y se basa principalmente en las políticas siguientes:

- a. **Maximizar la efectividad del equipo.** Consiste en utilizar al máximo la capacidad instalada, buscando siempre eliminar todas las pérdidas y desperdicios, así como lograr eliminar los tiempos muertos.
- b. **Actividades de grupos pequeños.** Debido a que no se puede tener un departamento de mantenimiento tan grande con todas sus especialidades, nos dedicaremos a las tareas más importantes para el logro de los objetivos; es el caso de la supervisión, para lo cual no se necesita más

que un grupo pequeño de colaboradores con una amplia visión en el área técnica y administrativa.

- c. **Tercerizar los servicios de mantenimiento.** Consiste en obtener servicios especializados de contratistas o proveedores sin tener que invertir muchos recursos, lo cual resultaría oneroso. La gestión moderna nos indica que debemos desarrollarnos en lo que mejor podemos hacer.

3.1.1. Organización de la estructura

Se sugiere una organización funcional orientada al servicio, la cual estará articulada por un equipo de trabajo técnico y administrativo. Las subdivisiones funcionales deben ser determinadas en base a estudios de las necesidades.

3.1.2. Misión

Ser el departamento técnico que proporcione servicios de mantenimiento, garantizando la disponibilidad y confiabilidad del equipo e instalaciones de la unidad, preservando la inversión del capital; mediante la planificación de rutinas de servicio y sustitución de partes, con el objeto de que el proceso opere normalmente, con cero fallas, al menor costo; contando con el personal mejor calificado y trabajando en estrecha colaboración con los proveedores.

3.1.3. Funciones principales del supervisor

Se hace énfasis en las funciones del supervisor, ya que es el elemento clave para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo. Las funciones básicas de la administración de mantenimiento son planeación, identificación,

clasificación, programación, control y valoración del trabajo aunado a las habilidades técnicas y de conceptualización.

3.1.3.1. Planeación y estimación del trabajo

Esta función planifica los trabajos de mantenimiento y estima el tiempo necesario para terminarlos. Estas estimaciones son las bases sobre las que se programa el trabajo de mantenimiento y también son el fundamento sobre el cual la gerencia evalúa el trabajo y los costos de mantenimiento.

Planeación

Aquí se debe especificar el trabajo a realizar, el material y el equipo necesarios, la forma de dividirlo en fases y las habilidades técnicas necesarias.

- a. Alcance del trabajo. Deberá corresponder a la orden del trabajo o al reporte de inspección. Principalmente, debe incluir lo siguiente:
 - Una descripción completa del requerimiento o la deficiencia y de los resultados deseados.
 - Descripción completa del servicio a realizar por área o sistema según sea el caso.
 - Información técnica del equipo y datos de ubicación.
 - La identificación de las instrucciones o condiciones especiales.
 - Datos de la empresa y de los técnicos que efectuarán los trabajos.

- b. Coordinación del material. Aquí se identifican los materiales necesarios para llevarlos a cabo. En la mayoría de los casos se deben observar los pasos siguientes:
 - Identificar todos los materiales y pasos necesarios para el trabajo.

- De ser posible, verificar la disponibilidad de repuestos en bodega o con el proveedor.
- Si la reparación total o los materiales corren por cuenta directa, se deben solicitar previa autorización.
- Si se emite una orden o solicitud de trabajo, marcarla como “en espera de repuestos” hasta que se tengan disponibles.
- Al tener los repuestos disponibles, identificarlos con el número de la orden de trabajo o bien indicar para que equipo está asignado.

Estimación

La estimación se realiza para ofrecer un costo estimado como base para la aprobación y además ofrecer información que ayude a preparar una programación realista del trabajo; para lo cual se tienen los siguientes métodos:

- a. Estimados aproximados. Estos son sólo suposiciones inteligentes basadas en una idea general de lo que han tardado otros trabajos similares en el pasado y en la experiencia del planificador. Y en base a estos estimados el planificador clasifica el trabajo diferentes categorías o prioridades.
- b. Estimados basados en los datos o registros históricos. Se basan en los datos reunidos a partir de la experiencia acumulada. El dato puede ser un archivo de algún trabajo realizado (bitácora). En el caso que se tenga un sistema computarizado de administración de mantenimiento, la base de datos debe estar preparada para tener acceso a dicha información. Para la estimación de trabajos menores, se recomienda emplear los estimados basados en datos históricos y la comparación con datos del mercado.

- c. Estándar de trabajo. Es el tiempo promedio necesario que un trabajador calificado, trabajando a un ritmo normal y con experiencia normal, se demora en hacer una cantidad definida de trabajo con una calidad especificada. Una de las mejores formas estándares son los *Engineered Performance Standards (EPS)*, de la Marina de los Estados Unidos.

3.1.3.2. Identificación de las cargas de trabajo

Los métodos para la identificación de los trabajos de mantenimiento son los siguientes:

Inspección formal

La inspección formal es el método principal de identificación del trabajo, y la puede realizar el personal técnico que esté familiarizado o no con las instalaciones y equipos, como el auxiliar o supervisor de mantenimiento. Estas inspecciones deben ser planeadas y proactivas, además deben cubrir todas las instalaciones y equipos. Las herramientas a utilizar pueden ser las hojas de *check list* o bien las listas de verificación de mantenimiento preventivo por equipo, de las cuales obtendremos el plan de trabajo. El primer paso será siempre tener un inventario actualizado y completo.

En mantenimiento se pueden aplicar cuatro formas de inspección formal como se describe a continuación:

- a. Inspecciones en el mantenimiento preventivo. Se refiere a las inspecciones que se dan como parte del mantenimiento preventivo, tanto a equipos como a instalaciones. Se registran en los reportes de trabajo. Acá obtenemos información de condiciones de operación así como

observaciones y recomendaciones que nos permiten planear el trabajo posterior, ayudándonos a corregir deficiencias y evitar fallas mayores.

- b. Auditoría de las máquinas y equipos. Es la ejecución programada de inspecciones de mantenimiento preventivo a los equipos. Consiste en una inspección visual ejecutada por personal técnico del departamento de mantenimiento con la ayuda del formato de chequeo primario. Éstas constituyen la fuente primaria que nos dará información de las condiciones de operación y estado físico y deben realizarse con el equipo funcionando a plena carga.
- c. Auditoría de las instalaciones. Puede considerarse como un programa de inspección de mantenimiento preventivo para las instalaciones. Consiste en una inspección visual planeada y organizada, ejecutada por personal técnico con la ayuda del formato de chequeo primario que nos producirá información del estado físico.
- d. Inspecciones del operario. Estas consisten en inspecciones básicas del operario asignado; como la limpieza de la máquina e inspecciones visuales. De preferencia deben existir instrucciones documentadas para realizarlas y la programación respectiva.

Solicitud u orden de trabajo

Una solicitud u orden de trabajo no es más que un registro escrito en el que se requiere nuestra intervención para resolver un problema o necesidad surgida en un equipo o instalación. En otros casos, también se maneja por medio de una hoja con un listado de requerimientos.

El formato se elabora de acuerdo a la necesidad o aplicación; sin embargo, debe contener como básico los siguientes datos: área, equipo, fecha, nombre del solicitante, descripción del trabajo solicitado, problema presentado, quien autoriza, y observaciones, entre otras; siendo una forma estándar en el control de las operaciones.

Es necesario llevar un control y centralizarse por unidad; es decir, en el caso del supervisor, llevar una hoja de control de todas las órdenes o requerimientos aprobados y no aprobados. En dicho control es importante que se documente la siguiente información: aviso de recibido, estado del trabajo (avance) y estimado de tiempo para terminarlo.

Mantenimiento predictivo

Al pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina obtenemos información para el reemplazo en base a un plan, antes de que falle.

3.1.3.3. Clasificación del trabajo (y priorización)

La clasificación del trabajo es un procedimiento que determina el tipo de trabajo de mantenimiento a realizar, según los factores siguientes: el costo, el tiempo necesario para ejecutarlo, la urgencia del mismo, la naturaleza repetitiva, grado de dificultad o especialización, área técnica y el propósito del trabajo entre otros. Las categorías son:

- a. Trabajo de emergencia. Este es un mantenimiento correctivo que implica trabajo de seguridad crítica. Además, son necesarios cuando existe una falla en el proceso o en los equipos que ocasione pérdida inminente de productos o de la calidad de los mismos. Este trabajo se puede ejecutar

con una orden verbal, y de inmediato, sin embargo, en cuanto sea posible debe efectuarse una orden escrita.

- b. Trabajo de rutina. Incluye todo el trabajo de naturaleza repetitiva y determinado previamente. Algunos ejemplos son los de conserjería, las revisiones periódicas de los equipos como plantas de emergencia, las revisiones del equipo de seguridad industrial, el cambio programado de lámparas, etc. En realidad es una forma de mantenimiento preventivo.
- c. Trabajo o mantenimiento preventivo. Es la ejecución de trabajos programados periódicamente, como las inspecciones, limpieza, lubricación, ajustes y reparaciones menores. Dependiendo del periodo o frecuencia acumulada y de la magnitud del trabajo lo podemos clasificar en mantenimiento preventivo menor o mayor.
- d. Trabajo o mantenimiento correctivo. Dependiendo de la magnitud del mismo puede clasificarse en trabajo menor y trabajo mayor. Consiste en trabajos de recuperación parcial o total de los equipos e instalaciones. La característica del trabajo correctivo mayor es que se planea (después de que ocurre la falla). Los costos deben ser evaluados con las técnicas de la ingeniería económica.
- e. Mantenimiento predictivo. Esta técnica se utiliza para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de máquina por medio de monitoreo y análisis de las tendencias de operación justo antes de que falle. Las herramientas son de tecnología avanzada y suponen la medición de diversos parámetros en relación con el ciclo de vida del componente. Una medición puede darse en el área eléctrica para constatar el comportamiento de los equipos de suministro o generación.

- f. Trabajo de proyecto. Consiste básicamente en modificar o aumentar (remodelar) las instalaciones o equipamiento. Tiene la característica de tener un presupuesto independiente y que puede tomarse como una inversión, separándolo del costo de mantenimiento.

Establecimiento de prioridades en el trabajo de mantenimiento

- a. Teniendo como restricción: fondos limitados y un alto nivel de exigencia, generalmente se utiliza un sistema sencillo de tres prioridades. Este consiste en denotar como trabajo "A" tiene la mayor prioridad, "B" prioridad normal y "C" baja prioridad; sin embargo, a criterio de quien lo emplea puede tornarse subjetiva por lo cual se recomienda un sistema más formal como el sistema de prioridades *RIME*.
- b. El sistema *RIME* consiste en dos procedimientos: La categorización de cada parte del equipo y la clasificación de cada tipo de trabajo de mantenimiento y se clasifican o denotan de 1 a 10. El 10 es el que tiene la máxima prioridad. En las tablas I y II se muestran unos ejemplos de los índices de categorización del equipo y de clasificación del trabajo. Las prioridades se establecen multiplicando los dos factores (categorización del equipo y la clase de trabajo).

Algunas notas importantes en el establecimiento de prioridades RIME son:

- Cualquier equipo que tenga un riesgo seguro recibe categoría de 10.
- El trabajo con clase 10 nunca se usa en una orden normal de trabajo, esto se reserva para aspectos de seguridad crítica o de emergencia.
- Las notas o valores de los factores deben ser determinados por la gerencia y estar estandarizados.

Tabla I. Categorización del equipo

Categoría		Descripción del equipo
10	Seguridad	Equipo con riesgo de seguridad. Incluye la seguridad del personal y de los alimentos.
9	Servicios públicos	Equipos de servicios públicos que afectan varias líneas de producción. Incluye suministro de agua, compresores, planta de emergencia, planta telefónica, red de datos, etc.
8	Equipo clave para producción	Equipo no disponible en reserva, se detiene toda la línea de producción. Incluye molinos, hornos, empacadoras, etc.
7	Equipo de producción múltiple	Unidades para las cuales existe disponible equipo de reserva; y detienen sólo parte de la línea. Incluyen empacadoras, hornos, etc.
6	Equipo clave para el manejo de materiales	No se dispone de equipo de reserva ni de métodos alternos para mover los productos, incluye montacargas, <i>pallets</i> hidráulicas, etc.
5	Equipo para el manejo de múltiple de materiales	Se dispone de equipos de reserva, existen métodos o equipos alternos para mover los productos. Incluye montacargas, <i>pallets</i> hidráulicas, etc.
4	Equipos de apoyo	Incluye todas las unidades de apoyo, como equipos y herramientas de taller y de oficina, equipo de manejo de desperdicios, etc.
3	Patios y edificios	Incluye equipo de cafetería, oficinas, baños, parqueos, etc.

Tabla II. Clasificación del trabajo

Clase		Descripción del trabajo
10	Seguridad real, seguridad crítica en los alimentos	Trabajo con seguridad crítica, donde la vida o los miembros están en peligro. Contaminación real del producto. El trabajo es una emergencia.
9	Interrupciones, mala calidad	Falla de equipos o procesos. Equipos que causan pérdida del producto, mala calidad y crean una emergencia.
8	Mantenimiento preventivo	Inspección, lubricación y reparación de sistemas de alarma para evitar interrupciones en trabajos de reparación.
7	Trabajo de servicio, seguridad en los alimentos	Trabajo necesario durante los periodos de operación. Riesgo potencial de contaminación del producto.
6	Repuestos, mantenimiento correctivo	Trabajo en partes o unidades de repuesto, no hay repuestos. Mantenimiento correctivo para evitar el trabajo repetitivo.
5	Trabajo en interrupciones	Trabajo necesario, la seguridad en el trabajo no es lo suficientemente crítica como para decidir parar el proceso.
4	Trabajo de rutina, seguridad normal	Trabajo en partes o unidades de repuesto, mantenimiento normal y trabajos con rutinas normales.
3	Mejoramiento de la calidad y la cantidad	Trabajos necesarios para mejorar la calidad o la cantidad de los procesos.
2	Reducción de costos	Trabajo de reducción de costos que no caiga en alguna de las clases superiores.
1	Baños, pintura y conserjería	Mantener en operación las instalaciones de <i>lockers</i> , y sanitarios, decoración, pintura en el área de colaboradores.

3.1.3.4. Programación del trabajo

Este constituye un plan de acción anticipado donde se ha considerado previamente la disponibilidad de mano de obra, materiales y equipo junto con las prioridades relativas a cada trabajo.

La frecuencia de la programación puede ser diaria, semanal, mensual, trimestral o de acuerdo a las recomendaciones de los manuales del fabricante.

Algunas consideraciones a tomar en cuenta previo a realizar programaciones de mantenimiento son:

- a. Tener al alcance los elementos básicos como las solicitudes de trabajo (hojas de requerimientos), los reportes de mantenimiento preventivo, las hojas de chequeo primario (*check list*), y si hubiera, el reporte del mantenimiento predictivo.
- b. Reporte de disponibilidad de mano de obra y materiales. Debemos tener información de la disponibilidad de mano de obra y materiales tanto de proveedores como nuestra; que se ve afectada por factores internos (la temporada, días de asueto), y externos que no podemos controlar.
- c. Disponibilidad de otros programas. Para que la programación sea realista se deben tener las programaciones de atención especial a clientes por temporadas festivas y así tomar ventajas en las áreas disponibles, tanto antes como después de estas fechas.
- d. Priorizar las actividades de acuerdo a su naturaleza y tener flexibilidad para los ajustes que se presenten.

Las herramientas de programación más comúnmente usadas son

- a. La programación C.P.M. es una manera de encontrar la forma más breve y eficiente en tiempo para realizar un trabajo y consiste en proporcionar toda la información necesaria para tomar decisiones en relación al tiempo y costo del proyecto.
- b. Las gráficas de *Gantt*, son gráficas sencillas de barras horizontales que muestran la relación entre varias fases del proyecto, útil para dar seguimientos. Además se ajustan bien para proyectos o trabajos de duración mayor a una semana o que impliquen la coordinación de muchas habilidades o actividades (ver ejemplo en figura 11).
- c. Para casos sencillos se utilizan gráficas por medio de tablas y que generalmente se pueden desarrollar utilizando hojas electrónicas.

3.1.3.5. Control del trabajo

Esta función se desarrolla desde el inicio de un requerimiento o trabajo específico de mantenimiento, además cuando está en pleno desarrollo y al final del mismo, con la finalidad básica de velar porque se estén dando los resultados esperados y tomar las medidas de ajuste si fueran necesarias.

Algunas de las actividades consisten en identificar todos los factores que hacen que se distorsionen tanto la cantidad como la calidad de los servicios y desarrollar las medidas de corrección. También como parte del proceso del control debemos rendir informes a la coordinación o gerencia para que se tomen las decisiones adecuadas a dicho nivel, relativas al cumplimiento de las metas organizacionales y nos apoyaremos en los formatos.

Las herramientas básicas nos ayudarán aun más si se tienen estandarizadas, algunas otras se harán de acuerdo a las necesidades del contexto. Para efectos de mantenimiento tenemos algunos formatos de control operativo y administrativo que nos serán de utilidad; como las hojas de chequeo primario, hoja de requerimientos generales, programación de proyectos de remodelación, hoja de control del presupuesto, informe de gastos, informe de inversiones, hojas de control de reportes de trabajo y lista de verificación de mantenimiento preventivo entre otros (ver subcapítulo 3.4).

3.1.3.6. Valoración del trabajo

Es vital tener una evaluación amplia del trabajo realizado tanto del personal propio del departamento de mantenimiento como de los proveedores y así obtener una inmediata identificación de los problemas y la retroalimentación de información para corregirlos; logrando así una mejora continua en nuestras operaciones.

Entre las herramientas de evaluación utilizadas tenemos las siguientes:

- a. Reportes de control. Es una tabulación de las variables identificadas relevantes para el desempeño. Puede realizarse cada semana o de acuerdo al periodo que consideremos oportuno. En las figuras 16 y 17 se muestra un ejemplo de un reporte de control del mantenimiento.
- b. Medición del desempeño. La medición del desempeño de los colaboradores o proveedores se hace tomando en cuenta la cantidad y la calidad del trabajo realizado. La cantidad del trabajo realizado podemos obtenerla por medio de los reportes de control y luego la comparamos con un estándar o estimado para dichas actividades. La calidad es más difícil

medir, sin embargo, utilizaremos la técnica **muestras del trabajo** y lo que ésta hace es una revisión y evaluación periódica de los trabajos terminados en función de los estándares requeridos.

- c. Medición de la productividad. Es un porcentaje que obtenemos entre los requerimientos efectuados y los insumos utilizados en un tiempo definido. Desafortunadamente, acá no se puede reflejar aquellas actividades indirectas o el tiempo improductivo.
- d. Revisión de las discrepancias. Se refiere a la actividad de identificación de las discrepancias entre las variables planeadas y las reales. Y mejor si se tienen procedimientos definidos. Un ejemplo es buscar diferencias tanto de la calidad como la cantidad de los trabajos efectuados.
- e. Análisis de tendencias. Nos podemos auxiliar por medio de gráficas como histogramas que nos muestran el comportamiento de diversos índices de un período a otro. Los datos que alimenten las gráficas deben ser creados por períodos mensuales, trimestrales o anuales, según se considere necesario y analizarse, en donde se incluya el desempeño contra las metas para el tiempo, el costo de realizar los distintos trabajos, el cumplimiento de la programación, los tiempos muertos o paros de los equipos, las emergencias ocurridas, etc. Al final se hacen los reportes correspondientes y se comunican los resultados a la gerencia para la toma de decisiones correspondientes.

3.2. Máquinas y equipos (clasificación, descripción, funcionamiento y mantenimiento preventivo por área técnica)

3.2.1. Refrigeración

La función de la refrigeración es proporcionarnos un ambiente con temperaturas frías (-25 a +10 °C en promedio) para mantenimiento y conservación de productos perecederos (carnes, lácteos, verduras, frutas, etc.).

La refrigeración se logra por medio de la transferencia de calor en un ciclo de cuatro etapas (al producir una baja temperatura, absorber el calor del área de los evaporadores, transportar dicho calor absorbido y entregarlo al ambiente por medio del condensador), haciendo circular un refrigerante en todo un sistema cerrado. Los refrigerantes se designan por sus propiedades térmicas.

Existen dos presiones en el ciclo, la de condensación a alta presión y la de evaporación a baja presión; separándose por dos puntos, uno es el compresor donde el vapor se comprime y el otro donde se controla el flujo del refrigerante (válvula de expansión o tubo capilar), como se muestra en la figura 3.

Los componentes más importantes en un sistema de refrigeración son:

- a. Compresor
- b. Condensador
- c. Evaporador
- d. Válvula de servicio en succión y válvula de servicio en tubo de líquido
- e. Tubería de succión, tubería de líquido y tubería de descarga.
- f. Válvula de expansión.
- g. Filtro secador

3.2.1.1. Clasificación, descripción y funcionamiento

La clasificación está determinada por el tipo de sistema utilizado para efectuar el ciclo de refrigeración, los cuales pueden ser unidades remotas, paralelos de media o baja temperatura y combinados.

3.2.1.1.1. Unidades remotas, paralelos de media y baja temperatura

- a. Unidades remotas. Las unidades remotas no son más que circuitos individuales de refrigeración, donde los componentes constituyen un sistema básico tanto para bajas como medias temperaturas.
- b. Paralelos de media y baja temperatura. Es una modificación sustancial del circuito básico de refrigeración donde se unen dos o más compresores para efectuar trabajo y distribuirlo por medio de un múltiple hacia el circuito como si se tratara de un motor de combustión interna con varios cilindros. En este sistema se logran ventajas sobre el sistema básico como lo es el ahorro de energía, costos de mantenimiento, etc., ya que con un *rack* de compresores se puede manejar un número considerable de evaporadores (unidades de servicio), al tener menor pérdida de trabajo y mayor control en todo el sistema. Tienen aplicación para bajas y altas temperaturas y combinadas.

3.2.1.1.2. Unidades de servicio (despachos y autoservicios)

Las unidades de servicio realizan la función de enfriadores y las encontramos como los equipos de autoservicio, vitrinas de despacho o cualquier cámara refrigerada donde naturalmente se encuentran dispuestos los evaporadores con serpentines y las válvulas termostáticas (expansión) que controlan la velocidad y la caída de presión del refrigerante, de manera que el aire caliente del entorno cede calor al refrigerante y, por lo tanto, se enfría y este aire es distribuido a toda el área por medio de ventiladores y difusores dispuestos uniformemente.

3.2.1.1.3. Auto contenidos

Los auto contenidos tienen una mención especial debido a que, como su nombre indica, en el mismo equipo se encuentran todos los componentes del sistema de refrigeración (compresor, condensador, evaporador, etc.). Los encontramos generalmente en equipos o cámaras refrigeradas pequeñas.

3.2.1.2. Análisis de fallas

Los problemas que generalmente tenemos en los sistemas de refrigeración son la pérdida o el exceso de frío de los niveles establecidos tanto en rango de temperatura como de tiempo, ya sea por fallas mecánicas (en los compresores, evaporadores, condensadores, y tuberías) o eléctricas (dentro de los compresores y los controles del sistema). Adicionando que las condiciones de operación (carga, forma de uso, procedimientos de limpieza) y el mantenimiento (procedimientos y rutinas técnicas específicas) de los equipos nos determinan el buen funcionamiento de los mismos.

3.2.1.2.1. Tipos de fallas

En cuanto a las fallas se enfocará en los equipos de compresión y control básicamente, siendo éstas mecánicas y eléctricas.

Mecánicas

- a. Golpe de líquido.
- b. Arrastre de líquido.
- c. Dilución del líquido.
- d. Alta temperatura de descarga.
- e. Falta de aceite.

Eléctricas

- a. Quemado general o uniforme.
- b. Quemadura de una sola fase.
- c. Quemadura de la mitad del embobinado en una sola fase.
- d. Quemadura del embobinado del arranque.
- e. Quemadura del embobinado de trabajo.
- f. Quemadura de una sola fase primaria.

3.2.1.2.2. Causas

- **Golpe de líquido.** Es el resultado de tratar de comprimir líquido en los cilindros. El líquido puede ser aceite o refrigerante y en la mayoría de los casos, una mezcla de ambos. El golpe de líquido es principalmente el resultado de migración de refrigerante fuera de ciclo en los compresores enfriados por refrigerante e inundación en los compresores enfriados por aire.

- **Arrastre de líquido.** Es el resultado de que el refrigerante arrastra el aceite de las superficies. Migración de refrigerante saturado hacia el carter. Al iniciar el compresor su funcionamiento da como resultado una masa de espuma, la cual al ser bombeada arrastra el aceite de las superficies eliminando la película de aceite requerida para una lubricación adecuada. El arrastre severo da como resultado el golpe de líquido.
- **Dilución del líquido.** Es el resultado de regreso de refrigerante líquido al compresor durante el funcionamiento. El aceite se diluye y la lubricación de la bomba y el buje trasero puede ser adecuado; pero conforme el aceite viaja a través del cigüeñal resulta insuficiente para lubricar las bielas y el buje principal, provocando el arrastre del rotor y por consiguiente corto circuito en el estator.
- **Alta temperatura de descarga.** Es el resultado de altas temperaturas en las cabezas y cilindros del compresor de forma tal que el aceite pierde su habilidad para lubricar.
- **Falta de aceite.** Bajo nivel de aceite en el carter debido a tuberías mal diseñadas o trampas de aceite defectuosas.
- **Quemado general o uniforme.** Por cortocircuitos al irse a tierra una de las líneas por elementos extraños.
- **Quemadura de una sola fase.** Es el resultado de que una de las fases no tiene suficiente corriente (la que no está recalentada o quemada).
- **Quemadura de la mitad del embobinado en una sola fase.** Contactores y retardadores de tiempo defectuosos.

- **Quemadura del embobinado del arranque.** Es el resultado de corriente excesiva a través del embobinado de arranque por sobrecarga en el compresor.
- **Quemadura del embobinado de trabajo.** Capacitores de trabajo o relevadores defectuosos.
- **Quemadura de una sola fase primaria.** Es el resultado de la pérdida de una fase en el primario de un transformador.

3.2.1.2.3. Consecuencias

Golpe de líquido

- a. *Flapers*, bielas o cigüeñales rotos.
- b. Pernos de descarga flojos o sueltos
- c. Empaque rotos.

Arrastre de líquido

- a. Bujes y bielas gastadas.
- b. Desgaste de pistones, cilindros, cigüeñal, y bomba de aceite.
- c. Ralladuras en cigüeñal y buje de cubierta.

Dilución del líquido

- a. Arrastre del rotor, estator en corto circuito.

Alta temperatura de descarga

- a. *Flapers* recalentados o quemados.
- b. Anillos, pistones y cilindros desgastados.
- c. Bielas, bujes y cigüeñales rayados.
- d. Quemaduras en el estator.

Falta de aceite

- a. Bujes y cigüeñal rayados.
- b. Bielas quebradas.
- c. Bajo nivel en el carter.

Quemado general o uniforme

- a. Recalentamiento o quemado uniformemente en el alambrado del motor.

Quemadura de una sola fase

- a. Dos fases de un motor trifásico están sobrecalentadas o quemadas.

Quemadura de la mitad del embobinado en una sola fase

- a. Se torna de una sola fase el embobinado del motor de arranque bipartido.

Quemadura del embobinado del arranque

- a. Solo el embobinado de arranque en un motor de una sola fase está quemado debido a una corriente excesiva a través del embobinado de arranque.

Quemadura del embobinado de trabajo

- a. Se quema únicamente el embobinado de trabajo en un motor de una fase.

Quemadura de una sola fase primaria

- a. Se quema una fase del motor.

3.2.1.2.4. Soluciones

Golpe de líquido

- a. Mantener un sobrecalentamiento adecuado en el compresor y evaporador.
- c. Prevenir el retorno sin control del líquido (especialmente aceite).
- d. Instale recibidores de líquido.
- e. Corrija condiciones de baja carga.

Arrastre de líquido

- a. Instale recibidores de líquido.
- b. Verifique la operación del calentador del carter.

Dilución del líquido

- a. Mantener un sobrecalentamiento adecuado en el compresor y evaporador.
- b. Prevenga el retorno incontrolado de líquido con un acumulador si es necesario.
- c. Corrija condiciones anormales de baja carga.
- d. Revise el ciclo del deshielo.
- e. Verifique que la válvula de expansión termostática no sea de una capacidad mayor a la requerida.

Alta temperatura de descarga

- a. Alta relación de compresión: verifique la presión de descarga.
Problemas de baja carga y en el evaporador.
- b. Verifique la limpieza del condensador, falla del ventilador del condensador y temperatura ambiente.
- c. Verifique el flujo de aire alrededor del compresor.

Falta de aceite

- a. Verifique falla en el interruptor de aceite.
- b. verifique el tamaño de las tuberías y las trampas de aceite.
- c. Corrija condiciones anormales de baja carga.
- d. Elimine los ciclos cortos.

Quemado general o uniforme

- a. Verifique bajo voltaje.
- b. Ciclos muy cortos del compresor.
- c. Enfriamiento inadecuado del motor.
- d. Voltaje no balanceado.

Quemadura de una sola fase

- a. Reemplace el contactor.
- b. Revise las conexiones en las terminales del compresor.
- c. Revise el balanceo del voltaje.
- d. Revise si hay fusibles quemados.

Quemadura de la mitad del embobinado en una sola fase

- a. Revise los dos contactores ya que uno puede estar defectuoso.
- b. Revise el retardador de tiempo para un retraso adecuado.

Quemadura del embobinado de arranque

- a. Revise el alambrado del común, arranque y el de trabajo.
- b. Revise el capacitor de arranque y/o el relevador de arranque.
- c. Revise sobrecarga en el compresor.

Quemadura del embobinado de trabajo

- a. Revise el relevador.

- b. Revise los capacitores de trabajo.

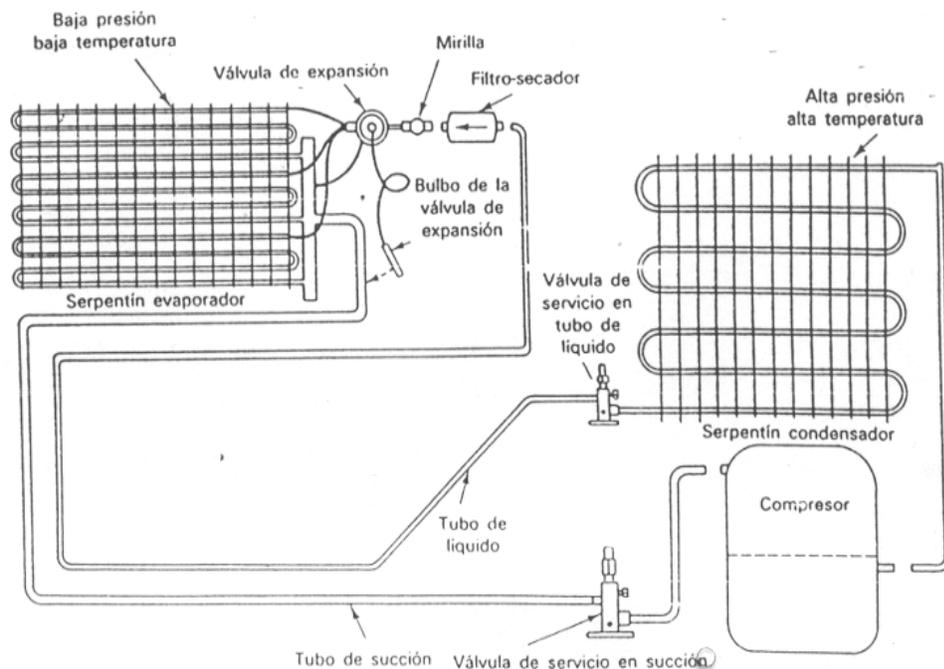
Quemadura de una sola fase primaria

- a. Revise los voltajes de entrada y salida del transformador.

3.2.1.3. Mantenimiento

El mantenimiento que requiere todo el sistema de refrigeración tiene su mayor participación en el área preventiva con un monitoreo constante de todos los elementos para evitar fallas repentinas. Un ejemplo de mantenimiento preventivo lo encontramos en el apéndice 1.

Figura 3. Circuito simple de refrigeración



3.2.2. Aire acondicionado

El aire acondicionado es un sistema utilizado para controlar la humedad y la temperatura en un ambiente físico cerrado por medio de un circuito de refrigeración. Logrando obtener un confort para la salud humana y también ambientes propicios para procesos con temperatura y humedad controladas como el caso de la industria farmacéutica o enfriamiento de equipos.

3.2.2.1. Clasificación, descripción y funcionamiento.

3.2.2.1.1. *Minisplit, split* y tipo paquete

Tipo *split* y *minisplit*

Se denominan así porque se comprenden de dos secciones comunicadas por conexiones frigoríficas y que actúan por separado:

- a. La sección del tratamiento de aire, unidad climatizadora que se instala cerca del local a acondicionar o refrigerar y que incluye el evaporador con su ventilador.
- b. La unidad condensadora, que se instala en la parte externa del local y contiene el compresor y el condensador.

Aplicaciones:

En lugares donde se requiere de un equipo silencioso (menor ruido y con variedad de diseños y tamaños) ya sean estas oficinas, salones de usos múltiples, salas de cómputo, etc., y esto se logra derivado de la colocación del compresor y condensador en el exterior.

Tipo paquete

Es básicamente un equipo de aire acondicionado con producción propia de frío y calor que viene ensamblada formando un solo conjunto (condensador, evaporador, compresor).

Aplicaciones:

En lugares donde el rango de temperaturas que se necesite no sea muy bajo, se pueda acoplar el equipo en el ducto y soportar el peso. Estos lugares pueden ser centros de cómputo o de equipo electrónico en general, manufactura de precisión crítica, salas pequeñas, oficinas, residencias, etc.

3.2.2.2. Análisis de fallas

Las fallas que se analizan o consideran están relacionadas con todo el sistema y no con una máquina en particular.

3.2.2.2.1. Tipos de fallas

- Bloqueo
- Enfría demasiado o muy poco
- Demasiado ruido

3.2.2.2.2. Causas

- **Bloqueo.** Generalmente se bloquean los evaporadores por aumento de la carga en el ambiente circundante. También por ajuste incorrecto de la temperatura o bien por sobrecalentamiento en el sistema (ya sea por suciedad o falta de refrigerante debido a fugas).

- **Enfría demasiado o muy poco.** Cuando enfría mucho generalmente se debe a que se encuentra mal graduado el control o bien el capilar (válvula de expansión). En el caso de que enfríe poco se debe generalmente al incremento de la carga del ambiente (mayor temperatura, mayor cantidad de máquinas, o personas), además en el caso de los ductos, si estos tienen una longitud muy larga pueden haber pérdidas de energía del aire debido al rozamiento en las paredes del ducto y disminuirá la presión total.
- **Demasiado ruido.** Estos problemas no son tan frecuentes y se dan debido a tornillos flojos de las rejillas, desajustes o problemas en el acoplamiento del evaporador. Un caso extremo se da cuando el compresor o el ventilador esta defectuoso.

3.2.2.3. Consecuencias

- **Bloqueo.** El efecto final siempre será dejar de acondicionar el ambiente, sin embargo, se generan problemas en el drenaje, goteo del agua acumulada (mojando todo lo que esté bajo dicha área).
- **Enfría demasiado o poco.** Cuando hay mucho frío se tienen efectos directos en la salud humana o en el caso de un proceso, dañar los productos. Cuando el frío es muy poco, los efectos son similares, presentándose problemas en el calentamiento del área y por ende de los equipos.
- **Demasiado ruido.** Los ruidos afectan a la salud de los que están expuestos a ellos, no obstante el efecto a los equipos es considerable en las partes mecánicas y eléctricas (tubería quebrada, fugas, etc.).

3.2.2.2.4. Soluciones

- a. Mantenimiento preventivo con las frecuencias y alcances de acuerdo a las condiciones de operación.
- b. Ajuste del nivel de refrigerante y del flujo del mismo.
- c. En el caso del tipo paquete considerar siempre ductos de longitud corta y si es una unidad compacta se le dará una inclinación de 5 grados hacia el exterior para facilitar la evacuación del agua condensada.
- d. Colocar drenaje con pendiente adecuada en los tipo *split*.
- e. No sobrepasar la carga máxima para mantener el nivel adecuado.
- f. Mantener siempre un chequeo en todos los elementos de soporte.
- g. Propiciar en el usuario el manejo adecuado del control de funcionamiento.
- h. Disminuir el efecto de cargas térmicas del exterior (área cerrada).
- i. Antes de efectuar nuevas instalaciones se debe considerar la estructura, las interacciones térmicas del ambiente (interno y externo) y las cargas.

3.2.2.3. Mantenimiento

El mantenimiento del aire acondicionado consiste básicamente en la revisión y limpieza periódica de todos los elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos; y el cambio de aceite y filtro según el plan adoptado. Es importante mantener un monitoreo en todos los elementos del circuito para verificar daños físicos o fugas de refrigerante. El tipo y la frecuencia de mantenimiento se determina de acuerdo al servicio prestado y a las condiciones de operación.

3.2.3. Carnicería

Como en cualquier área de proceso, los equipos de carnicería constituyen el elemento básico del trabajo en la preparación y para mejor diferenciación se pueden clasificar en equipos de corte, trituración y empaque. Estos equipos son diseñados para dichos procesos y requieren de mantenimiento especializado.

3.2.3.1. Preparación: corte, trituración

Los equipos que se tienen para corte de carne son las sierras, las rebanadoras y los cuchillos manuales. Y para triturar se utilizan los molinos que generalmente vienen provistos de motores eléctricos 220/60/3 de 1 a 3 HP.

3.2.3.2. Empaque

En todas las áreas de procesos se realizan tareas de empaque, luego de cortar o triturar la carne, para lo cual se tiene equipo especial como lo son las empacadoras a base de resistencias eléctricas (115/60/1).

3.2.4. Pesaje

Una de las operaciones finales en el proceso de preparación de productos perecederos, previo a despacharlo al cliente, es la medición del peso, por medio de balanzas para que pueda ser cobrado en las cajas registradoras. También se utilizan para recepción en áreas de bodega.

Todos estos equipos son de alta precisión y necesitan un mantenimiento especializado periódico enfatizando en la calibración respecto de una masa patrón para cumplir con las especificaciones.

3.2.5. Extracción

Estos equipos los utilizamos en las áreas de proceso donde se generan vapores o gases como las cocinas o bien en los lugares donde la circulación o la renovación del aire es deficiente y consiste básicamente en una o varias campanas con sus mecanismos para la succión del aire viciado, como lo son los conductos, los filtros, el o los motores eléctricos, y la chimenea o punto final de la expulsión del aire.

3.2.6. Transporte

Son todos los medios necesarios (equipos y sistemas) dentro de un supermercado para el manejo de materiales (mercaderías) en trayectorias diversas dentro de un ciclo de proceso que va desde la recepción y manejo dentro de la bodega; abastecimiento hacia las góndolas, autoservicios y equipos de conservación como cuartos fríos y congelados, hornos; hasta los utilizados por los clientes en la realización de sus compras.

Recordando que no generamos valor agregado a los productos, pero sí por un mal manejo podemos incurrir en deterioros.

La tecnología para el manejo de materiales incluyen equipos y sistemas que pueden caracterizarse como sigue:

- a. Manejo móvil (*carretillas, troquets, pallets* hidráulicas, etc.).
- b. Manejo de trayectoria fija (*montacargas, bandas transportadoras*).
- c. Equipo contenedor o superficies de transporte y almacenamiento (principio de la carga unitaria: *tarimas plásticas, tarimas de madera; cajas plásticas, cajas de cartón, cajas de metal, cajas o contenedores de madera, etc.*).

3.2.6.1. Clasificación

Los factores que determinan el tipo de transporte a utilizar son el área donde se utilizan (trayectoria); tipo de producto, peso y volumen que se maneja; y tipo de equipo contenedor.

3.2.6.1.1. Carretillas

También llamados en algunos partes como carritos, son los medios básicos que se disponen en los supermercados para uso exclusivo de los clientes. Estas carretillas se clasifican de acuerdo a la capacidad de carga y el tipo de productos que se manejan. Su estructura básica es de metal provista de dos ruedas giratorias delanteras y dos fijas en la parte de atrás con diámetros regulares de 5 pulgadas.

3.2.6.1.2. Troquets

Los *troquets* son los transportadores principales de carga para distancias cortas de manera intermitente, ya sea dentro de la bodega, hacia las góndolas y hacia o dentro de las áreas de preparación y se guían por el sentido de la fuerza de movimiento. Su estructura básica es de metal en forma de plataformas o contenedores y pueden ser inclinables como es el caso de los *bulk-movers* y generalmente de cuatro ruedas, dos de éstas móviles y dos fijas. Las ruedas tienen que tener una configuración en capacidad de carga, esto con el fin de lograr equilibrio entre la estabilidad y la facilidad de maniobra. En la figura 4 se muestra un ejemplo como selector de existencias.

3.2.6.1.3. *Pallets* hidráulicas

Son los elementos más importantes en el manejo de mercadería dentro de las bodegas y hacia otras estaciones de trabajo como los cuartos fríos, pasillos de góndolas, etc., ya que permiten el manejo en volumen con capacidades de 1 a 4 toneladas (indicadas en la placa de especificaciones). Una de las desventajas es el manejo en áreas reducidas. Su estructura es de metal con un sistema elevador hidráulico de acción manual parecido a un gato hidráulico para elevar las tarimas a una altura de 5 pulgadas en promedio (ver figura 4).

3.2.6.1.4. Montacargas

Son equipos utilizados en las bodegas para el movimiento intermitente de cargas (elevar y descender) dentro de un área fija, estas cargas pueden variar en tamaño y peso y pueden ser uniformes o no sin exceder la capacidad del mismo. En los supermercados generalmente se tienen dos clases de transportadores o montacargas: de garrucha (polipastos) y los hidráulicos con un sistema de seguridad incorporado; ambos manejan el producto por medio de una plataforma. Los que tienen mayor eficiencia son los hidráulicos por su facilidad en el manejo y por ser más seguros.

3.2.6.2. Mantenimiento

El mantenimiento del equipo de transporte consiste básicamente en limpieza, lubricación y ajuste de las partes mecánicas, hidráulicas y eléctricas. Sin embargo, para el caso de los montacargas es de naturaleza crítica debido a que el factor seguridad se convierte en el elemento más importante, ya que cuando ocurre una falla el riesgo de un accidente es inminente además que se interrumpe el flujo de los materiales o productos dentro de la bodega.

Figura 4. Equipo de transporte, manejo y selección de productos



Fuente: Manual del ingeniero de planta. Pág. 8-66 y 8-67.

3.2.7. Suministro y tratamiento de agua

- **Suministro de agua.** El suministro de agua se realiza por medio de un sistema de bombeo hidroneumático compuesto por bombas de desplazamiento positivo, tanques acumuladores de presión, cisterna y sistema de tubería y control eléctrico.

El tipo de sistema de suministro de agua dependerá de la demanda máxima y del tipo de uso que se le de dentro de las instalaciones.

En un supermercado típico generalmente se tiene un sistema compuesto por 2 bombas de 3 hp y 2 tanques CA-220 de 85 galones.

- **Tratamiento de agua.** Las operaciones unitarias que por lo general se emplean para purificar y tratar agua utilizada en procesamiento de alimentos, son las siguientes: sedimentación, filtración, desinfección, tratamiento con carbón activado, etc.

- **Impurezas en el agua.** Todas las aguas naturales contienen sustancias químicas orgánicas e inorgánicas y biológicamente activas (bacterias, virus, algas, protozoos) suspendidas o disueltas en cierto grado. El nivel de impurezas se determina por de la cantidad de concentración de las mismas y del uso que se le de al agua.

Los sólidos suspendidos pueden variar desde pequeñas piedras hasta partículas de arcilla. El agua también puede contener sólidos orgánicos (algas, bacterias) y sólidos inorgánicos disueltos (bicarbonatos, sulfatos, cloruros de calcio, magnesio, sodio; y compuestos de silicio, hierro y manganeso).

La dureza es el problema mayor ocasionado por los sólidos disueltos en el agua, es decir, la presencia de compuestos de calcio y magnesio.

- a. Proceso de sedimentación. Cuando no se tiene suministro de agua potable municipal, y se tiene un pozo propio se debe efectuar primero la sedimentación; que básicamente sirve para clarificar las aguas turbias y/o con color y para eliminar impurezas disueltas tales como los compuestos de hierro, manganeso, calcio y magnesio, silicio y fluoruros.

Eliminación de sólidos suspendidos. Se logra agregando sustancias químicas (sulfato de aluminio y ferroso, aluminato de sodio y polímeros orgánicos), permitiendo que los sólidos suspendidos se aglomeren y se sedimenten (coagulación y floculación) separándose del líquido de manera más efectiva. La cantidad de químicos se determina mediante pruebas de laboratorio.

La sedimentación puede efectuarse en unidades de sedimentación rectangulares de flujo continuo con patrones de flujo horizontal y por medio de sedimentadores. Estos emplean rastras mecánicas para mover los lodos sedimentados desde el fondo del estanque hasta las descargas. También se pueden utilizar los sedimentadores de tubo y placa.

Eliminación de impurezas minerales disueltas (suavizado). Este proceso se logra agregando cal hidratada y ceniza de sosa para que reaccione con el CO₂ disuelto y con las sales de calcio y de magnesio que causan la dureza del agua.

- b. Proceso de filtración: La filtración se puede efectuar por medios granulares o bien por filtros de cartucho (renovables). Los filtros de cartucho se usan

ampliamente en la industria para filtrar agua y muchos otros líquidos. Por lo general, es en la unidad de pulido final donde es necesario que el agua tenga una alta claridad para proteger al equipo o procesos.

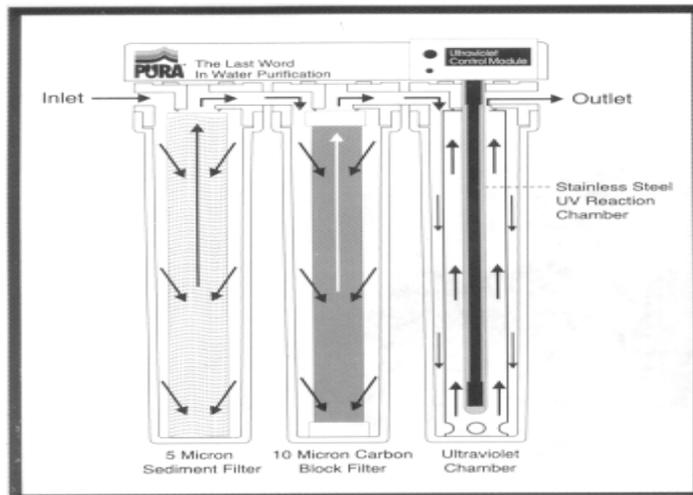
- c. Cloración. Los compuestos de cloro (hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio y gas de cloro) son agentes oxidantes fuertes que se usan para desinfectar y controlar el sabor y el olor. El cloro oxidará los iones del hierro ferroso, de manganeso y sulfuro y reaccionará con el amoníaco o las aminas para formar cloraminas (que mantienen cloro residual en las tuberías). La ventaja del cloro se da por tener un bajo costo y su desventaja radica en que reacciona con el material orgánico para formar compuestos cloroorgánicos (el nivel máximo es de 0.10 mg/L).
- d. Ozonificación. El ozono (O_3) es un agente oxidante muy poderoso que se emplea para eliminar el color, sabor y olor, así como para la oxidación orgánica, la desinfección bacteriana y la inactivación viral. La ozonificación seguida de un tratamiento con carbón activado, es efectiva para alcanzar las normas propuestas para el agua potable. La ventaja del ozono es que reacciona con rapidez, sin dejar residuos o trihalometanos. La desventaja estriba en los altos costos de inversión y de energía utilizados.
- e. Tratamiento con carbón activado. El carbón activado es un absorbente empleado para eliminar materiales que causan sabor y olor y los componentes clorados (los trihalometanos). Lo podemos encontrar como polvo o bien granular. Los materiales para hacer carbón activado son carbón bituminoso, lignito, madera, coque de petróleo. Cuando la eficiencia del carbón activado disminuye debido al recubrimiento de la superficie del mismo con el material absorbido, se hace necesaria su reactivación.

Ejemplo de un sistema de tratamiento de agua por medio de filtros ultravioleta, de carbón activado y/o sedimentos:

- a. El sistema de filtros ultravioletas (UV) se usa para la desinfección del agua por medio del efecto de la luz ultravioleta de una longitud de onda de 254 nanómetros que actúa destruyendo en segundos los microorganismos patógenos, impidiendo así su posterior multiplicación. Son sus ventajas:
 - Alta capacidad de despacho de agua tratada y lista para su uso.
 - No se le adicionan químicos (no afecta su sabor ni olor).
 - Mantenimiento mínimo (cambio de cartuchos a cada 8,000 horas).
 - Adaptabilidad (especificaciones: 120 volt/60 hertz, flujo de 8-10 GPM).

- b. Filtros de sedimentos y/o carbón activado. Constituyen un sistema de pretratamiento del agua a irradiar; con capacidad para filtrar sedimentos de 1 hasta 100 micrones. Eliminan la turbidez, sólidos en suspensión y colores que interfieren en la transmisión de luz a través del agua, (ver fig. 5).

Figura 5. Tratamiento de agua por filtros UV, carbón activado y sedimento



Fuente: www.hidrotechnology.com

3.2.8. Iluminación

Hacemos uso de la iluminación artificial para poder llevar a cabo las labores en el interior o exterior de las instalaciones tanto de día como de noche donde la luz natural no llega. Lo logramos a través de lámparas que funcionan por medio de la corriente eléctrica.

La iluminación se refiere tanto a la cantidad como a la calidad de la luz. A la cantidad corresponde las candelas-pie del plano de trabajo y a la calidad los elementos tales como el color de la luz, brillo, contraste y sombras.

3.2.8.1. Principios y unidades fundamentales

Luminancia. Se refiere a la medida del número de lúmenes por unidad de área que salen de una superficie y que se dirigen a una dirección particular.

Brillantez. Efecto que la iluminancia produce en el ojo y en el cerebro.

Lúmenes. Se refiere al flujo luminoso que incide sobre un pie cuadrado de superficie, cuyos puntos se encuentran todos a un pie de distancia de una candela estándar (pie-candela).

Iluminación o iluminancia. Es el efecto de una luz al incidir sobre una superficie cuya unidad de medida es el lux, siendo éste la iluminación producida por un flujo de un lumen distribuido uniformemente sobre una superficie de un metro.

3.2.8.2. Tipos de alumbrado eléctrico existentes

En la actualidad existen varios tipos de alumbrados según la aplicación de cada uno de ellos tanto para interiores como exteriores.

- **Alumbrado industrial.** Utilizado para proporcionar un nivel de iluminación uniforme en toda un área constituida de máquinas, equipos, área de ventas, tránsito en general; permitiendo la utilización del espacio de piso. En pocos casos se colocan luminarias cuando existen áreas de trabajo cerca de muros.

Áreas de techos altos. En las áreas con emplazamientos altos, el trabajo que se realiza ahí, suele estar relacionado con objetos tridimensionales y el brillo reflejado no representa un problema. Para estas aplicaciones se recomienda una fuente de luz que tenga una producción alta de lúmenes, como unas lámparas de descarga de alta intensidad (HID) o las fluorescentes de alta capacidad.

Áreas de techos bajos. Las luminarias que se usan para el alumbrado general de las áreas con emplazamientos bajos, son casi siempre del tipo directo o semidirecto, con lámparas de descarga de alta intensidad o fluorescentes. Las lámparas pueden cerrarse o cubrirse con pantallas antideslumbrantes, pantallas de desviación u otros dispositivos para mejorar la comodidad visual.

En áreas donde el techo está pintado de blanco o de un color claro, los rangos de iluminancia entre el cielo raso y las luminarias son bastante menores cuando se emplean luminarias semidirectas en lugar de las completamente directas. El componente indirecto de las luminarias de descarga de alta

intensidad proviene de las luminarias que están diseñadas con sistemas reflectores de acrílico o vidrio claro.

- **Alumbrado de almacenes o supermercados.** Las luminarias pueden montarse por encima del último estante a una altura equivalente a la distancia que exista entre los pasillos. Las lámparas de descarga de alta intensidad son las más usadas para esto debido a su alta producción de luz y aprovechamiento de la energía. Cuando los pasillos son largos y estrechos, pueden usarse luminarias con un patrón asimétrico de distribución de la luz con el fin de lograr la óptima eficiencia luminosa.
- **Alumbrado de oficinas.** Las oficinas actualmente consisten en espacios abiertos o con divisiones pequeñas de espacios individuales de trabajo. El trabajo que se realiza en tales áreas incluye una diversidad de tareas como la lectura, escritura a mano o a máquina y generalmente trabajos en computadoras. Los niveles generales de iluminación varían desde 30 hasta 70 pie-candela. Se utilizan cada vez más para estas áreas los sistemas fluorescentes, como las lámparas T8, los balastos electrónicos y las lámparas fluorescentes compactas porque reducen el costo de electricidad hasta en un 43 %.
- **Alumbrado en exteriores.** En las plantas industriales o instalaciones grandes de supermercados, las principales aplicaciones del alumbrado en exteriores son alumbrado ornamental del edificio, que básicamente se utiliza con fines publicitarios (rótulos) con elementos de control de tiempo para apagado según se programe. Aparecen instalados en cornisas, en unidades sobresalientes sostenidas en soportes o postes. Y por último, las áreas de estacionamiento o parqueos se alumbran mediante conjuntos de luminarias colocadas en postes altos. Se recomiendan las lámparas de descarga de alta

intensidad (HID) aunque también se usan con frecuencia de sodio de alta presión debido a su eficacia.

- **Alumbrado de seguridad o de emergencia.** Son los alumbrados provistos para casos de emergencia ya sea activados con circuitos de emergencia, sistemas de baterías central y luces accionadas por baterías en puntos estratégicos cuando el servicio eléctrico falla.

Para cada uno de los tipos de alumbrado existentes, se tienen tipos de lámparas, cada una con su aplicación, (ver figura 6):

Lámparas incandescentes

Son las lámparas más conocidas en nuestro medio y constan de una bombilla o bulbo de vidrio del cual se extrae el aire y dentro del que se coloca un filamento de tungsteno sobre sus soportes. Se fabrican para distintos voltajes y potencias con rendimientos que oscilan entre 10 y 25 lúmenes por *watt*, con una vida útil de 1000 horas. No se utilizan en circuitos de alumbrado en 240 voltios. Entre estas tenemos:

- a. Lámparas con reflector. Las lámparas con bombilla PAR y R combinan en una unidad una fuente de luz y un reflector sellado de alta eficiencia. Las bombillas PAR están hechas de vidrio duro o resistente al calor. Se usan en exteriores las que no sobrepasen los 150 *watts*. Y el mayor campo de aplicación está en la industria automotriz.
- b. Las lámparas de tungsteno-halógeno. Consisten en bombillas de vidrio duro o de cuarzo fundido conteniendo gas halógeno y tungsteno. Se usan con más frecuencia en iluminación ornamental, fotografía, fotocopiado,

efectos especiales, alumbrado para usos especiales y en faros de automóviles.

Lámparas de descarga de arco

Estas lámparas funcionan con un dispositivo limitante (balastro) para lograr las condiciones necesarias en el circuito (voltaje, corriente y forma de onda) para el encendido y funcionamiento. Entre estas lámparas tenemos:

- a. Lámparas fluorescentes. En éstas se forma un arco de mercurio, ayudado por una pequeña cantidad de argón, entre dos electrodos de filamento revestido dentro de un tubo largo. Entre los métodos de operación de los tubos fluorescentes están:

Lámparas de arranque instantáneo. Utilizan un voltaje muy superior para poder arrancar las lámparas sin precalentar los electrodos. Los balastros son más grandes y costosos y la vida de la lámpara es un poco más corta. También son conocidas como *slimline*.

Lámparas de arranque rápido. Contienen un circuito de arranque rápido, y son las más utilizadas actualmente. Tienen un transformador (balastro) con factor de potencia corregido que pasa corriente a través de los filamentos (cátodos) constantemente.

La variedad de colores de las lámparas fluorescentes se logra por medio del uso de fósforos diferentes para ayudar a producir el ambiente deseado desde los colores fríos hasta los cálidos. Los colores más utilizados son los *cool white* (blanco frío siendo el más eficiente) y *warm white* (blanco

cálido) y las de color *Premium* que combinan factores de lúmenes y *watts* más eficientes.

Las variaciones de voltaje tienen un efecto menor en las lámparas fluorescentes que en las incandescentes. Los balastos estándar están diseñados para funcionar a 118 v, sin embargo, las lámparas funcionan en un rango de 110-125 voltios, cuando el voltaje es bajo se dificulta en arranque en condiciones de humedad y si es muy alto, el revestimiento del cátodo se consume con mayor rapidez. La pérdida del voltaje en el balastro se debe a un componente resistivo e inductivo del embobinado. Actualmente se tienen balastro de alto rendimiento por medio de circuitos electrónicos.

El circuito electrónico de los balastos convierte el voltaje de circuito normal de 60 *hertz* en alta frecuencia (25 *Hertz* aproximadamente), la frecuencia aumenta la eficacia general al aumentar la eficacia de la lámpara y reducir los *watts* que se pierden en el balastro.

El número de arranques afecta la vida de las lámparas, ya que en cada uno de ellos se pierde una porción del revestimiento del cátodo.

La vida útil de los tubos fluorescentes es del orden de 10000 horas, es decir, 10 veces mayor que la de las bombillas incandescentes.

El rendimiento lumínico de los tubos fluorescentes está comprendido entre 40 y 80 lúmenes/watt.

Existen también lámparas fluorescentes compactas debido al incesante aumento en los costos de energía y son de alta eficiencia que pueden

sustituir a las incandescentes en sus aplicaciones. Se venden como unidades integrales o con adaptador *socket*.

- b. Lámparas de descarga de alta intensidad. Lámparas de vapor de mercurio estándar, de haluro metálico y vapor de sodio de alta y baja presión: Contienen mercurio o sodio depositado en las paredes del bulbo en una atmósfera inerte (argón o mezcla de neón y argón).

Se usa todavía la lámpara básica HID en instalaciones de alumbrado público e industrial (instalaciones grandes y altas), y tienen rangos de potencia en *watts* desde 40 hasta 1000 *watts*.

Las de haluro metálico son más eficientes con potencias que van de 32 a 1500 *watts* y se recomiendan para usos industriales, comerciales y alumbrado de exteriores.

Las de vapor de sodio de alta presión permiten un buen control óptico de la luz; sin embargo, la apariencia del color es más amarilla y no es recomendable para áreas donde se hagan comparaciones o análisis de color. Se usan en instalaciones grandes y en alumbrado de exteriores generalmente; y las encontramos en rangos de potencia desde 35 hasta 1000 *watts*.

Por último, las lámparas de vapor de sodio de baja presión son las más eficientes y de color amarillento, y por ende, éstas se recomiendan para usos donde no importa el color. Las lámparas de 180 *watts* producen hasta 200 lúmenes/watt.

En general tienen un tiempo de encendido de 3 a 6 minutos y de reencendido de 3 a 20 minutos, además requieren el uso de balastro afectándole el factor de potencia. Los rendimientos lumínicos son de 30 a 60 lúmenes/watt para las de mercurio y de 50 a 200 para las de sodio.

Para el diseño de sistemas de un alumbrado se deben de tomar en cuenta los siguientes factores:

- a. Nivel lumínico adecuado. Según las clase de tarea a ejecutarse.
- b. Uniformidad. Dependen del número de lámparas y su distribución.
- c. Ausencia de deslumbramiento. Se logra utilizando difusores.
- d. Graduación de sombras. Mantener sombras suaves.
- e. Color de la luz. Que sea lo más parecido a la luz natural.

3.2.8.2.1. Mantenimiento y evaluación del desempeño

Mantenimiento

- a. Limpieza. La larga vida de las lámparas de descarga de alta intensidad (HID) y fluorescentes exige que se efectúen limpiezas entre cada reemplazo de las lámparas para mantener la eficiencia del suministro de luz por medio de un programa y así llevar el control por medio de las fechas.
- b. Localización de fallas en:
 - Las lámparas incandescentes presentan pocas dificultades para la localización de fallas, de las cuales la más común es la corta vida, que normalmente significa que el voltaje en el socket es mayor que el

voltaje nominal de la lámpara. Si en alguna de las lámparas con falla prematura no aparece el ennegrecimiento normal que se espera en la vida plena, es posible que las lámparas estén sujetas a choques o golpes, por lo que deberán usarse lámparas de servicio pesado y si están sujetas a vibraciones, deben ser las resistentes a la vibración.

- En lámparas fluorescentes algunos los problemas más evidentes son:
 - ◆ La colocación inadecuada de la lámpara en su base.
 - ◆ Contactos corroídos en la base o base dañada
 - ◆ Lámparas al final de su vida útil (quemado), que se evidencian por las áreas densas o negras de los extremos.
 - ◆ Balastro al final de su vida útil (quemado).
 - ◆ Bajo voltaje o falta de corriente en una de las líneas.

- En lámparas de descarga de alta intensidad (HID) los puntos son similares a las fluorescentes y estos son:
 - ◆ Mal contacto en el *socket*.
 - ◆ Voltaje demasiado alto o demasiado bajo.
 - ◆ Balastro no puesto a tierra.
 - ◆ Lámpara al final de su vida útil (quemado).
 - ◆ Balastro al final de su vida útil (quemado).

Evaluación del desempeño

Consiste básicamente en la medición del rendimiento de las lámparas, y esto se logra por medio de las mediciones de varios factores como el nivel lumínico, factor de potencia, etc., en función del tiempo de uso; esto con el fin

de verificar que estén dentro del control estadístico o bien para determinar el tiempo de reemplazo.

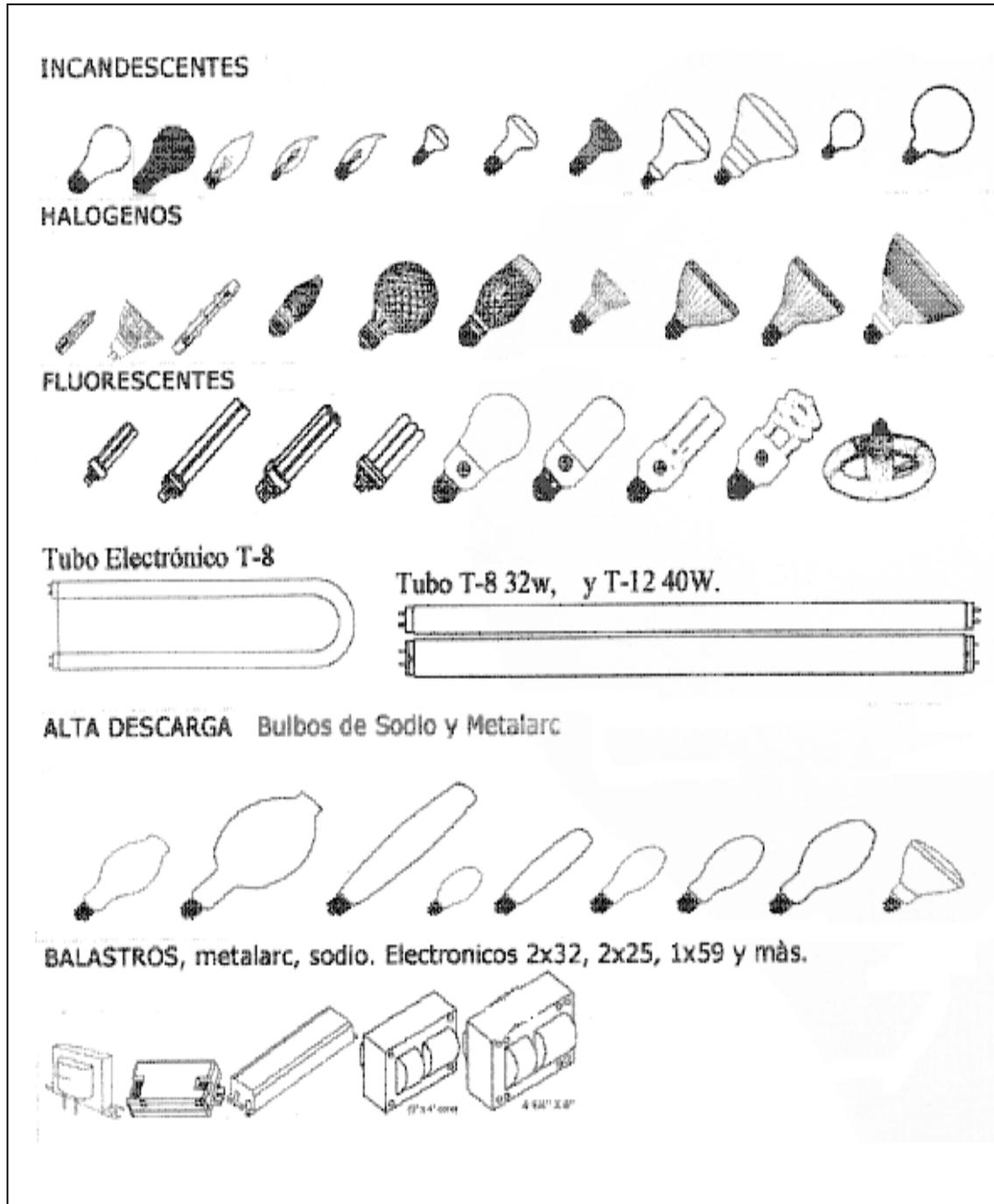
Consideraciones de conservación de energía

- a. Tomar en consideración los sistemas y lámparas fluorescentes ahorradoras de energía.
- b. Añadir interruptores cuando los circuitos cubran un área demasiado amplia, además incluir en áreas pequeñas.
- c. Usar la luz natural siempre que sea posible.
- d. Apagar las luces (de acuerdo a un plan) cuando no sean necesarias.

3.2.8.2.2. Reemplazo

En algunas áreas es común que las lámparas se reemplacen a medida que se funden (oficinas); sin embargo, con las luminarias industriales que se instalan en lugares altos, el reemplazo es más dificultoso como en las grandes instalaciones con lámparas fluorescentes, donde todas las lámparas se encienden y se apagan al mismo tiempo, por lo cual, los cambios se hacen por grupos. Y el criterio de reemplazo puede tomarse al llegar el 80 % de la vida nominal promedio. De acuerdo con este plan, si alguna de las lámparas falla con mucha anticipación, su reemplazo se marca para que no la cambien cuando se realice el reemplazo de grupo.

Figura 6. Tipos de bulbos para lámparas disponibles en el mercado



Fuente: www.eyelighthyn.com

3.2.9. Ventilación

La ventilación efectúa cambios del aire viciado de las instalaciones, logrando con ello la comodidad y el bienestar de los ocupantes; por medios naturales y mecánicos.

3.2.9.1. Ventilación natural

La ventilación natural o por gravedad tiene aplicación limitada ya que su efectividad depende directamente de los vientos que prevalezcan en el exterior del edificio y de la temperatura del interior del mismo. Estos sistemas deben considerarse al inicio de la construcción de las instalaciones cuando exista viento predominante y donde sea tolerable temperaturas y condiciones de humedad altas; sin embargo para un sistema general integral, suma una importante cantidad de ventilación, complementada con la ventilación mecánica.

Se recomienda que un sistema de ventilación efectúe la renovación del aire que esta dentro del recinto (con el aire del exterior) en un rango de 30 a 60 veces por hora.

Consideraciones de viabilidad al diseñar o tener un sistema de ventilación natural:

1. Los sistemas deben diseñarse para soportar velocidades de viento de la mitad de la velocidad promedio que predomine en el lugar.
2. Aprovechar al máximo el efecto de chimenea (diferencia de densidades), el aire suministrado debe entrar a través de las aberturas que estén lo más cerca del nivel del piso del espacio a ventilar y salir a través de aberturas

que se localizan en la parte alta del muro y/o a través de los ventiladores de gravedad en el techo.

3. Ubicar las aberturas de entrada en el lado del edificio que encare los vientos dominantes.
4. Ubicar las salidas de aire donde los movimientos de los vientos formen áreas de baja presión. Las salidas deben colocarse en el techo en forma de ventiladores de gravedad independientes, monitores continuos o ventiladores en los caballetes del techo.
5. Las aberturas de entrada no deben estar obstaculizadas por edificios, árboles, rótulos publicitarios, divisiones interiores, etc.
6. La distancia vertical entre las entradas y salidas debe ser lo más grande posible con el fin de lograr el mayor beneficio de la ventilación a partir de la diferencia de temperaturas.

Consideraciones de ventilación natural para espacios donde resulta inadecuada:

1. En oficinas cuya área de ventanas abiertas sea menor a 5 % del área del piso.
2. En oficinas con más de 7.3 m (24 ft) de profundidad y que no cuenten con ventilación cruzada.
3. Oficinas o áreas con ventilación cruzada pero cuyo espacio ocupado se ubique a una distancia superior a 10.7 m (35 ft) de una ventana o entrada de aire.
4. Las áreas de procesos o las áreas como cafeterías cuyas áreas de ventanas sea inferior a 6 % del área del piso.

Selección del equipo de ventilación natural:

1. Ventanas o persianas operables.
2. Puertas.
4. Tragaluces.
5. ventiladores de techo (del tipo de gravedad)
6. Entradas y salidas (difusores).

Los ventiladores de gravedad para el techo, son las unidades más eficientes por tener un alto coeficiente de flujo, el cual debe evaluarse con las siguientes características:

1. Capacidad de utilizar la energía del viento para inducir un flujo por acción centrífuga o de expulsión y por efecto de chimenea.
2. Robustez y resistencia a la corrosión.
3. Características a prueba de tormentas o filtraciones de agua. Pueden ser estacionarios, de pivote, oscilantes o rotatorios.

3.2.9.2. Ventilación mecánica

La ventilación mecánica se necesita cuando las fuerzas naturales no son suficientes para suministrar de manera continua las cantidades de ventilación y extracción de aire (sin acondicionamiento), en los lugares donde es prioridad el manejo de la temperatura y contaminantes del ambiente.

Los sistemas de ventilación mecánica van desde ventiladores de hélice a través de la pared con ventiladores de extracción del tipo techo y controles manuales hasta sistemas complejos que tienen ventiladores múltiples de

alimentación y extracción, ductos de distribución, registradores y/o rejillas, filtros, aislamiento de ductos y controles automáticos.

Consideraciones para los cálculos de la ventilación mecánica:

1. Requisitos de presión. Para determinar la cantidad de suministro de aire de ventilación hay que tomar en cuenta si el espacio está bajo presión negativa, neutral o positiva.
2. Control de olores. Para mantener los niveles de O₂ y CO y depende del número de personas dentro del local y del nivel de actividad y del proceso.
3. Carga total de calor del espacio interno. Es la suma del calor que proviene de las personas, de las luces, del proceso y de la radiación solar.

Cuando se haga la selección del sistema de ventilación mecánica se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

1. Considerar la ventilación adicional para épocas de verano mediante ventiladores de dos velocidades o de extracción.
2. Considerar, siempre que sea posible, ventilar el edificio con sistemas independientes o por áreas (focalizar áreas críticas).

3.2.10. Suministro de energía eléctrica

3.2.10.1. Abastecimiento por empresas de servicio

La energía eléctrica constituye uno de los rubros más importantes en los costos de operación de un supermercado, debido a que es el medio de generación de potencia para el funcionamiento de las máquinas y equipos.

La energía eléctrica es suministrada por la Empresa Eléctrica de Guatemala. Lo hace en un sistema trifásico, ya sea en estrella o en delta, aunque esta última es la conexión más usual, en instalaciones pequeñas.

Los voltajes normalizados son 120/208 y 120/240 voltios, respectivamente.

El sistema estrella tiene la ventaja de permitir la distribución de la carga monofásica sobre las tres fases, pero a la vez tiene el inconveniente que la tensión de 208 voltios no es tan usual para equipos de calefacción y motores.

El sistema delta, con derivación en el punto central de una de las fases para proporcionar servicio 120/240 voltios, es el preferido porque coincide con las tensiones más usuales.

El servicio de alta tensión es usualmente de 7620/13200 voltios en estrella.

Las empresas que prestan el servicio de suministro cobran dicho consumo por medio del *kilowatts-hora* que se consumieron en el período de facturación.

3.2.10.1.1. Componentes del sistema

Desde el punto del servicio hasta el lugar de uso, la energía eléctrica es dirigida, protegida y modificada por segmentos del sistema cuya función, desempeño y eficiencia son vitales para el equipo que utiliza. Entre los componentes más importantes tenemos:

Transformadores

Los transformadores hacen posible el uso de altos voltajes de distribución y utilización que se encuentran en los sistemas eléctricos industriales. Se utilizan para transformar un voltaje primario en un segundo nivel primario, para escalonar por pasos de descendente primario a voltaje secundario (no más de 600 voltios) y de voltaje secundario de distribución a un nivel secundario de utilización.

La clasificación de los transformadores se determina según su uso:

- a. Transformador de uso general. Son unidades de tipo seco con capacidad nominal de 600 voltios o menos. se usan para hacer la reducción local de la potencia de un voltaje secundario de distribución a un nivel de utilización para dar servicio a las cargas de iluminación y equipo doméstico. Estos pueden suspenderse del techo o colocarse en el piso.
- b. Transformador para centro de carga. Son unidades de tipo seco o bien llenas de líquido, cuya capacidad nominal principal es de 2400 a 15000 voltios. Se utilizan tanto para usos en interiores como en exteriores para bajar el voltaje a 600 voltios o menos.

Transformadores de distribución. Son unidades que pueden estar sumergidas en aceite, ser monofásicos o trifásicas y estar en postes o plataformas, su capacidad es de 480 a 15000 voltios.

- c. Transformadores de subestación. Unidades sumergidas en aceite, cuya capacidad nominal principal es de 2400 a 67000 voltios, con una capacidad nominal secundaria desde menos de 600 hasta 15000 voltios. Son utilizados en subestaciones de distribución tanto de la empresa eléctrica como dentro de las instalaciones de las empresas.
- d. Subestaciones: Con estos transformadores se forman las subestaciones. Siendo estos sistemas los que transforman la energía primaria en energía utilizable. El punto de conexión es la subestación de la planta alimentada de la derivación de la estructura de interruptores de desconexión y pararrayos de la Empresa Eléctrica. Esta subestación necesita un interruptor automático de circuito, relleno de aceite, en cada alimentador. Los transformadores rellenos de líquido convierten el voltaje de ingreso a un nivel más susceptible de utilizarse y proporcionan un método de distribución (cable o colector) al tablero secundario de distribución.
- **Capacidad nominal de los transformadores.** La capacidad nominal se da en KVA y viene identificada en la placa de especificaciones según sea el tipo de transformador.

Están diseñados para soportar sobrecargas de corta duración bajo condiciones de temperatura ambiente, carga y tiempo de la sobrecarga.

Las capacidades nominales de voltaje para transformadores incluyen los niveles de uso continuo primario y secundario a las frecuencias indicadas. La

capacidad nominal del devanado primario es el voltaje nominal lineal del sistema, mientras que la capacidad nominal del voltaje secundario es el valor correspondiente a los casos en que no existe carga.

Derivación de voltaje. Las derivaciones para variación de voltaje se usan para compensar los cambios pequeños en el suministro primario al transformador o para variar el nivel del voltaje secundario con los requisitos al cambio de carga.

Conexiones. Las conexiones en delta primaria y estrella secundaria son las conexiones más comunes para transformadores usadas hoy en día.

Impedancia. La impedancia del transformador es su oposición al flujo de la corriente a través de él, con el secundario puesto en cortocircuito y se expresa en porcentaje y van desde el 3 al 6 %.

Interruptores automáticos de circuito (600 voltios y menos)

En las aplicaciones de 600 voltios o menos, suelen usarse dos tipos de interruptores automáticos de circuito de energía y los de caja moldeada. Por lo general, los de energía son ensambles de construcción abierta en marcos de metal que se usan en los compartimientos de los conmutadores y lugares similares. Los de caja moldeada también se utilizan en los conmutadores.

Actualmente se cuenta con nuevos avances en los interruptores automáticos de circuito, hasta el grado que contienen circuitos electrónicos que ofrecen gran capacidad de ajuste en las características de disparo.

Los interruptores automáticos de circuito, según sus características se dividen en:

- a. Ajustable. Indica que el dispositivo de sobrecorriente del interruptor automático de circuito puede prepararse para que se dispare en diferentes valores de corriente y/o de tiempo preestablecido.
- b. Disparo instantáneo. Indica que no se introduce retardo alguno a propósito en la acción de disparo de los interruptores automáticos. Y pueden contar con dispositivos contra sobrecorriente.
- c. Tiempo inverso. Indica que se introduce un retardo en la acción de disparo de los interruptores automáticos.
- d. No ajustable. Indica que el interruptor automático de circuito no tiene ningún ajuste para alterar el valor de la corriente a la que se va a disparar o el tiempo necesario par su funcionamiento.

Cajas de conmutadores y conmutadores

Estos equipos pueden funcionar como equipo principal para servicio secundario, como equipo principal para servicio primario y como equipo para centros de carga cuando se colocan cerca de las concentraciones de carga. El conjunto y sus dispositivos regulan y distribuyen la electricidad hasta el equipo de utilización o distribución.

Las cajas de conmutadores y los conmutadores incluyen las barras colectoras, conductores, dispositivos de control, dispositivos de protección,

circuitos de interrupción (conmutación), dispositivos de interrupción, cableado de interconexión, accesorios, estructuras de soporte y cubiertas.

Los tres tipos de conmutadores más usados en las plantas son: el conmutador blindado de voltaje medio y alto, interruptores automáticos de caja moldeada (usados con mayor frecuencia como tableros de distribución), el interruptor de carga y dispositivo de interrupción.

Relevadores de protección. Consisten en un elemento operativo y un juego de contactos móviles. El relevador mide la variación en relación con sus posiciones estándar y cuando se sobrepasa un límite preestablecido, inicia una acción que causa que sus contactos asuman una configuración nueva con el propósito de sonar una alarma o disparar un interruptor automático de circuito.

Interruptores de seguridad y medios de desconexión

Se suministra con el fin de permitir el mantenimiento del equipo sin dar posibilidad de que algún dispositivo de control remoto que este funcionando, encienda las máquinas cuando el encargado o alguien de mantenimiento esté en contacto con alguna parte peligrosa.

Principalmente se constituye de resortes de interrupción rápidas encerrados en una carcasa de metal ya sea con indicación en amperios o en caballos de fuerza. También están los de palanca o de acción rápida que se usan para desconectar y están diseñados para montarse en la caja de toma y su capacidad nominal se indica en voltaje y en corriente.

Fusibles

Se utilizan en los interruptores y otros dispositivos de protección. Los fusibles protegen el circuito por medio de un enlace o elemento interno que se funde debido al calor causado por el exceso de corriente, abriéndose el circuito.

Los fusibles se seleccionan con base en el voltaje, la capacidad de transmisión de corriente y la capacidad nominal de interrupción.

Entre los fusibles tenemos los de energía de más de 600 voltios (limitadores de corriente y de expulsión) usados en los cortes o interrupciones de desconexión de los sistemas de distribución; y los fusibles de bajo voltaje de 600 voltios o menos están los de enchufe y los de cartucho.

Alambres y cables

Los alambres y cables que se utilizan para distribución de energía eléctrica consisten en un medio conductor que por lo regular, esta encerrado en una vaina aislante y, en ocasiones, esta protegido, además con un recubrimiento externo. El medio conductor suele se de cobre o de aluminio y el aislante de polietileno reticulado o armadura de cobre según sea su aplicación.

Barras colectoras y sus conductos

Los conductos y las barras colectoras realizan las mismas funciones que los cables y los alambres, pero tienen características de construcción y usos diferentes.

Las barras pueden cortarse, soldarse, doblarse, punzonarse, perforarse, revestirse y aislarse.

Las barras colectoras pueden instalarse en interiores o exteriores y además utilizarse como alimentadores de potencia de punto a punto, como fuentes de potencia de puntos múltiples.

Controladores y centros de control para motores

Sirven para realizar las funciones de encendido y apagado de motores.

Los controladores para motor suelen llamarse arrancadores y son dispositivos que funcionan con magnetismo y tienen protección térmica integrada contra sobrecargas por medio de enlaces de aleación de fusibles.

Cuando se colocan los controladores en grupo en una unidad integral se le conoce como centro de control de motores.

Tableros de control

Los tableros de control son ensambles de dispositivos de interrupción y de sobrecorriente que se encuentran dentro de un gabinete, montados en el muro y protegidos por una cubierta.

Los tableros de control brindan protección y control local para los aparatos y alumbrado. Por lo regular se componen de grupos integrados de interruptores automáticos de circuito (flipones) y de interruptores de fusibles que protegen los circuitos que terminan en el área inmediata a ellos.

3.2.10.1.2. Mantenimiento

En cuanto al mantenimiento de los componentes del sistema de suministro de energía eléctrica, generalmente sólo se lleva a cabo una inspección periódica para determinar daños por cortocircuitos o sobretensiones, limpieza de todos los elementos y cambiar las piezas necesarias; sin embargo, existen algunos de ellos que si tienen un mantenimiento preventivo riguroso como es el caso de los tableros, y los transformadores o subestaciones.

Para los tableros, el mantenimiento consiste básicamente en la medición y balance de las cargas, apriete de las barras y la limpieza correspondiente. Para el caso de los alambres y cables se debe hacer una inspección periódica para detectar deterioro o daños y efectuar el cambio.

En cuanto a los transformadores o subestaciones el mantenimiento consiste en:

- Revisión de conexiones y cables.
- Lavado de boquillas de alta y baja tensión con solvente dieléctrico.
- Reapriete de terminales.
- Mediciones de aislamiento en bobinas principales.
- Revisión de fugas de aceite en cambiadores de taps, indicadores de aceite y válvulas de toma de aceite.
- Revisión del sistema de tierras.
- Análisis del aceite dieléctrico.

3.2.10.2. Sistema de suministro de emergencia (planta eléctrica)

Todas las instalaciones que ofrecen u operan con servicios esenciales requieren de un servicio de emergencia para garantizar el tráfico y la seguridad de las personas, así como la continuidad de las operaciones en los procesos.

EL servicio de suministro de energía de emergencia lo podemos lograr por medio de una o varias plantas de emergencia. Usualmente es muy costoso abastecer todas las instalaciones y equipos con este sistema, por lo que se seleccionan los circuitos más importantes (luces de emergencia, equipo de procesos críticos), tomando en cuenta la capacidad de la planta y dejando siempre un margen de seguridad, para ello se requiere de aislar estos circuitos por medio de un interruptor de transferencia (conmutador) que los conecte ya sea al servicio normal o al servicio de emergencia.

La justificación del sistema lo constituyen la prevención de pérdidas por tiempos muertos, pérdida del producto en proceso y en almacenaje, información en proceso, hasta el cierre del supermercado. También puede constituir una amenaza directa para la seguridad tanto del personal, clientes como de los bienes de la empresa, máxime cuando se tienen ascensores, sistemas de bombas contra incendios, alarmas de incendio, redes de comunicación, etc.

3.2.10.2.1. Descripción del sistema

Cuando la fuente normal de energía falla, opera el sistema de suministro de energía de emergencia para producir energía eléctrica a cargas particulares seleccionadas.

El sistema de control (conmutación) al detectar una falla o la interrupción del suministro de energía, envía una señal de arranque al motogenerador (fuente de energía de emergencia), éste arranca en el tiempo que esté programado. Luego de un tiempo aproximado de 6 a 8 segundos, mientras se estabiliza la operación de la máquina, se hace la transferencia de la energía del motogenerador hacia el tablero principal de emergencia y por consiguiente a los tableros secundarios (según la prioridad establecida) y de allí a los equipos seleccionados conectados al sistema de emergencia.

Cuando regresa el suministro normal de energía, el conmutador detecta dicha corriente y hace el cambio de la fuente de emergencia a la fuente normal, luego de un tiempo prudente de estabilización, envía señal al motogenerador para que se apague, quedando nuevamente en operación el sistema normal.

3.2.10.2.2. Clasificación de los sistemas

El equipo que compone el sistema dependerá de las características y requisitos de las cargas que deban abastecerse. El sistema se subdivide en dos grupos de equipo, según sus funciones: la fuente de energía de emergencia y el equipo de interrupción eléctrica (conmutación).

- **Fuente de energía de emergencia.** La función de este equipo es generar energía eléctrica. El conjunto motogenerador constituye la parte principal del grupo. El generador está acoplado de manera permanente a un motor primario (generador de fuerza motriz) que lo impulsa; dicho motor puede ser de combustible Diesel, gasolina, o de gas o bien por medio de una turbina de gas.
- **Equipo eléctrico de conmutación.** La función del equipo eléctrico de conmutación es la de enlazar la energía del generador con el equipo que la

utilice. En este grupo se incluyen los interruptores de transferencia manuales o automáticos. El interruptor de transferencia se traba para evitar que se conecte simultáneamente a la fuente de energía normal y la fuente de energía de emergencia. Los interruptores de transferencia automáticos también monitorean ambas fuentes de energía e inician el arranque del sistema.

3.2.10.2.3. Componentes del sistema

Conjunto del motogenerador

Entre los conjuntos de generadores trifásicos adecuados para los sistemas de suministro de energía de emergencia, se encuentran las unidades con motor Diesel, que varían de 12 a 1500 KW y las unidades con ignición de chispa de 5 a 100 KW., con especificación nominal de 1800 rpm.

- a. Motor Diesel o gasolina (sistema de enfriamiento, sistema eléctrico, alternador, baterías, sistema de control).
- b. Generador eléctrico.

Conmutador

- a. Transferencia
- b. Control del interruptor de transferencia.

3.2.10.2.4. Mantenimiento

Generalmente, muchos de los componentes necesitan mantenimiento en base a horas de operación, semanas, etc., y revisiones rutinarias programadas.

- **Registros de mantenimiento.** Una nota importante en el mantenimiento es llevar registros de los servicios para garantizar que se hayan realizado los procedimientos de mantenimiento y pruebas del sistema por medio de hojas de control.
- **Ejercicios de prueba del sistema.** Esto se hace debido a que los motores que se dejan sin funcionar por períodos prolongados tendrán dificultad para arrancar y se pueden realizar por medio de un elemento automático (transferencia programada) o bien por medio de pruebas manuales. Estas pruebas deben realizarse con carga durante unos 30 minutos aproximadamente a cada semana.

La lista de verificación del sistema consiste en lo siguiente:

- Nivel del tanque principal de combustible (mantenerlo arriba del 80%).
- Nivel del refrigerante (con antioxidante).
- Nivel del aceite lubricante y sus filtros.
- Bandas del ventilador y del alternador.
- Mangueras y conexiones (deterioradas por alta temperatura).
- Funcionamiento del calentador del refrigerante
- Baterías: limpieza, nivel del electrolito y conexiones de los cables.
- Cargador de baterías (observar el régimen de carga).
- Limpieza de toda el área.
- Pruebas de funcionamiento con carga: presión de aceite, temperatura del refrigerante, régimen de carga del alternador, voltaje, amperaje de líneas, frecuencia, etc., (documentarlo).

El mantenimiento a la transferencia o unidad de conmutación consiste en:

- Desmontaje, montaje y limpieza de todos los contactos fijos y móviles.

- Limpieza del motor lineal y de las tarjetas de temporizado.
- Reapriete de bornes principales y secundarios.
- Reprogramación (ajuste) y pruebas del sistema.

3.2.10.3. Energía de reserva estacionaria (UPS)

Para los casos en que no es aceptable una interrupción del servicio eléctrico cuando se alimentan equipos que procesan y almacenan información (aparatos electrónicos), entonces se utilizan las llamadas fuentes sin interrupción o UPS (*Uninterruptible Power Supply*).

Estos UPS tienen un sistema de baterías adicionalmente a la planta de emergencia, que proveen la energía mientras se transfiere la carga a la planta, con un sofisticado sistema electrónico de control y protección.

Las baterías que utilizan los UPS son del tipo estacionarias y están diseñadas para instalarse de forma permanente en unos soportes o bases como fuente de energía de respaldo o de emergencia para sistemas de comunicación, equipo de distribución y control, energía de corriente directa de emergencia para iluminación y equipos esenciales. Los tipos más comunes de baterías estacionarias son las de antimonio y calcio, las de plomo ácido y de níquel cadmio.

Estos UPS también realizan la función de protección, al regular constantemente la corriente alterna proveniente del sistema convencional o de emergencia hacia las salidas o servicios.

3.2.10.3.1. Mantenimiento

Consiste en la **inspección visual y limpieza** de la unidad, disipador de calor, *switch* de AC, conexión de tarjetas y de las entradas y salidas, filtro de entrada, interruptor estático, contactor de transferencia, prueba de luces.

Control de las formas de onda: entrada referida a tierra, salida contactor de transferencia.

Mediciones eléctricas: voltaje, amperaje y frecuencia de entrada y salida a neutral y voltaje de baterías.

Por último, se hacen las **pruebas con carga en baterías:** corriente de descarga, forma de onda, frecuencia, voltaje.

3.3. Instalaciones (descripción y mantenimiento)

3.3.1. Obra civil

Son todas las instalaciones que requieran obra civil como es el caso de los techos, los muros (paredes) y los pisos en las distintas áreas, según se describe a continuación:

3.3.1.1. Techos

Los elementos importantes a saber en cuanto a los techos son los materiales, los aspectos esenciales del diseño, la aplicación, el mantenimiento, la instalación de nuevas inserciones, el cambio de techo.

Un sistema de techos incluye el conjunto de la cubierta, el retardador de evaporador y el aislante (si es que los hay).

Cubiertas

- a. Cubiertas de paneles de fibra de cemento y madera. Están compuestos de fibras de madera tratada que se unen con cemento *Pórtland* o cualquier otro aglomerante y se moldean en paneles planos.
- b. Cubiertas de concreto aislante ligero y rellenos.
- c. Cubiertas de yeso vaciado. Se usa muy poco en la actualidad. Se construyen en el lugar de la obra y se forman al mezclar yeso con fibras de madera o agregados minerales y agua.
- d. Cubiertas de acero. Los paneles de acero para cubiertas se fabrican de láminas roladas en frío. Los paneles se pueden conseguir galvanizados o pintados. Estas cubiertas se pueden fabricar con canales para permitir un secado descendente. El aislamiento con bloques de material fibroso se instala en los canales de la parte superior de la cubierta acústica.
- e. Paneles o tablonos de madera. Hechas de madera sólida, paneles de entarimado o machihembrados.

Retardadores de vapor

Entre los materiales diversos pueden emplearse como retardadores los betunes asfálticos, el papel *kraft*, el polietileno y el papel aluminio.

Aislamiento

Lámina de fibra de vidrio, perlita, fenolito, poliisocianurato, poliestireno, sistema de barreta radiante, etc.

Cubiertas para techos de poca pendiente

Por medio de revestimiento compuesto de betún asfáltico, fieltro y un acabado de la superficie. También por medio de elastoméricos con aplicación líquida. Se tienen también capas individuales de polietileno, polisobutileno y las espumas de poliuretano en aerosol.

Mantenimiento

Algunas consideraciones del mantenimiento son:

- a. Declive del techo: el mínimo para techos de declive bajo debe estar entre 6.4 y 12.8 mm/m.
- b. Tráfico sobre el techo. Cuando se tienen equipos sobre los techos se deben establecer las rutas e indicarlas con el fin de protegerlo de daños y especialmente alrededor del equipo.
- c. Desarrollar un expediente para llevar el control de mantenimientos preventivos y reparaciones (base de datos).
- d. Efectuar inspecciones periódicas: mensuales, bimensuales, etc., según se establezca de acuerdo a las necesidades para hacer los mantenimientos como quitar el material de desecho, limpiar los desagües, corregir agujeros o filtraciones o el reemplazo de láminas con desprendimiento.
- e. Identificar los daños internos de los techos debido a emanaciones de vapores derivados de procesos internos (éstos producen hongos o

corrosión) y efectuar las medidas preventivas o correctivas ya sea primeramente haciendo una limpieza profunda y luego pintándola.

3.3.1.2. Paredes (muros)

Los muros, las ventanas y los ingresos son las partes de las instalaciones que ofrecen protección contra el clima, regulación visual y sonora, controles sanitarios, accesos a los espacios y con frecuencia el control contra incendios.

Los materiales más utilizados en las estructuras son la madera, la mampostería, el concreto, los plásticos y los metales.

Es importante tomar en cuenta que ciertos muros, ventanas e ingresos forman parte del sistema de control contra incendios considerado en los reglamentos de construcción y en los requisitos de las pólizas de seguro.

Materiales

- a. Mampostería. Son todos aquellos muros que se construyen con ladrillo, piedra u otros bloques derivados de tierra o aglutinantes. Y consiste en apilar unidades de diversos tamaños y unir el conjunto con el material aglutinante o con el mortero. Ciertamente, los muros internos en muchos de los casos tienen que ser resistentes a ciertas sustancias químicas, fáciles de lavar, etc. Con frecuencia se utilizan materiales como el ladrillo o el concreto (bloques y ladrillos hechos con cemento Pórtland y agregados) siendo los más durables. Para lograr superficies con resistencia a la intemperie se aplican recubrimientos para disminuir la absorción del agua.

Una de las características de la mampostería es que no soporta cargas pesadas tanto verticales como horizontales a excepción de que se refuercen con juntas de acero en forma de escalera o de armadura y se incluya varillas de acero de refuerzo deformadas en sentido vertical.

- b. Madera. Está restringido su uso debido a que presenta alto riesgo de incendio, sin embargo, en los casos que se utilice, debe aplicarse un tratamiento contra incendio.
- c. Metal. Se utilizan generalmente para armar estructuras (marcos de muros, divisiones); y entre los más utilizados tenemos al aluminio y el acero.
- d. Productos aglutinantes. Son los más adecuados para los casos donde el factor más importante a considerar es estar a prueba de incendios. Se fabrican de cemento mezclado con un agregado y agua.

Mantenimiento

El mantenimiento de rutina para los muros y las paredes divisorias, consiste en limpiarlos y reparar con prontitud los daños que sufran (rayones, perforaciones, corrosión, abrasión). Las reparaciones que se hacen sobre el yeso y concreto, son similares a las que se le hacen a los pisos de concreto a excepción de la pintura que se aplica como estética y protección.

Se deben conservar la integridad del muro original utilizando material de base cuando aparezcan grietas (estáticas y dinámicas por contracción o dilatación) en el concreto, la mampostería y el yeso.

Generalmente es muy caro hacer reparaciones de partes en muros de panel, por lo que el método más económico consiste en reemplazar el panel completo.

3.3.1.3. Pisos

Los pisos están expuestos al paso de peatones, vehículos de transporte de carga, derramamiento de sustancias químicas y otros productos, así como al funcionamiento del equipo en general; estas condiciones hacen que se tengan tipos de pisos de acuerdo a las condiciones o áreas de trabajo.

Los tipos de pisos pueden ser de área de ventas, área de oficinas, áreas de tránsito, área de preparación y área de almacenaje.

La mayoría de los pisos necesitan tratamientos especiales, como los utilizados en áreas donde se preparan alimentos o manejan productos perecederos (lácteos, carnes, frutas y verduras).

Ya sea que se instale un piso nuevo o bien que se hagan reparaciones, debe tomarse en consideración lo siguiente:

- a. Considerar elementos de dureza y tipo de superficie (lisa y antideslizante).
- b. La pendiente adecuada para un buen desagüe.
- c. Las restricciones por el tipo de trabajo o carga a soportar (vibración, temperatura, sustancias químicas).
- d. El mantenimiento rutinario.

Materiales básicos para los pisos

- a. Concreto. Es el material básico en la mayoría de pisos y sus atributos son la durabilidad y resistencia.

El piso de concreto es una losa monolítica a nivel o por encima del nivel de suelo, la cual se coloca y se le da el acabado en una secuencia continua una vez que se ha curado.

El acabado consiste en el allanamiento de la superficie de concreto. El acabado lo hace más denso y se logra una superficie lisa o texturizada. La durabilidad de la superficie del concreto depende en gran medida del agregado y no del cemento.

Para lograr características diferentes en la superficie se usan llanas, en el caso de superficies lisas se usan llanas de acero, mientras que las llanas de magnesio o aluminio producen texturas antiderrapantes.

Además de los agregados de la mezcla, pueden aplicarse otros agregados especiales, apisonándolos o esparciéndolos sobre la superficie mientras se da el acabado al concreto; éstos pueden ser metálicos como las limaduras de hierro mezcladas con cemento y un aglomerante para crear superficies de alta duración o trabajo pesado sin electricidad estática y los agregados naturales de rocas trituradas como el granito, el mármol, la roca y la grava dura de río, y se usan para aumentar la durabilidad de la superficie y dar un aspecto decorativo.

- b. Productos de arcilla. Los pisos hechos básicamente de arcilla, son el ladrillo, la baldosa de antera y la loseta de cerámica. A menudo, estos

productos se colocan sobre losas de concreto rugoso y se fijan con mortero o arena y son de diferentes tamaños.

Ladrillo. Los ladrillos actualmente se usan poco en áreas de procesos. Estos pisos son arcillas moldeadas y cocidas a altas temperaturas para formar una superficie densa y dura que puede tener diversas texturas y vidriados. Se tienen dos tipos de estos pisos según la norma ASTM C410: El tipo I para los lugares donde no sea necesaria una baja absorción y alta resistencia a los químicos.

El tipo II se usa donde si es necesario contar con baja absorción y alta resistencia a los ácidos y el tipo III se usa donde resulte esencial una mínima absorción y una máxima resistencia a los ácidos.

Las baldosas de cantera y losetas de cerámica pueden ser vidriadas como sin vidriar, las sin vidriar se usan para pisos (donde la higiene y decoración son importantes), y mezclarse con losetas texturizadas para hacerlos menos resbalosos. Los materiales que se usan son morteros, adhesivos, selladores e impermeabilizantes diseñados para instalar pisos.

Los morteros o el aditivo de látex tienen la ventaja de mejorar la adherencia y proporcionan mayor resistencia al daño causado por la escarcha, los golpes y los impactos. Y los morteros de resinas epóxicas o de furano son adecuados para los sitios donde sea necesaria la resistencia a sustancias químicas, además nos proporcionan una gran resistencia a la adherencia y a los impactos.

Los adhesivos orgánicos son productos de curado que liberan solventes y se aplican en una capa delgada y proporcionan cierta flexibilidad al revestimiento de las losetas.

- c. Madera. Existe variedad de productos sin terminar o preterminados que pueden colocarse en algunas áreas de las instalaciones como los salones de exposición, salas de muestra, entre otros. Estos productos y los pisos de listones de roble, pino, nogal necesitan mantenimiento diario.
- d. Metal. Se usan con frecuencia en los pisos en forma de emparrillados y placas que se aplican generalmente sobre las estructuras de bastidores de acero, superficies de escaleras y plataformas de pasillos.

Acabados aplicados

- a. Endurecedores, repelentes para el polvo y sellado. Se utilizan en tratamientos para endurecer las superficies y reducir el empolvamiento de las mismas. Algunos ejemplos comunes pueden ser los cristales de silicato de sodio y los de fluorosilicato de magnesio mezclados con agua, agregándoles agentes líquidos de curado final.
- b. Tintes para concreto. Existen variedades, algunas de los cuales endurecen la superficie al tiempo que la colorean.
- c. Recubrimientos. Se aplican en dos o tres capas y varían en espesor entre 10 y 60 o más *mils*. Se aplican mediante rodillos y aerosol, no así los recubrimientos de autonivelación que se aplican con barredora de goma. Los recubrimientos se aplican para evitar el empolvamiento, aumentar la facilidad de limpieza, señalar ciertas áreas y advertir posibles riesgos. La

durabilidad de estos esta íntimamente relacionada con el cumplimiento de las recomendaciones del fabricante.

- d. Terrazos. Existen tres sistemas de terrazo de mezclas resinosas: el de cemento de poliacrilato modificado, el de resina epóxica y el de poliéster. Tienen gran resistencia a la compresión, a la abrasión y a la indentación; y son resistentes a las sales descongelantes, a los productos alimenticios y a la orina, pero no resisten ácidos lácticos, acéticos y demás ácidos fuertes alcalinos.

Pisos resinosos

Los recubrimientos resinosos como los epóxicos, los de uretano, neopreno, acrílico, poliéster y de ésteres de vinilo, suelen aplicarse con llanas, con un espesor entre 3.2 mm (1/8 in) y 6.4 mm (1/4 in). Estos sistemas de pisos resinosos resisten sustancias químicas, impactos fuertes y la abrasión, no producen chispas, son elásticos y son conductores.

La falla de estos sistemas suele consistir en la delaminación de la base como resultado de una mala preparación o de la penetración de humedad a través de la losa. Siempre debe seguirse las instrucciones del fabricante.

Cuando se hace la aplicación del piso nuevo, es conveniente instalar un retardador de vapor; éste evita que la humedad pase desde el subsuelo a través del substrato de concreto; cuando las losas ya existen también se deben aplicar productos primarios que actúen como retardadores de vapor.

Pisos de material elástico

Al igual que los productos en loseta y lámina, se destinan principalmente a las áreas que tengan un acabado para trabajo ligero o moderado, donde la apariencia del acabado es importante. La loseta de vinilo es la más común, pero también pueden conseguirse de vinil y de corcho.

Cuando se instalan pisos de material elástico sobre losas nuevas a nivel del suelo o por debajo de éste, se necesita un buen retardador de vapor bajo la losa, para que no aparezcan burbujas en el piso. Para la instalación de estos pisos se necesita de la aplicación de adhesivos con resistencia a los álcalis, etc.

Consideraciones de control de calidad y de preparación de las superficies

- a. Comprobar que se tengan presentes todas las condiciones de preparación y acabado: curado aproximado sin acelerantes de 28 días; si se emplea selladores o endurecedores verificar que sean compatibles y que las superficies no tengan polvo, grasa ni otro tipo de contaminante.
- b. Asegurarse que la temperatura del aire y la de la superficie sobrepasen los límites indicados en las especificaciones del producto 5 grados *Fahrenheit* arriba del punto de condensación.
- c. Durante el mezclado, observar que los solventes sean los indicados para el producto y para las condiciones del lugar en el momento de la instalación.
- d. asegurarse de que el tiempo que pase entre la aplicación de una capa y la siguiente se mantenga dentro de los límites indicados en la hoja técnica.

Mantenimiento

Es un proceso continuo. El deterioro continuo es el resultado de la acción de la acumulación de desperdicios y el uso mismo. Cuando los desperdicios son abrasivos, deberá barrerse el piso una o más veces al día para evitar que se deteriore con rapidez.

Para garantizar una larga vida útil a los pisos, debe tenerse el cuidado de limpiar con gránulos absorbentes para pisos constantemente todos los derrames de líquidos de cualquier tipo, desde agua hasta ácidos y álcalis.

Los pisos con algún tipo de acabados, como los elásticos, los resinosos y algunas losetas de arcilla, necesitan algo más que el barrido, pues es esencial que se trapeen, según las circunstancias. El polvo abrasivo que queda latente después del barrido es muy destructivo para estas superficies y sólo puede retirarse mediante el trapeado o el tallado por medios mecánicos.

En cuanto a las reparaciones, pueden clasificarse como de emergencia y permanentes:

- a. Reparaciones de emergencia. Son necesarias cuando el daño del piso se convierte en un riesgo para los peatones o los vehículos, o bien, representa un peligro para la estructura del edificio (levantado o astillado de pisos, agujeros, manchas, etc.).
- b. Reparaciones permanentes. Se hacen en concreto ordinario, bloques de madera y losetaelástica, los pisos elásticos en lámina, los pisos sin fractura. Las demás capas finales especiales del concreto y los acabados integrales exigen reparaciones hechas por expertos.

3.3.1.4. Mobiliario (muebles de cajas)

Los muebles de cajas comúnmente llamados *check out*, no son más que un sistema de bandas mecánicas accionadas eléctricamente en el área de cajas registradoras para clientes.

Sobre estas bandas se colocan los productos por parte del cliente que espera ser atendido para chequear y pagarlos. El cajero acciona por medio de un control eléctrico dicha banda, haciéndola correr.

Consta básicamente de una estructura, ya sea de metal o de madera que es el gabinete o mueble, internamente tiene un motor eléctrico que por medio de engranajes, cadenas y/o fajas acciona un mecanismo que es el que hace circular a dicha banda.

Estos muebles, por lo general, vienen dotados de un sistema eléctrico básico con luminarias de control de tráfico (luz normal de encendido e intermitente) y compartimientos para el sistema de cajas (*scanner*, teclado, cableado, etc.).

El mantenimiento básicamente consiste en limpieza general del sistema, ya que en su interior se acumulan residuos de los productos que se pasan por la banda, especialmente de azúcar, sal, granos básicos y productos perecederos. También se hace una revisión, limpieza y lubricación amplia de los mecanismos de banda (si fuese necesario se reemplaza el tramo de banda dañada). Por último, se hace el chequeo del sistema eléctrico para que tanto las luces como los controles funcionen normalmente.

3.3.2. Instalaciones eléctricas

3.3.2.1. Instalaciones industriales y comerciales

Las instalaciones eléctricas, tanto industriales como comerciales, son todas aquellas que tienen como objetivo proporcionar la energía eléctrica adecuada para el funcionamiento de los equipos, máquinas eléctricas, dispositivos eléctricos en general en cualquier punto dentro de las instalaciones del supermercado, sujetas en primer lugar a la seguridad industrial y la economía.

Estas instalaciones están formadas por todos los elementos de suministro desde la alta tensión hasta los puntos terminales de aprovechamiento.

3.3.2.2. Tipos de instalaciones

Podemos considerar de acuerdo a como están dispuestas, instalaciones visibles e instalaciones ocultas.

- a. Instalaciones visibles. Son todas aquellas que están a la vista en su totalidad, efectuadas con cable forrado (*tsj*), en ningún caso se acepta cable paralelo, usado en extensiones flexibles o bajadas a lámparas e interruptores y tomacorrientes provisionales.
- b. Instalaciones ocultas. Es la única instalación que debemos tener en nuestras plantas, porque es la única que ofrece suficiente seguridad. Consisten básicamente en circuitos protegidos, ya sea con tuberías o canaletas y las encontramos de materiales diversos.

Para que logremos el objetivo de proporcionar la energía eléctrica en el punto o los puntos que se necesiten, contamos con dos elementos principales: los conductores (cables) y los protectores o cubiertas (tuberías). En las tablas III y IV se muestran de acuerdo a su aplicación.

Tabla III. Tipos de cables disponibles

Tipo	Estructura del aislamiento	Aplicaciones
TW	Aislamiento termoplástico	En circuitos domiciliarios o de baja carga en condiciones normales.
THW	Aislamiento termoplástico	En condiciones con temperatura más alta.
THWN	Igual al THW con una cubierta exterior retardante del fuego	En circuitos donde el peligro de incendio es mayor.
R	De hule	Para extensiones flexibles en lugares secos.
RHW	Hule resistente a la humedad	En lugares donde se requiere resistencia a la humedad y temperaturas altas
UF	Aislamiento del conductor tipo TW y cubierta exterior	Resistente a la humedad, hongos, y corrosión y retardante del fuego (puede usarse bajo tierra pero con protección mecánica).
USE	Similar al anterior	Características del anterior pero sin la retardante del fuego.

Tabla IV. Tipos de tuberías para instalaciones eléctricas

Tubería	Metálica	Acero	Estándar (<i>conduit</i>)
			Paredes delgadas (ducton)
	No metálica	Aluminio	Estándar (roscada)
			Paredes delgadas
		Plásticas	Polietileno
			Cloruro de polivinilo pvc
Fibra			
Asbesto-cemento			

Descripción de las tuberías

- a. Metálicas: Las tuberías de acero van recubiertas interior y exteriormente por esmalte antioxidante. La tubería estándar *conduit* es la de mejor calidad, de mayor resistencia mecánica, uniones roscadas, pero tiene un costo más alto y mayor dificultad de instalación. La tubería *ducton* es de menor resistencia mecánica, sus uniones se hacen con conectores muy permeables, se dobla más fácilmente y es de costo más bajo y se encuentran generalmente en el mercado con diámetros hasta de 1 1/4". Ninguna tubería metálica debe usarse directamente enterrada.

Las tuberías de aluminio tienen la ventaja de ser inoxidable, por lo cual son útiles en áreas donde prevalece la humedad. La de tipo estándar roscada se usa muy poco por su excesivo costo. La de paredes delgadas utiliza también conectores con tornillo castigador y ambas son de resistencia menor a las de acero.

- b. No metálicas. Las tuberías plásticas tienen la ventaja de ser flexibles y de menor costo. La tubería de polietileno tiene costo bajo, sin embargo tiene la desventaja de no resistir el calor y ser fácil de atacar por roedores. La tubería de cloruro de polivinilo (pvc) es rígida y sus uniones se hacen por medio de soldadura con solventes; es un poco más resistente que la anterior y puede colocarse enterrada siempre que tenga protección mecánica adecuada.

Las tuberías de fibra y asbesto-cemento son poco usadas. La de asbesto cemento se usa como ducto subterráneo con pendiente hacia un desagüe.

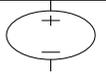
3.3.2.2.1. Normas y medidas de seguridad a considerar

1. Antes de efectuar cualquier instalación verificar las medidas de seguridad.
2. Hacer uso de las pérdidas que permiten los códigos o normas, diseñando siempre la instalación a modo de lograr las distancias más cortas, y no excediendo dimensiones de alambres y tubos.
3. Hacer o tener disponible planos o diagramas unifilares con su cuadro de simbología eléctrica de todas las instalaciones y detalle de cargas.
4. Considerar siempre conexiones adicionales para equipos en un futuro.
5. Para efectos de cálculo, tomar en cuenta las cargas de los equipos en condiciones de operación y dejar un margen de seguridad disponible.
6. La conexión de las lámparas con sus interruptores, o de tomacorrientes (dentro de un ambiente) se hace con un calibre mínimo permitido.
7. Los equipos de consumo fuerte (estufas, calentadores, etc.) se conectan en un circuito especial de 240 voltios con protección y calibre mínimo de acuerdo a su consumo.
8. Hacer la distribución de la pérdida de voltaje total en tres fases: primero desde la entrada hasta el tablero de distribución; segundo para los alimentadores de cada circuito, y tercero para las ramificaciones de éstos.
9. En cada salida para artefactos, interruptores, vueltas cerradas u otro punto de conexión, se colocará una caja de registro, cuya tapadera debe quedar accesible para la inspección de los alambres.
10. No se permite el uso de alambre desnudo en ningún caso.
11. Evaluar la posibilidad de instalar tableros secundarios cuando las distancias son grandes.
12. Cada tablero y cada circuito estará protegido por un cortacircuito automático (flipón) adecuado a la capacidad del mismo.
13. No se permite ninguna instalación si no se tiene disponible la carga total del circuito y si la capacidad del sistema se sobrepasa el 80 %.

3.3.2.2. Simbología

Es una herramienta básica utilizada para leer planos o diagramas unifilares de instalaciones eléctricas. En la figura 7 se presentan un ejemplo.

Figura 7. Simbología y descripción eléctrica

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Tierra		Fibra óptica
	Resistencia		Teléfono
	Batería		Micrófono
	Contacto de relé		Altavoz
	Terminador de cable		Timbre
	Antena		Contacto abierto
	Atenuador		Lámpara
	Protector de sobrevoltaje		Lámpara fluorescente
	Tablero		Relé
	Diodo		Inductor
	Conexión estrella		Transformador de voltaje
	Conexión delta		Transformador
	Polaridad positiva		Motor giratorio
	Polaridad negativa		Fuente de corriente alterna
	Fusible		Fuente de corriente continúa

3.4. Controles operativos

3.4.1. Formatos

Para llevar a cabo los controles utilizamos los formatos siguientes:

3.4.1.1. Chequeo primario

Este formato de chequeo primario (*check list*) se presenta en las figuras 8 y 9. Y como su nombre indica constituye el elemento primario para una revisión o auditoría tanto de equipos, máquinas como instalaciones.

3.4.1.2. Requerimientos generales

El formato de requerimientos generales se presenta en la figura 10. Este formato nos sirve para consolidar y programar todos los requerimientos identificados en las distintas áreas, ya sea por medio de inspecciones formales, solicitudes de trabajo, o por medio de los resultados del mantenimiento predictivo.

3.4.1.3. Programación proyectos de remodelación

Un ejemplo de programación se presenta en la figura 11. Constituye una forma de programar tareas o un proyecto de inversión.

3.4.1.4. Control del presupuesto

Por medio de este formato podemos manejar datos de presupuesto y gastos en un periodo definido como lo encontramos en la figura 12.

3.4.1.5. Informe de gastos

En este formato podemos manejar información de gastos para efectos de informes de fin de período por áreas, pudiendo hacer un análisis de los rubros manejados respecto del presupuesto o del gasto; como se muestra en la figura 13.

3.4.1.6. Informe de inversiones

Un formato de informe consolidado de inversiones se presenta en la figura 14. Con esta herramienta podemos al igual que en el informe de gastos de mantenimiento, manejar la información de las inversiones en un proyecto, tanto para efectos de control como de informe en un periodo o proyecto específico.

Figura 8. Formato de chequeo primario (*check list*) hoja 1

LISTA DE CHEQUEO PRIMARIO (CHECK LIST) PARA EQUIPOS E INSTALACIONES							
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO SUPERMERCADO: _____ SUPERVISOR: _____ FECHA: _____ HOJA No. 1				CONDICION O ESTADO 1. BUENAS CONDICIONES 2. NECESITA MANTENIMIENTO 3. NECESITA REPARACIÓN 4. NECESITA SUSTITUCIÓN			
No.	EQUIPO O INSTALACIÓN	CONDICION	OBSERVACIONES	No.	EQUIPO O INSTALACIÓN	CONDICION	OBSERVACIONES
1	AREA DE CAJAS			2	CARRICERA		
1.1	CHECK OUT			2.1	EQUIPO Y MOBILIARIO		
1.1.1	CONDICIÓN DE BANDAS			2.1.1	SERRA		
1.1.2	PEDALES			2.1.2	MOLINO		
1.1.3	FAROS			2.1.3	RESANADORAS		
1.1.4	BANCOS			2.1.4	ABLANDADOR		
1.1.5	MUEBLES			2.1.5	CUARTO FRIO DE CARNES		
1.2	CAJAS REGISTRADORAS			2.1.6	CUARTO CONG. DE CARNES		
1.2.1	TECLADO			2.1.7	CUARTO CONG. DE MARISCOS		
1.2.2	PANTALLAS			2.1.8	VITRINA DESPACHO DE CARNES		
1.2.3	IMPRESORA			2.1.9	VITRINA DESPACHO EMBUTIDOS		
1.2.4	GAJETAS			2.1.10	VITRINA DESPACHO MARISCOS		
1.2.5	GABINETE			2.1.11	ESCARCHADORA		
1.2.6	ESCÁNER			2.1.12	BALANZAS		
1.3	ELECTRICIDAD			2.2	ELECTRICIDAD		
1.3.1	ILUMINACIÓN			2.2.1	ILUMINACIÓN		
1.3.2	TOMACORRIENTES			2.2.2	TOMACORRIENTES		
1.3.3	INTERRUPTORES			2.2.3	INTERRUPTORES		
1.4	BONIDO			2.2.4	LAMPARAS MATA INSECTOS		
1.4.1	BOCINAS			2.2.5	TURNO MATIC		
1.4.2	MICRÓFONOS			2.3	BONIDO		
1.4.3	AMPLIFICADOR			2.3.1	BOCINAS		
1.5	TRANSPORTE			2.4	PLUMERIA/OBRA CIVIL		
1.5.1	CARRETIILLAS			2.4.1	DRENAJES/CAJAS/REPOSADERAS		
1.5.2	CARRETONES			2.4.2	LAVATRASTOS		
1.6	EMPAQUE			2.4.3	PUERTAS		
1.6.1	PISTOLAS TERMO ENCOGIBLES			2.4.4	TECHO		
1.6.2	TURNO MATIC			2.4.5	PISO		
1.7	PAQUETES			2.4.6	RÓTULOS		
1.7.1	PAQUETEROS						
1.7.2	FICHAS						
1.8	SERVICIO AL CLIENTE						
1.8.1	TELEFONOS						
1.8.2	FAX						
3	ÁREA DE VENTAS			3.4	EQUIPO REFRIGERADO AUTO SERVICIOS		CONDICION DE TRABAJO
3.1	ELECTRICIDAD			3.4.1	AUTOSERVICIO DE FRUTAS		
3.1.1	ILUMINACIÓN			3.4.2	AUTOSERVICIO DE VERDURAS		
3.1.2	TOMACORRIENTES			3.4.4	AUTOSERVICIO DE CARNE		
3.1.3	LAMPARAS DE EMERGENCIA			3.4.6	AUTOSERVICIO DE POLLO		
3.2	OBRA CIVIL/DECORACIÓN			3.4.7	AUTOSERVICIO DE EMBUTIDOS		
3.2.1	TECHOS			3.4.8	AUTOSERVICIO DE PASTELES		
3.2.2	PAREDES			3.4.9	AUTOSERVICIO DE LÁCTEOS		
3.2.3	PISO			3.4.10	AUTOSERVICIO DE JUGOS		
3.2.4	RÓTULOS			3.4.11	AUTOSERVICIO DE HELADOS		
3.2.5	VENTILADORES			3.4.12	AUTOSERVICIO DE CONGELADOS		
3.3	MOBILIARIO			3.4.13			
3.3.1	GÓNDOLAS						
3.3.2	EXHIBIDORES						
3.3.3	VESTIDORES						

Figura 9. Formato de chequeo primario (*check list*) hoja 2

LISTA DE CHEQUEO PRIMARIO (CHECK LIST) PARA EQUIPOS E INSTALACIONES							
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO SUPERMERCADO: _____ SUPERVISOR: _____ FECHA: _____ HOJA No. 2				CONDICIÓN O ESTADO 1. BUENAS CONDICIONES 2. NECESITA MANTENIMIENTO 3. NECESITA REPARACIÓN 4. NECESITA SUSTITUCIÓN			
No.	EQUIPO O INSTALACIÓN	CONDICIÓN	OBSERVACIONES	No.	EQUIPO O INSTALACIÓN	CONDICIÓN	OBSERVACIONES
4	PRODUCCIÓN	26		5	DELI		
4.1	EQUIPO			5.1	EQUIPO		
4.1.1	AMAZADORA			5.1.1	VITRINA DE ENSALADAS		
4.1.2	SALADORA			5.1.2	VITRINA DE EMBUTIDOS		
4.1.3	HORNOS			5.1.3	REBAJADORAS		
4.1.4	FERMENTADOR			5.1.4	POSTEADOR		
4.1.5	EXTRACTOR			5.1.5	HORNO MICROONDAS		
4.1.6	CUARTO FRÍO			5.1.6	BALANZA		
4.1.7	VITRINA DESPACHO FRÍA			5.2	PLUMERIA		
4.1.8	VITRINA DESPACHO CAL.			5.2.1	DRENAJES/CAJAS REPOSADORAS		
4.1.9	ESTUFA			5.2.2	LAVATRASTOS		
4.1.10	LAMINADORA			5.2.3	REPOSADORAS		
4.1.11	CLAVIERO			5.3	ELECTRICIDAD		
4.1.12	EXHIBIDORES			5.3.1	ILUMINACIÓN		
4.1.13	POP CORNERA			5.3.2	MATAMOSCAS		
4.1.14	HORNO MICROONDAS			5.3.3	TOMACORRIENTES		
4.1.15	HOT DOGWERA			5.3.4	INTERRUPTORES		
4.1.16	BALANZA			5.4	OBRA CIVIL		
4.2	ELECTRICIDAD			5.4.1	MUROS		
4.2.1	ILUMINACIÓN			5.4.2	TECHO		
4.2.2	MATAMOSCAS			5.4.3	PUERTAS		
4.2.3	TOMACORRIENTES			5.4.4	PISOS		
4.2.4	INTERRUPTORES						
4.3	OBRA CIVIL/DECORACIÓN			6	BODEGA		
4.3.1	TECHOS			6.1	EMPANIS		
4.3.2	MUROS			6.2	TROCKERT		
4.3.3	PISO			6.3	PALLETS		
4.3.4	BOTIJOS			6.4	CANILLOS		
4.3.5	DRENAJES			6.5	RAMPA HIDRAULICA		
4.3.6	PUERTAS			6.6	ILUMINACIÓN		
4.3.7	LAVATRASTOS			6.7	MONTACARGAS		
7	SALA DE MÁQUINAS			7.1	PLANTA DE EMERGENCIA		CONDICIÓN DE TRABAJO
7.1	CONDENSADORES	7.1.1		7.1.1	ACEITE		
7.1.1	AUTOSERVICIO FRUTAS	7.1.2		7.1.2	BATERIAS		
7.1.2	AUTO DE VERDURAS	7.1.3		7.1.3	AGUA		
7.1.3	AUTO DE CARNES	7.1.4		7.1.4	CALENTADOR		
7.1.4	AUTO DE POLLO	7.1.5		7.1.5	VOLTAJE		
7.1.5	AUTO DE EMBUTIDOS	7.1.6		7.1.6	AMPERAJE		
7.1.6	AUTO DE PASTILES	7.1.7	CONEXIÓN	7.1.7	HERTE		
7.1.7	AUTO DE LÁCTEOS	7.1.8	CONEXIÓN	7.1.8	PRUEBA DE TRABAJO		
7.2	OBRA CIVIL			7.4	ELECTRICIDAD		
7.2.1	TECHO			7.4.1	ILUMINACIÓN		
7.2.2	PISO			7.4.2	TOMACORRIENTES		
7.2.3	VENTILACIÓN			7.4.3	TABLEROS		
7.2.4	MUROS			7.4.4	FILIPONES		
7.2.5	PINTURA			7.4.5	TRANSFERENCIAS		
7.2.6	LIMPIEZA			7.4.6	TRANSFORMADORES		
8.1	OFICINA/SERVICIOS			8.1	CAFETERÍA	8.1.1	ILUMINACIÓN
8.1.1	UPS	8.1.1	CAJA GENERAL	8.1.1	ERUPA	8.1.2	MONTAJE
8.1.2	AIRE ACONDICIONADO	8.1.2	CAJA FUERTE	8.1.2	HORNO MICROONDAS	8.1.3	REFRIGERATIVO
8.1.3	MOBILIARIO	8.1.3	MOBILIARIO	8.1.3	EXTRACTOR	8.1.4	EXTRACTORES
8.1.4	SISTEMA DE SONIDO	8.1.4	CALCULADORAS	8.1.4	MUROS	8.1.5	TECHO
8.4	BAÑOS	8.4.1	LAVAMANOS	8.4.1	PUERTAS	8.4.2	TECHO
8.4.1	SANITARIOS	8.4.2	SECADORES	8.4.2	PISOS	8.4.3	EXTRACTORES
8.4.2	ABRIGOS	8.4.3	DISPENSADORES	8.4.3	MUROS	8.4.4	

Figura 11. Formato de programación de proyectos de remodelación

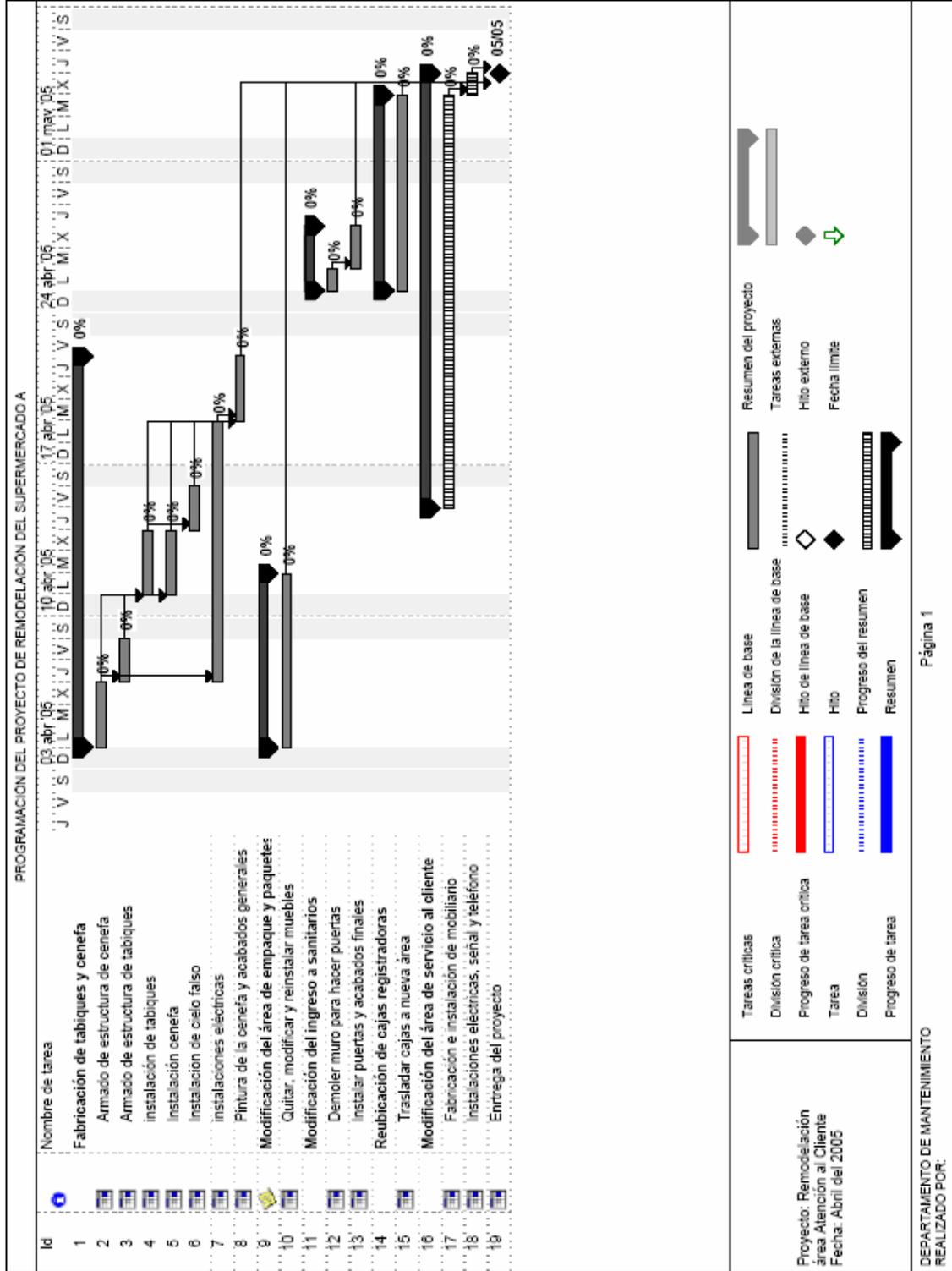


Figura 13. Formato de informe de gastos

INFORME DE GASTOS CONSOLIDADOS DE MANTENIMIENTO						
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO SUPERMERCADO: SUPERVISOR: PERIODO: <i>MES/TRIMESTRE/AÑO</i>						
RUBROS	ÁREA	MANTENIMIENTO A EQUIPOS	MANTENIMIENTO A INSTALACIONES	EMERGENCIAS	OTRAS (ESPECIFICAR)	TOTALES
(Q) PRESUPUESTADO		8000	6600	500	0	14000.00
(Q) GASTADO		7500	4800	660	0	12950.00
(Q) DIFERENCIA (AHORRO/DEFICIT)		500	700	-150	0	1050.00
(%) GASTADO RESPECTO DEL PRESUPUESTO		93.75	87.272727	130	0	92.50
(%) GASTADO RESPECTO DEL TOTAL PRESUPUESTADO		53.57142857	34.28571429	4.842857143	0	92.50
(%) GASTADO RESPECTO DEL TOTAL GASTADO		57.81605792	37.06663707	5.018305019	0	100
OBSERVACIONES: <u> </u> RELEVANTES <u> </u>						

Figura 14. Formato de informe de inversiones

INFORME CONSOLIDADO DE INVERSIÓN EN EL PROYECTO "A"						
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO SUPERMERCADO: A SUPERVISOR: FECHA: 15 DE ABRIL DEL 2005						
RUBROS	ÁREA	ÁREA 1 (OBRA CIVIL)	ÁREA 2 (ELECTRICIDAD)	ÁREA 3 (REFRIGERACIÓN)	OTRAS (ESPECIFICAR)	TOTALES
(Q) PRESUPUESTO AUTORIZADO		50000	35000	70000	0	155000.00
(Q) GASTADO		45000	42000	55000	0	142000.00
(Q) DIFERENCIA (AHORRO/DEFICIT)		5000	-7000	15000	0	13000.00
(%) GASTADO RESPECTO DEL PRESUPUESTO POR ÁREA		90	120	78.57142857	0	91.61
(%) GASTADO RESPECTO DEL TOTAL PRESUPUESTADO		29.03225806	27.08677419	35.48387087	0	91.61
(%) GASTADO RESPECTO DEL TOTAL GASTADO		31.68014085	28.57746479	38.73239437	0	100
OBSERVACIONES: ____ RELEVANTES ____						

3.5. Consideraciones de seguridad e higiene industrial

La seguridad industrial es un compromiso de todos (patronos y trabajadores), en donde la responsabilidad recae sobre el departamento de mantenimiento. Se debe mantener las instalaciones libres de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, además de conservar los activos de la empresa.

Las medidas de seguridad industrial forman parte de la administración de mantenimiento y deberán observarse en todos los procesos que van desde el diseño de las instalaciones, los procesos, el uso y disposición de los equipos e instalaciones y por consiguiente el mantenimiento de los mismos.

- **Aspectos legales de la seguridad.** En nuestro medio existen regulaciones y disposiciones de seguridad e higiene industrial tanto en el Código de Trabajo (título quinto, capítulo único) como en el reglamento de seguridad e higiene en el trabajo del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS).

Estas regulaciones y procedimientos sólo nos dan un marco general sobre la seguridad donde en forma compartida tanto patronos como trabajadores deben observar y cumplir para lograr tener el ambiente de trabajo libre de accidentes y enfermedades profesionales.

Si la seguridad es parte integral del trabajo, el cual se basa en implicar las responsabilidades del colaborador o quien tenga a su cargo un proceso, ésta se utilizará para evaluar sus logros y mantener la motivación.

3.5.1. Conceptualización

Seguridad e higiene industrial. Es un conjunto de normas y procedimientos que van a proteger y conservar la integridad física y mental de los colaboradores y clientes.

Los objetivos de la seguridad e higiene industrial son:

- a. Evitar lesiones y muertes por accidentes de los colaboradores y/o personal que se encuentre dentro de las instalaciones.
- b. Evitar el desarrollo de enfermedades ocupacionales de colaboradores.
- b. Reducir los costos de operación y de seguros.
- c. Mejorar la imagen de la empresa.

Accidente. Es un hecho no planeado ni deseado y que da como resultado un herido (leve o grave, incluso la muerte), daño al equipo o interrupción de un proceso o bien la probabilidad de ocurrencia del mismo aunque no suceda.

Causas de los accidentes: directas e indirectas.

Causas directas (actos y condiciones inseguras). Son todas aquellas que se generan por el trabajador en sus acciones y las condiciones se derivan del estado del equipo o instalaciones.

Causas indirectas. Se derivan de factores personales y sociales, ya sean estos defectos físicos, problemas socioeconómicos o falta de motivación.

Actos inseguros. Son todos los malos hábitos en el trabajo y el comportamiento descuidado del trabajador. Estos actos son determinados por

patrones de comportamiento. Constituyen la causa más grande de ocurrencia de accidentes. La forma de detectarlos es por medio de la observación periódica y continua del supervisor, de manera preventiva.

Condiciones inseguras. Se refiere a las fuentes físicas y mecánicas dentro del medio ambiente del trabajo causantes de accidentes.

Enfermedades ocupacionales. Son todas aquellas que se desarrollan con motivo de la exposición del trabajador a agentes contaminantes (químicos, físicos y biológicos) en su lugar de trabajo.

Agentes químicos. Estos riesgos se dan debido a la inhalación, absorción e ingestión de polvos, emanaciones, nieblas, vapores, humo, etc.

Agentes físicos. Son las alteraciones físicas del medio, las variaciones de presión, temperatura, humedad, iluminación, ventilación, ruido y radiaciones.

Agentes biológicos. Son los gérmenes patógenos producidos por personas animales o por el proceso de trabajo (manipulación de alimentos, carnes, etc.) y que tienen naturaleza infectocontagiosa ya sea por la vía cutánea o digestiva.

Costos de los accidentes (directos e indirectos).

Costos directos: salarios, indemnizaciones, seguros, servicios médicos.

Costos indirectos: tiempo perdido por los colaboradores (por curiosidad por ayudar, etc.), por personal supervisorio y administrativo (al ayudar, investigar, o informar, etc.), también por el daño físico a equipos e instalaciones, se suma la inversión en primeros auxilios, la imagen de la empresa, etc.

3.5.2. Seguridad en las operaciones

La seguridad industrial en las operaciones de una tienda o supermercado se desarrolla para proteger los recursos humanos (integridad física y mental de los colaboradores), la imagen de la empresa y los recursos materiales (equipos, instalaciones, herramientas, mercaderías), por lo cual se deben garantizar operaciones libres de accidentes y de enfermedades profesionales.

La responsabilidad de la seguridad industrial en la ejecución de tareas de mantenimiento o proyectos de remodelación será del coordinador o supervisor del proyecto, junto con los proveedores de servicio, para lo cual es importante la aplicación de la prevención y el manejo de los riesgos.

Un nivel adecuado de seguridad en las operaciones nos exige acciones de prevención, uso de normas de seguridad industrial en todos los procesos, disposición de equipo de seguridad y un mantenimiento rutinario tanto a equipos como a instalaciones; para lo cual es necesaria la capacitación constante y estar siempre alertas en la identificación de situaciones de riesgo.

- **El trabajo con proveedores.** Generalmente se recurre a proveedores de servicio o contratistas; por lo cual es importante se entiendan las relaciones legales y laborales que existen entre el propietario (representante legal) y los proveedores. En algunos de los casos, existen cláusulas en los convenios de servicio o las ofertas de los mismos. Teniendo claro estos procedimientos previos, o firmados los convenios u ofertas de servicio, el supervisor o ingeniero de planta dará inicio a las operaciones y a los controles respectivos, según el plan o programa de seguridad aprobado para dichos trabajos (normas de trabajo en caliente, manejo de combustibles, uso de instalaciones eléctricas, etc.).

En las construcciones o remodelaciones efectuadas por proveedores, se debe llevar a cabo la verificación de los siguientes puntos críticos:

- a. Uso de materiales y maquinaria.
- b. Manejo de materiales.
- c. Manejo de herramienta y equipo.
- d. Uso de las instalaciones

3.5.3. Análisis de riesgos

El mayor problema de seguridad es la apatía o indiferencia sobre el tema. Sin embargo, todo accidente puede prevenirse y evitarse tomando en consideración lo que se hace (trabajo) y la manera como se hace (segura o insegura).

Los accidentes ocurren debido a dos causas básicas que nos generan riesgos potenciales en las áreas de trabajo: causas directas (actos inseguros y condiciones inseguras) y causas indirectas (factores personales y sociales); todo accidente tiene una parte de ambas causas.

Las enfermedades ocupacionales ocurren debido a la exposición de las personas a agentes contaminantes químicos, físicos y biológicos.

Factores de riesgo. Nos determinan donde, cómo y por qué ocurren los accidentes para luego encontrar las soluciones preventivas y correctivas.

Existen varias formas de localización de riesgos, sin embargo podemos mencionar como básicas las siguientes:

1. Observaciones directas (auditorías continuas) de los equipos e instalaciones. Una inspección personal directa en todas las áreas de trabajo e instalaciones en general.
2. Actividades planificadas. Previo a instalaciones de máquinas o equipos se puede determinar posibles riesgos (mecánicos, eléctricos, etc.).

Dentro de los pasos de localización de riesgos podemos adoptar el siguiente procedimiento:

- a. En los procesos: estudio de las operaciones del colaborador, flujo de los materiales y disposición de los residuos.
- b. En las máquinas e instalaciones: evaluación de condiciones físicas (protecciones mecánicas, instalaciones seguras, equipos con mantenimiento rutinario, áreas libres, equipos y medidas de seguridad disponibles, etc.).

Así que los riesgos y tipos de soluciones varían de acuerdo al área de trabajo, tipo de proceso o bien de acuerdo al estado físico de las instalaciones como el equipamiento de seguridad industrial, sin olvidar la capacitación o instrucción sobre medidas de seguridad que se deben tener.

En la tabla V encontramos una variedad de riesgos y las posibles soluciones, sin embargo, esto queda a criterio del técnico.

Tabla V. Factores de riesgo y medidas de seguridad

Descripción del riesgo	Tipo de riesgo	Tipo de accidente	Localización	Medida de seguridad (solución)
Fuga remanente de gas en máquina de tortillas	Incendio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quemaduras ▪ Lesiones 	Sistema de suministro de gas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colocar válvula de seguridad. ▪ Rotular área, especialmente las llaves de paso.
Cilindro de gas dentro de la instalación	Incendio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quemaduras ▪ Lesiones 	Cocina	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sacarlos a un lugar seguro
Fuga de gas en tanque de depósito	Incendio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quemaduras 	Área de almacenaje de gas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reemplazo del tanque ▪ Anclaje. ▪ Pintura y rotulación
Fuga de gas en tuberías y válvulas	Incendio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quemaduras ▪ Lesiones 	Líneas de distribución	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colocar tuberías galvanizadas ▪ Utilizar código de colores
Depósitos de combustible de planta sin contención	Incendio-accidente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daño de mercadería ▪ caídas 	Planta de emergencia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anclaje del deposito ▪ Fabricación de dique de contención
Quebradura de lámparas	Accidente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ lesiones 	Iluminación área percederos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colocar lámparas con protección o protectores a los tubos
Caída de condensación en tubería refrigeración	Incendio-accidente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resbalones ▪ Cortocircuito ▪ Corrosión 	Circuito del Sistema de refrigeración	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambiar el armaflex dañado
Ingresos con puertas de metal averiados	Accidente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Golpes 	Ingresos a distintas áreas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reparar de manera que contengan todas las medidas de seguridad
Tuberías de líquidos y gases expuestas (fugas)	Incendio-accidente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quemaduras 	Áreas de proceso y tránsito	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colocar protección a tuberías y anclarlas
Equipo contra-incendio en mala ubicación y/o no funciona	Incendio-accidente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Golpes ▪ Quemaduras 	Áreas estratégicas de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reubicar de acuerdo a las normas aprobadas y cambiarlos en caso no tengan reparación
Áreas de paso bloqueadas y sin señalización	Accidente-incendio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caídas 	Áreas de paso y de proceso en todas las instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantener áreas libres y con señalización industrial
Áreas de bodega y cuartos de maquinas con materiales extraños	Incendio-accidente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lesiones ▪ Quemaduras 	Cuartos de máquina y bodegas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quitar todo material extraño (dejar únicamente las maquinas). ▪ Limpiar y ordenar, almacenando de acuerdo a normas de seguridad
Equipo electrónico en el piso con riesgo de inundación	Incendio-accidente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lesiones 	Áreas de computo, oficinas o bodega	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenerlos levantados a una distancia del piso no menor a 5 cms o según el riesgo de inundación del área ▪ Asegurar techos y tuberías adyacentes
Falta de señales de seguridad e información	Accidente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lesiones 	General	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colocar señalización industrial de acuerdo al tipo de riesgo
Estantería sin anclaje	Accidente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Golpes ▪ caídas 	Bodega o almacenaje	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anclar toda la estantería de acuerdo a su configuración
Falta de mantenimiento a equipo contra incendio	Incendio-accidente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quemaduras ▪ Lesiones 	Áreas de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Restablecer el mantenimiento periódico, las pruebas y documentarlos
Falta de equipo contra incendio como detectores de humo,	Incendio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quemaduras ▪ lesiones 	Áreas de seguridad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalar detectores de humo, llama, fuego, donde el tipo de proceso o actividad lo amerite
acumulación excesiva de grasa en equipo de cocina	Incendio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quemaduras ▪ Lesiones 	Cocina o áreas de preparación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantenimiento continuo y específico del equipo ▪ Colocación de filtros ▪ Limpieza general del área y ventilación
Pisos lisos y mojados	Accidente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caídas 	Pisos de tránsito o de proceso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colocar pisos antirresbaladizos, pasamanos, señalización.
Áreas de paso sin identificación	Accidente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caídas ▪ Golpes 	Áreas de paso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Señalización y limpios ▪ Colocación de protectores en esquinas

3.5.4.1. Primeros auxilios

El estado y la evolución de las lesiones derivadas de un accidente o enfermedad dependen en gran parte de la rapidez y de la calidad de los primeros auxilios. Es obligatorio conocer los riesgos que nos presentan posibles situaciones de emergencia, así como la adopción de medidas en materia de primeros auxilios, para ello se debe considerar:

- a. Designación de personal encargado: deberá tener la formación adecuada en materia de primeros auxilios y disponer del material adecuado.
- b. Revisión o comprobación periódica del correcto funcionamiento de las medidas adoptadas.
- c. Organización de las relaciones necesarias con servicios externos para garantizar la rapidez y eficacia de las actuaciones en materia de primeros auxilios y asistencia médica.

Los elementos en la cadena de primeros auxilios son el accidentado, los testigos y el brigadista.

Todos los colaboradores deben estar informados por medio de carteles, charlas, folletos explicativos, etc., sobre temas relativos a primeros auxilios y el personal capacitado (brigadista) sobre lo que en primeros auxilios se conoce como P.A.S.; esta palabra indica lo siguiente:

- a. P de proteger: antes de actuar, hemos de tener la seguridad de que tanto el accidentado como nosotros mismos estamos fuera de todo peligro, de lo contrario, debemos protegernos acorde a las condiciones del ambiente.
- b. A de avisar: Siempre que sea posible daremos aviso a los servicios de atención (médico, ambulancia) de la existencia del accidente y así

activaremos el sistema de emergencia e inmediatamente empezar a socorrer al accidentado en espera de ayuda.

- c. S de socorrer: Una vez hemos protegido y avisado, procederemos a actuar sobre el accidentado, reconociendo sus signos vitales: conciencia, respiración y pulso, siempre en este orden.

En cuanto a primeros auxilios la formación general puede desarrollarse con el siguiente contenido mínimo:

- Definición de alerta y formas de aviso.
- Descripción de todos los eslabones de la cadena de emergencia.
- Tipos de riesgos dentro de las instalaciones
- Ejercicios prácticos en la empresa

Es necesario contar con un grupo de colaboradores (2 por cada turno por cada 50 trabajadores) formando una brigada de emergencia y que siempre haya presencia de ellos en cualquiera de los turnos que se labore. Y son quienes recibirán formación básica, general y específica.

- a. Formación básica.

En este bloque, el socorrista debe estar capacitado para atender situaciones de emergencia médica, como:

- Pérdida de conocimiento
- Paros cardiovasculares
- Obstrucción de vías respiratorias
- Hemorragias y *shock*

b. Formación complementaria

Permite atender situaciones consideradas de urgencia médica como:

- Quemaduras.
- Contusiones, fracturas, luxaciones y esguinces.
- Heridas.
- Urgencias abdominales, torácicas, neurológicas y ginecológicas.
- Intoxicaciones en general.

c. Formación específica.

Esta en función de los riesgos que se tengan dentro de las instalaciones:

- Accidentes de múltiples víctimas (incendio y explosión)
- Oxigenoterapia
- Rescate en ambientes de difícil acceso.
- Trauma general por caídas
- Intoxicaciones por productos químicos, etc.

Material de primeros auxilios

Los lugares de trabajo deben tener convenientemente instalados un botiquín médico-quirúrgico provisto de todos los elementos indispensables para atender casos de urgencia (artículo 106, título v, capítulo 1 del reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo del IGSS), según la índole de trabajo, frecuencia y clase de riesgos y número de trabajadores (1 por cada 50 colaboradores). Estos botiquines deberán estar a cargo de personal adiestrado.

En la tabla VI se desglosa el contenido de un botiquín para empresas de riesgo mínimo (comercio, oficinas), según artículo 4 del acuerdo 1414 del IGSS.

Tabla VI. Listado de contenido mínimo de un botiquín

Material de curación		Instrumental	
Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad
Algodón absorbente	4 onzas	Vendas elásticas, 2 a 3"	2 de cada una
Gasa en rollos de 2 a 3" de ancho	1 rollo	Tijera recta y pinzas	1 de cada una
Espadarapo, carrete de 1"	1 unidad	Equipo para administración respiratoria de boca a boca	1 unidad
Alcohol 88 G.L.	1/8 de litro	Termómetro oral y rectal	2 de cada una
Tintura de merthiolate	60 c.c.	Bolsa para hielo y para agua caliente	1 de cada una
Curitas	25 unidades	Linterna eléctrica de bolsillo	1 unidad
Venda triangular	1 unidad	Torniquetes	2 unidades
Tablillas de 30 cms., de largo	2 unidades		
Aplicadores de madera (palillos con algodón)	4 docenas		
Baja lengua	1 docena		
Medicamentos			
Descripción	Cantidad		
Aspirina de 0.50 mg.	50 comprimidos		
Bicarbonato de sodio	8 onzas		
Vaselina estéril	1 tubo de 4 onzas		
Agua oxigenada	60 c.c.		
Antidiarreico	120 c.c.		
Suero fisiológico	½ litro		
Antídoto universal oral	250 c.c.		

Este contenido mínimo deberá ampliarse de acuerdo a los riesgos particulares, y se evaluara disponer de una camilla, mascarillas, guantes, etc.

Se recomienda actualizar tanto la capacitación sobre primeros auxilios constantemente (evitar el contacto con agentes biológicos nocivos como el SIDA, hepatitis, entre otros) así como el contenido del botiquín.

3.5.4.2. Prevención y protección contra incendios

Teniendo como base la prevención, es necesario conocer el problema de los incendios, los métodos de prevención y los sistemas de protección.

Naturaleza del fuego

Para que se desarrolle fuego deben existir las siguientes condiciones:

- a. El combustible: pueden ser sólidos (cartón, madera, papel, plástico, los metales; líquidos como los derivados del petróleo (gasolina, kerosina, búnker); y los gases inflamables (metano, propano y acetileno).
- b. El calor: comprende tanto el calor que provoca el fuego como el que éste emite y ayuda a que se autoalimente. Generalmente con la temperatura ambiente es suficiente para que se produzca el fuego.
- c. El oxidante: necesario para el fuego, lo proporciona el oxígeno del aire ambiental, presente aproximadamente en un 21 %.

Estado en forma de vapor de combustible

Antes de que un combustible pueda quemarse debe encontrarse en forma de vapor. Por lo tanto, los gases inflamables son los que se encienden con mayor facilidad, incluso ciertos sólidos y líquidos como la madera y la gasolina, deben vaporizarse antes de quemarse. La vaporización del combustible puede darse por fuentes de calor como la ignición, una reacción química, la energía eléctrica o la energía calorífica mecánica.

Transferencia de calor

La transferencia de calor se da por medio de los siguientes tres métodos:

- a. Conducción. Transmisión por contacto directo entre cuerpo y cuerpo.
- b. Radiación. Transmisión a través del espacio o de los materiales por medio de ondas.
- c. Convección. Transmisión por un medio circulante (gas o líquido).

Productos de la combustión

Los productos de la combustión se dividen en cuatro categorías como se describe a continuación:

- a. Gases del fuego: monóxido de carbono, bióxido de azufre, amoníaco, cianuro de hidrógeno, bióxido de nitrógeno, acroleína y fosgeno, siendo ésta la principal causa de muertes en los incendios.
- b. Llama. Es un producto propio de la combustión, y produce quemaduras.
- c. Calor. Es el responsable junto al aire de la propagación del fuego, produce aceleración del ritmo cardíaco, deshidratación, cansancio.
- d. Humo. Es una materia que consiste en partículas sólidas muy finas y vapor condensado.

Modos de la combustión

El proceso puede ocurrir en dos formas: llama (con explosión) asociado a niveles altos de calor, y sin llama (con brasas incandescentes). Estos dos modos no son mutuamente excluyentes y pueden aparecer simultáneamente.

Control de incendios

Consiste básicamente en mantener separados el calor y el combustible evitando que éste se combine con el oxígeno. La extinción de los incendios puede resumirse en cuatro métodos:

- a. Eliminado el oxígeno. Por medio de inundación de toda la zona de incendio con bióxido de carbono o con algún otro gas inerte hasta bajar los niveles del oxígeno muy inferiores al 15 %.
- b. Eliminado el combustible. Construyendo barreras contra el fuego o cerrando el suministro como el caso de una fuga de gas. El uso de espumas y de extinguidores de polvo seco contra incendios es útil para cubrir el incendio.
- c. El enfriamiento. En los incendios producidos por combustibles sólidos como la madera, papel y ropa, el medio más efectivo para eliminar el calor es aplicar agua por medio de mangueras o aspersores.
- d. Interrumpiendo la reacción química. Es un proceso temporal que se da cuando las partículas del agente se encuentran presentes en la llama únicamente y no exista energía de activación.

Causas y prevención de incendios en las instalaciones:

La causa de los incendios en instalaciones se debe a la exposición de combustible (cartón, madera, plástico o derivados del petróleo) a una fuente de calor.

Las fuentes comunes de calor y combustibles que provocan incendios son:

- a. Equipo de cocina y calefacción. La mayoría de los problemas surgen cuando no se les da mantenimiento o uso adecuado a hornos, conductos para humo, ventanillas, calentadores, estufas, etc. Así el incendio puede surgir de la ignición del hollín acumulado. Además las cenizas y carbón calientes pueden provocar problemas si se manejan de manera inadecuada, lo mismo que la ubicación inadecuada de estos equipos al estar cerca de combustible o ser un área sin ventilación.
- b. Equipo eléctrico. Aquí se incluyen las fallas por cortocircuitos, los arcos y las chispas de los componentes dañados, defectuosos o mal instalados tanto del cableado como del equipo de distribución. La mala instalación y la falta o mal mantenimiento de los motores y sus componentes.
- c. Líquidos inflamables. Lo más importante a tomar en cuenta sobre estos líquidos es su uso y disposición, evitando derrames o fugas y que el almacenamiento sea seguro, lejos de equipo eléctrico. Recordando que los recipientes deben ser exclusivamente para dichos combustibles y estar identificados.
- d. Llamas abiertas y chispas. La basura cuando se quema inadecuadamente puede provocar la ignición accidental del combustible. Otro de los riesgos se da cuando se maneja soldadura o corte, ya que ésta forma un arco o llama, o bien por la conducción de calor a través de los materiales que se sueldan o cortan. También el calor y las chispas que resultan del impacto entre dos superficies (fricción), el deshielo de tuberías son riesgos de llamas abiertas. Puede ocurrir igualmente la ignición espontánea como resultado del calentamiento entre dos o más

materiales y las explosiones por gas, sin olvidar que cuando se fuma cerca de materiales combustibles el riesgo de incendio es latente.

Peligro de incendio de los materiales combustibles:

- a. Sólidos. Madera. La madera está constituida por carbón, hidrógeno y oxígeno; el comportamiento del fuego varía según el contenido de la humedad; el tiempo de ignición depende de la fuente y del tiempo de exposición.

Plásticos. Existen muchas formulaciones de plásticos y termoplásticos. El grado de combustibilidad varía en gran medida debido a la diversidad de composiciones y combinaciones químicas. Por eso es importante su uso y almacenamiento técnicamente. Para protegerlos adecuadamente se necesitan aspersores automáticos con gran densidad de descarga.

Polvos. Se refiere a partículas minúsculas producto de frotar combustibles sólidos, que al igual que otras partículas se mezclan con el aire y pueden incendiarse.

Metales. Casi todos los metales arden bajo ciertas condiciones, en especial cuando se presentan en partículas finas entre ellos el magnesio, titanio, sodio, potasio, calcio, litio, zirconio, zinc, uranio entre otros, sin embargo, cuando estos metales se encuentran en forma sólida son difíciles de encender.

- b. Líquidos inflamables y combustibles. El problema más grande de incendio se da cuando estos líquidos combustibles se almacenan mal. La norma de la NFPA que trata sobre estos líquidos es la No. 30. Lo que se

quemado no es el líquido inflamable o combustible en sí, sino el vapor proveniente de la evaporación del mismo cuando se expone al aire o recibe la influencia del calor y se mezcla con el aire en cierta proporción ante alguna fuente de ignición. Uno de los combustibles más comunes es la gasolina. La intensidad de la explosión depende de la concentración de vapor, así como de la cantidad de mezcla de vapor y aire y del tipo de contenedor.

Líquidos inflamables. Es cualquier líquido cuyo punto de combustión espontánea y de ebullición sean inferiores a los de 38 grados centígrados y cuya presión de vapor no sobrepase los 2068.6 mmHg (presión en milímetros de mercurio).

Líquidos combustibles. Son los líquidos cuyos puntos de combustión espontánea son iguales o superiores a 38 grados centígrados.

Recomendaciones:

- 1) Excluir las fuentes de ignición del área (rotulación, diques, etc.).
 - 2) Excluir el aire dentro del recipiente (permanecer cerrado).
 - 3) Mantener el líquido en un recipiente cerrado (tanques certificados).
 - 4) Ventilar para evitar que el vapor se acumule en el rango de inflamabilidad (ventilación natural y mecánica).
 - 5) Usar un entorno de gas inerte en lugar de aire.
- c. Gases: Son sustancias en estado gaseoso con temperatura y presión normales de 21 grados centígrados y 101430 N/m² (107.14 psia). Las normas que regulan esta materia son las NFPA 43C, 50, 50A. Y se clasifican de acuerdo a sus propiedades químicas y físicas.

Clasificación por sus propiedades químicas:

Gases inflamables. Es todo gas que se quema en condiciones normales de oxígeno.

Gases no inflamables. No se queman en el aire ni en ninguna concentración de oxígeno, y son los oxidantes que alimentan la combustión como el propio oxígeno y los que no alimentan la combustión (nitrógeno, bióxido de carbono y bióxido de azufre).

Gases tóxicos. Cuando se inhalan ponen en peligro la vida, produciendo envenenamiento o irritación. Entre ellos se tienen el cloro, el sulfuro de hidrogeno, el bióxido de azufre, el amoniaco y el monóxido de carbono.

Gases reactivos (halógenos). Estos gases reaccionan con otros materiales o entre sí, producen calor y hasta llama. Entre ellos están el fluor, el acetileno y el cloruro de vinilo.

De acuerdo a sus propiedades físicas, se clasifican en:

Gases comprimidos (oxígeno, hidrógeno, acetileno y etileno), gases licuados y gases criogénicos.

Clasificación de acuerdo con su uso:

Gases combustibles (gas natural, gases licuados derivados del petróleo, el butano y el propano); gases industriales (para soldadura y corte: acetileno, oxígeno), tratamiento térmico, procesos químicos, de refrigeración (r12, r502, r404a), tratamiento de agua, etc.) y medicinales (ciclopropano, y el óxido nitroso).

Sistemas de detección y alarma contra incendios

Existen varios sistemas generales y dispositivos empleados para transmitir la advertencia correspondiente y están contenidos en la norma NFPA 72, como se describe a continuación:

- a. Detectores de calor. Estos dispositivos detectan el calor de dos maneras: los que responden cuando el elemento detector alcanza una temperatura fija (termostatos bimetalitos, de disco y de línea) y los que responden cuando se detecta un incremento de calor a una velocidad superior a un valor predeterminado y funcionan de acuerdo con el principio de índice de elevación. Algunos otros dispositivos se combinan con los dos principios.
- b. Detectores de humo. Se clasifican en cuatro tipos: los detectores fotoeléctricos que funcionan con base en un haz de luz; éste activa una alarma cuando el humo alcanza una densidad necesaria predeterminada. Y los detectores de tipo haz activan la alarma cuando el humo reduce la luz que alcanza la celda. Los detectores de ionización están constituidos básicamente por una cámara de ionización y cuando las partículas de humo penetran en la cámara, producen una reducción del flujo de la corriente y esto hace que aumente el voltaje y al llegar a un nivel predeterminado accionan una alarma. Y por último, los detectores de muestreo consisten en una sonda de alta intensidad, un contador de partículas láser o una cámara Wilson.
- c. Detectores de llama. Los Infrarrojo y ultravioleta contienen sensores que responden a la energía radiante fuera del alcance de la visión humana. Los fotoeléctricos emplean una fotocelda que cuando se expone a la

energía radiante puede cambiar su conductividad eléctrica o producir un potencial eléctrico. Por último, los de destello de llama son básicamente detectores fotoeléctricos que incluyen medios para evitar respuesta a la luz visible.

- d. Detectores de gas. Estos monitorean la cantidad de gases y vapores inflamables presentes en un área. Con mayor frecuencia se utilizan en industrias o comercios que manejan productos químicos o derivados del petróleo.

Sistemas a base de agua para protección contra incendios

- a. Suministro de agua. El sistema de suministro de agua tendrá una fuente primaria independiente. El flujo y la presión mínima deben ser de 138 kpa para activar los aspersores y mangueras contra incendios. El mantenimiento se rige por la norma NFPA 25.
 - a.1. Redes de tuberías. El tamaño mínimo recomendado para la tubería subterránea para protección contra incendios es de 15 cms (6 plg) de diámetro. Se recomienda que la tubería forme un circuito cerrado en forma de red. Están hechas de materiales como acero, hierro colado y plástico. En cuanto a las tuberías de distribución aéreas, deben ser de diámetro 2 ½" o según el cálculo hidráulico que establece la norma y también deben formar un circuito cerrado.
 - a.2. Hidrantes contra incendios. Se alimentan de las tuberías de servicio independiente para el sistema contra incendios para permitir el trabajo a la brigada contra incendios o a los bomberos. Los hidrantes

pueden ser de dos tipos: externos e internos. Los externos suelen colocarse a cada 76 m y a 12 m del edificio.

- a.3. Bombas contra incendios. Son en esencia iguales a las bombas normales usadas para el suministro de agua. Para seleccionarlas se debe considerar lo establecido en la norma NFPA 20, además de: uso, capacidad adecuada a la demanda, elección del impulsor, operación automática, ubicación segura, soporte de mantenimiento.
- a.4. Planta de emergencia. En la mayoría de los casos se tiene una planta de emergencia independiente para el sistema contra incendios, ya que cuando ocurre un corte de energía no tendremos como hacer funcionar las bombas. Esto es típico en nuestro medio porque el servicio de hidrantes no los tenemos de la red pública municipal. En algunos casos se tienen sistemas conjuntos de motor y bomba vertical (turbina) con presiones de 150 psi. El motor trabaja a 1800 rpm con un tanque Diesel con capacidad para mantener encendida la planta durante 10 horas continuas.
- a.5. Tanque o depósito de agua. Debe tener capacidad para abastecer suficiente agua en caso de incendio. Los tamaños del depósito dependerán del caudal total a abastecer a todas las instalaciones.
- a.6. Mangueras y carretes. Son los puntos terminales de un sistema contra incendios a base de agua. Las medidas y distribución serán acordes a lo que establece la norma de la NFPA que puede adaptarse a nuestro medio. Encontramos muchas veces mangueras de diámetro de 2 ½” dispuestas en carretes y a una distancia entre ellos de 40 metros.

- b. **Sistemas de aspersores.** Es un sistema integrado de tuberías subterráneas y aéreas para controlar incendios en áreas específicas donde se almacenen materiales o mercaderías con alto índice de combustión (papel, nailon). Generalmente van instalados a nivel del cielorraso de acuerdo con un patrón o *layout* sistemático. Este sistema puede activarse con el calor proveniente de un incendio, descargando agua sobre el área del mismo y activa automáticamente la alarma de operación. Consta básicamente de una fuente de alimentación (tanque de succión, bomba contra incendios) y una red de tuberías horizontales y verticales principales, válvulas de control, tuberías de derivación y aspersores fijos de rocío de agua automáticos. El sistema de aspersores está regulado por la norma NFPA 13.

Sistemas de supresión por medio de agentes especiales

- a. **Sistemas de bióxido de carbono.** El bióxido de carbono es un gas no combustible que diluye el oxígeno del área del incendio hasta el punto en que no hay aporte para la combustión. El bióxido de carbono es inerte y no conduce electricidad usado con mayor frecuencia donde se almacenan equipos eléctricos o líquidos inflamables.
- b. **Sistemas de extinción por medio de halogenados.** El hallon es un hidrocarburo que ha sido normado para la utilización contra incendios. Siendo aceptados los 1211 (para extinguidores portátiles) y 1301 por las normas 12A y 12B respectivamente, según el comité técnico de la NFPA. Tienen gran aplicación para proteger equipo eléctrico, motores de aviones y salas de computación. Estos sistemas no son conductores de electricidad, se evaporan con rapidez y dejan pocos

residuos corrosivos; sin embargo, están sujetos a restricciones ambientales y actualmente ya se tienen sustitutos.

- c. Sistemas de extinción por medio de sustancias químicas secas. Consisten en polvos finamente divididos como el bicarbonato de potasio que extinguen incendios de manera eficaz, ya sea aplicados por medio de extinguidores portátiles, líneas de manguera y sistemas fijos. Se emplean para proteger los lugares donde se almacenan líquidos inflamables, los tanques de inmersión, el área de campanas de cocinas, estufas, etc. No se debe utilizar en equipo eléctrico ni electrónico.
- d. Sistema de extinción para metales combustibles (polvos secos). En la industria se tienen una serie de metales y polvos metálicos combustibles que arden fácilmente; para poder extinguir estos incendios se necesitan agentes especiales denominados polvos secos que pueden ser tanto el polvo de grafito, como el talco y la arena.

Extinguidores portátiles

Todas las regulaciones legales como las compañías de seguros exigen que las instalaciones cuenten con extinguidores portátiles y que el personal esté capacitado en el uso adecuado de los mismos. Son útiles para evitar conflagraciones mayores y devastadoras al apagar fuegos controlables.

- a. Tipos. La norma NFPA 10, prevé la clase y cantidad de extinguidores necesarios para los tipos de riesgos o incendios específicos o riesgos a controlar. Los más comunes son los de agua presurizada, bióxido de carbono, sustancias químicas secas multiusos, entre otros (ver tabla VII).

- b. Aplicación. La norma NPFA 10, clasifica los incendios en cuatro categorías y así es el tipo de extinguidor a usar; como se describe en la tabla siguiente.

Tabla VII. Clases de incendio y tipo de extinguidores

Incendio	Tipo de material combustible que produce el incendio	Tipo de extinguidor	Identificación
Clase A	Combustibles ordinarios: cartón madera, tela, papel, caucho, y gran variedad de plásticos.	Base de agua	Triángulo color verde básico conteniendo la letra "A"
Clase B	Líquidos combustibles o inflamables, gases inflamables, grasas y materiales similares	Espumas	Cuadro color rojo 192 conteniendo la letra "B"
Clase C	Equipo eléctrico energizado	Bióxido de carbono, Hallon 1211	Círculo color azul proceso conteniendo la letra "C"
Clase D	Metales combustibles: magnesio, titanio, circonio, sodio y potasio	Polvo seco	Estrella de cinco picos color amarillo básico que contenga la letra "D"
CLASE A,B	Basura, madera, tela, papel, caucho, plásticos y líquidos inflamables, gases inflamables, grasas y materiales similares	AFFF y espuma	Conteniendo la identificación de incendios clase A y B
CLASE B,C	Líquidos inflamables, gases inflamables, grasas y materiales similares, y equipo eléctrico vivo	Bióxido de carbono, sustancias químicas secas, hallon 1211 y hallon 1301	Conteniendo la identificación de incendios clase B y C
CLASE A,B,C	Basura, madera, tela, papel, caucho, plásticos y líquidos inflamables, gases inflamables, grasas y materiales similares y equipo eléctrico vivo	Hallon 1211, químicos secos de usos múltiples	Conteniendo la identificación de incendios clase A, B y C

- c. Mantenimiento. Se recomienda llevar un registro tanto de mantenimiento como de inspección periódica. Verificar que estén bien instalados, identificados, con garantía de sus componentes y con carga y presión correctas. En cuanto al mantenimiento o reparación, se deja en manos de técnicos expertos.

3.5.4.3. Protección y prevención contra riesgos eléctricos

Protección contra sobrecargas y fallas

Los sistemas de voltajes bajo y medio necesitan protección contra sobrecargas y fallas. La sobrecarga consiste en que el circuito funciona excediendo su capacidad por un tiempo suficiente provocando sobrecalentamientos y, por consiguiente, daños irreversibles. Las fallas pueden ser por cortocircuitos o circuito abierto. Los dispositivos protectores activados por sobrecargas o fallas son los fusibles que se derriten y los relevadores y dispositivos disparadores de acción directa.

- a. Protección contra sobrecarga. Las sobrecargas ocasionan que las temperaturas se eleven por lapsos prolongados. Se tienen como elementos protectores a los detectores de temperatura por resistencia de temperatura, que perciben la temperatura de manera directa. Otros dispositivos de protección miden la corriente en un elemento del circuito y se accionan cuando una sobrecorriente específica persiste durante un lapso inversamente proporcional a la magnitud de la corriente.

- b. Protección contra fallas. Protección contra fallas por cortocircuito. La falla súbita del aislamiento se debe a un deterioro gradual o a un sobrevoltaje repentino. El flujo de la corriente de cortocircuito suele dañar los componentes o equipos adyacentes al circuito por medio de la formación de arcos, calor explosivo o incendio. Los dispositivos para este tipo de falla son los fusibles, dispositivos de disparo por sobrecorriente y los relevadores.

Protección contra fallas de circuito abierto. El circuito abierto es el resultado de la apertura de uno o todos los conductores de fase, en cualquier punto entre la fuente y la carga. Los dispositivos o relevadores monofásicos y trifásicos detectan de inmediato estas situaciones cuando no se encuentran conectados motores ni generadores.

Protección contra corriente impulsiva (sobretensión) del equipo de sistema de potencia eléctrica

- a. Capacidad de aislamiento de aparatos. El objetivo de la protección contra sobretensión es evitar que éstas provoquen esfuerzos más allá de las capacidades de aislamiento de los dispositivos del sistema de potencia.
- b. Técnicas de protección contra corriente impulsiva. La protección de los sistemas de potencia eléctricas contra los rayos y sobretensiones transitorias producidas por la conmutación; se logra por la intercepción y desviación de estas sobretensiones hacia la tierra.

Blindaje. La exposición a los rayos de los sistemas de potencia en las instalaciones se presenta principalmente a través de las subestaciones de suministro exteriores y las líneas aéreas correspondientes. El blindaje de las áreas de subestaciones exteriores suele lograrse por medio de postes o equivalentes, diseñados para formar una zona de protección.

El blindaje de la línea de entrada se logra mediante uno o varios hilos de tierra aéreos que deben conectarse a tierra en cada poste o torre a través de una resistencia a tierra y deberá conectarse al hilo de tierra en la subestación. Una conexión adecuada a tierra es vital para que los blindajes y pararrayos funcionen.

Pararrayos. Los protectores de tipo válvula se usan para proteger los sistemas de potencia de la planta contra sobretensiones transitorias.

El elemento activo principal de estos pararrayos (la válvula) es un resistor no lineal que presenta baja resistencia cuando se somete a altos voltajes de sobretensión transitoria y desvía la corriente de la sobretensión hacia tierra a un nivel seguro en su función protectora.

Las normas reconocen tres clases de pararrayos para los sistemas de voltaje medio y alto: clase estación, clase intermedia y clase de distribución. La ubicación de los pararrayos debe ser en las terminales del equipo que debe protegerse.

- c. Protección para las máquinas rotatorias. Las máquinas rotatorias de voltaje medio (2.3 a 13.8 KV) necesitan un entorno de blindaje, un pararrayos en las terminales de la máquina, un capacitor de sobretensiones transitorias en las terminales de la máquina y una perfecta observancia de las buenas prácticas de conexión a tierra. Los capacitores de sobretensión transitoria se emplean para reducir el gradiente de voltaje de las sobretensiones transitorias que pueden resultar dañinas para el aislamiento de giro de la máquina.

Riesgos eléctricos en las instalaciones

- a. Sobrecargas en líneas de distribución.
- b. Cableado sobrepuesto o sin protección.
- c. Presencia de agua en tuberías en áreas de proceso.
- d. Empalmes incorrectos y cableado inapropiado.
- e. Cableado sobrecalentado y deteriorado.
- f. No observancia de las normas de seguridad.

3.6. Consideraciones medioambientales

En nuestros días, los servicios que prestamos implican procesos que observen con responsabilidad el entorno del medio ambiente, ya que esto beneficiará a la economía, a la salud y en general a la vida de quienes intervienen y las comunidades afectadas.

Es necesario recordar que toda actividad de cualquier proceso es susceptible de crear desperdicios o contaminación, por lo cual nos vemos en la necesidad de manejar y controlar adecuadamente los recursos desde un inicio hasta el fin del proceso ya sea interno del supermercado (almacenamiento, preparación, exposición y venta de productos) o de mantenimiento.

Al observar y cumplir con las normas medioambientales se evitarán contingencias para la empresa tanto técnicas, económicas como las legales que están regidas por las leyes en materia ambiental de nuestro país.

Las técnicas medioambientales tienen su aplicación tanto preventiva como correctiva. En el caso de las preventivas que atacan las fuentes de contaminación, podemos mencionar a los programas de producción más limpia y manejo de la merma; mientras tanto las correctivas se refieren a las de manejo y control de los contaminantes cuando estos ya se han generado.

3.6.1. Consideraciones de producción más limpia en la prestación de servicios

La producción más limpia es un componente importante en la gestión ambiental y económica de las empresas, se enfoca básicamente a controlar las

fuentes de contaminación ambiental, a través de los procesos de optimización sin esperar que se tengan los contaminantes para atacarlos.

La producción más limpia como una estrategia ambiental y económica preventiva integrada se aplica a lo siguiente:

- a. A los procesos, productos y servicios a fin de aumentar la eficiencia y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente.
- b. Cuando se aplica a los procesos, incluye el uso eficiente de materias primas, agua y energía, asimismo la eliminación de productos tóxicos y reducción de emisiones en la misma fuente de generación.
- c. En los servicios implica asuntos de diseño, mejoras en el mantenimiento de instalaciones y una mejor selección de materias primas.

Pasos para el desarrollo de una propuesta de producción más limpia:

Inicialmente se hace una concienciación de la situación ambiental, luego se trazan los objetivos y las metas. Seguidamente se desarrollan procedimientos para la valoración sistemática de causas generadoras de contaminantes (desperdicios). La selección de estos enfoques de valoración requiere una identificación y evaluación en toda la unidad, levantando un inventario de las fuentes y los riesgos generadores de desperdicios o contaminantes, luego se hace un diagrama de flujo de todos los procesos.

Teniendo realizados los inventarios y los diagramas de flujo de los procesos se hace un estimado preliminar de los costos de desperdicios. A continuación se desarrollan evaluaciones a profundidad de los enfoques de valoración seleccionados, cuantificando el volumen y la composición de las

fuentes de emisión, generando al final de esta etapa, un listado en detalle de las causas de dichas corrientes.

Para conocer la factibilidad de las alternativas que se encuentren para el control de las fuentes de contaminación, se debe profundizar en la naturaleza de cada una de ellas y según sea el caso, las opciones que se encuentren pueden variar desde simples mejoras operativas (buenas prácticas de manufactura y reducción de la merma) y el uso de materiales alternativos, hasta la instalación de equipos avanzados.

Algunos programas operativos acertados como parte de la producción más limpia lo constituyen las buenas prácticas de manufactura (BPM) y los de reducción de la merma.

3.6.2. Tipos de desechos que se generan

Los desechos que se generan en los supermercados pueden ser orgánicos e inorgánicos como producto de los procesos internos, adicionando los derivados de los trabajos de mantenimiento y proyectos de remodelación.

Generalmente se clasifican en: líquidos, sólidos y gaseosos.

3.6.2.1. Líquidos

Los desechos líquidos pueden ser propios de los procesos de manejo y preparación de nuestros productos, como los que tienen naturaleza perecedera (carnes, lácteos, verduras, frutas, huevos, comida, etc.) y que se van a nuestros drenajes o alcantarillado previo a un tratamiento o sin él; también tenemos en alguna medida los que se generan derivados de actividades de mantenimiento

(aceites, lubricantes y refrigerantes de motores, insumos de mantenimiento como los solventes y pinturas entre otros).

3.6.2.2. Sólidos

Estos desechos los encontramos como material de empaque (cartón, papel, plástico, madera, etc.) de nuestros productos; sin embargo, en la realización de tareas de mantenimiento o proyectos de remodelación, se generan grandemente desechos sólidos como ripio, trapos, cartón, papel, plásticos, latas, vidrios, metales varios, etc.

3.6.2.3. Gaseosos

Estos desechos, en su mayoría, se producen por fugas de gas propano o de refrigeración y aire acondicionado o bien por el mal manejo y disposición de éstos. También los utilizados en trabajos de soldaduras o equipos especiales que utilizan hidrógeno, oxígeno, acetileno, etc. En cuanto a los productos para la venta o almacenados conteniendo aerosoles, únicamente cuando sufren mal manejo o condiciones de almacenamiento inadecuados. Por último, tenemos contaminantes gaseosos producidos por máquinas de combustión interna (planta eléctrica); procesos químicos (baterías, preparación de alimentos, etc.).

3.6.3. Manejo de los desechos (control y disposición)

3.6.3.1. Control de la contaminación del aire

Consiste en determinar las fuentes y los niveles de emisiones, y así definir la mejor técnica de control disponible.

Los contaminantes del aire se deben enfocar como un problema para la salud humana; recordando que nos vemos afectados con la calidad del aire ambiental contaminado con monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos y micropartículas.

Identificación, clasificación y control de las fuentes de contaminación:

Para identificar las fuentes de contaminación, primero obtenemos la información general de las instalaciones (procesos que se generan: preparación de alimentos, trabajos de mantenimiento, detalles de equipos y disposiciones).

Seguidamente efectuamos las hojas o diagramas de flujo del proceso en detalle, que indique el flujo de la materia prima, los materiales, las corrientes de desechos; o bien el flujo del proceso de trabajos de mantenimiento. Teniendo esta información, podemos determinar técnicamente las medidas de control como se muestra en la tabla VIII.

Tabla VIII. Identificación y control de las fuentes de contaminación del aire

Emanación	Equipo	Medidas de control	Beneficios
CO, NO ₂ , O ₃	Planta de emergencia	Mantener la temperatura del refrigerante en un rango de 60 a 85 oC. Efectuar mantenimiento riguroso. Usar Diesel de la mejor calidad. No sobrecargar mas del 80 % de su capacidad.	Facilita la combustión, reduciendo las emanaciones. Disminuye los depósitos en el sistema. Mantiene la vida útil del motor.
CO	Equipo de cocina	Colocar un sistema de extracción con capacidad suficiente para dicha área. Mantener un mantenimiento riguroso. Utilizar filtros de alta eficiencia.	Menor nivel de concentración. Mayor eficiencia de los equipos.
	Soldadura autógena y eléctrica	Utilizar previa preparación del área y materiales necesarios	Disminución de riesgos por mala utilización
Metano (CH ₄)	Basurero (desechos orgánicos e inorgánicos)	Clasificación de todos los desechos Utilización e recipientes adecuados Evacuación diaria	Menores derrames. Mejor manejo. Menor nivel de concentración
R502, R404a	Equipo de refrigeración	Mantener control sobre trabajos de soldadura en las tuberías. Efectuar revisiones preventivas en todas las líneas (cambiar tuberías dañadas) y controlar las vibraciones en las partes más sensibles de fisuras.	Mayor control de fugas Disminución en costos de reparación. Disminución de pérdidas de productos.
Aerosoles	Manejo de materiales	Tener normas de manejo interno y de disposición en las góndolas	Disminución de pérdidas

3.6.3.2. Disposición de los residuos líquidos

Los desechos líquidos que se derivan de productos alimenticios se pueden tratar en la fuente de contaminación o bien dentro de los sistemas de drenaje (repositoras, tuberías trampas de grasas) antes de que sean echados al sistema de drenaje municipal.

Se debe monitorear el comportamiento de las muestras de la calidad del agua utilizada y de las de desecho para comprobar el grado de contaminación.

El método tradicional consiste en hacerle limpieza a los drenajes por medio de un mantenimiento rutinario. Sin embargo, los costos son considerables. Existen productos químicos que nos ayudan a mejorar el nivel del tratamiento de estos residuos.

Los productos químicos se constituyen básicamente en catalizadores microbianos usados en aguas residuales, lodos y suelos.

Estos productos están formulados de una combinación de microbios naturales y otros ingredientes dependiendo de situaciones específicas.

Tipos de aplicaciones:

1. Limpiadores de drenajes, trampas y tanques sépticos.

Pueden ser una mezcla natural de bacterias, enzimas y surfactantes y preservantes para mantener, limpiar y eliminar malos olores en sistemas de plomería; también ayudan en la remoción (por medio de la degradación) de los aceites, grasas, proteínas que se acumulan en drenajes, trampas, tuberías y tanques sépticos y eliminar los malos olores.

2. Digestores biológicos de drenajes, fosas sépticas y plantas de tratamiento.

Están constituidos de microorganismos especializados en la digestión de contaminantes de aguas residuales en sistemas aerobios y anaerobios.

Otro método utilizado es por medio de plantas de tratamiento de desechos, dispuestas como un punto centralizado de todos estos drenajes.

3.6.3.3. Disposición de residuos sólidos

Para poder manejar los desechos sólidos (cartón, papel, plástico, metales) que se generan dentro de las instalaciones se debe considerar la instalación de un sistema a la medida para satisfacer las necesidades del supermercado o bien evaluar la posibilidad de formar un centro de acopio y allí recolectar desechos de otras tiendas y así tener un sistema centralizado.

Es importante anotar que la mayor cantidad de desechos sólidos lo constituye el cartón (80%), lo cual nos da un indicio de donde invertir nuestro mayor esfuerzo y recursos, teniendo beneficios no sólo en el costo de transporte de la basura, sino en el rédito por la venta del mismo.

Los factores a considerar en la determinación del sistema son:

- a. El volumen de los residuos producidos.
- b. Su composición y características.
- c. Requisitos especiales del manejo (de seguridad y control).
- d. Recursos a utilizar (máquinas, espacio físico, transporte, etc.).
- e. Nivel de inversión y los beneficios.

Los métodos utilizados en el manejo de los sólidos son:

- a. Compactación. Este método logra la reducción por medio de la compresión de un gran volumen de residuos sólidos (puede ser sólo cartón) bajo una presión alta.

En el mercado encontramos una diversidad de máquinas compactadoras que disminuyen el volumen en factores que varían de 2 a 5.

Previo a la selección de la máquina compactadora debemos considerar:

- a. El volumen total por hora o día que se genera.
 - b. La disponibilidad de energía eléctrica trifásica.
 - c. El área disponible para la instalación, operación y transporte.
 - d. El acceso para la carga y descarga de los contenedores.
-
- b. Incineración. También existe el método de incineración para residuos sólidos, sin embargo, tiene aplicación mayor en plantas de producción. Este método genera otros contaminantes y costos adicionales que deben controlarse.
 - c. Método de reciclaje tradicional. Cuando no se tiene el método de compactación, se debe considerar mantener el método de reciclaje tradicional (clasificación y disposición en áreas específicas) aunque sea de poco beneficio, a cambio de no crear congestión en las áreas de paso o almacenamiento y riesgo de incendio.

3.6.4. Normas medioambientales que aplican

Leyes

1. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente (decreto 68-86).
 - Título I, Capítulo I (principios fundamentales): artículos 8 y 9.
 - Título II, Capítulo único (del objeto de la ley): artículos 11, 12 y 13
 - Título III, Capítulo I (del sistema atmosférico): artículo 14 (c, d y e).
 - Título III, Capítulo II (del sistema hídrico): artículo 15.
 - Título III, Capítulo IV (prevención y control de la contaminación por ruido). Título III, Capítulo V (prevención y control de la contaminación visual).
 - Título V, Capítulo único (infracciones, sanciones y recursos).

2. Código Penal (Decreto 33-96) del congreso de la república (sanciones).

Reglamentos

1. Reglamento de requisitos mínimos y sus límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas.
 - Capítulo I (del objeto).
 - Capítulo III (de las aguas servidas de industrias de alimentos): artículo 8 (límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de las aguas servidas en la industria de alimentos (lácteos, frutas y verduras, jugos, carnes, pescado).
 - Capítulo VIII (del monitoreo y control de las aguas servidas de las plantas de tratamiento y del manejo de lodos).

2. Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Presentación de la propuesta

Como parte de la implementación es necesario conocer técnicamente el contenido en cada una de sus fases, sus aplicaciones y la importancia de su implementación; para lo cual previamente se deben facilitar los canales de comunicación a través de la gerencia y la coordinación del departamento de mantenimiento, quienes darán el apoyo logístico necesario.

4.2. Capacitación a los supervisores

4.2.1. Planificación

En esta función se define la comunicación en la interfase del proceso antiguo a proceso mejorado (propuesta) con cada uno de sus elementos.

Para lograr transmitir el proyecto se define la forma de llevar a cabo cada uno de los procedimientos, el tiempo necesario, a quienes se dirigirá y en cuantos grupos, en que tiempo y la metodología. Una manera resumida de desarrollarla se presenta en la tabla siguiente.

Tabla IX. Resumen de la planificación de la capacitación

Sesión	Contenido	Tiempo estimado	Metodología
1	Conceptualización (capítulo 1)	4 horas	Interactivo
2	Situación actual (capítulo 2)	4 horas	Interactivo
3	Inicio de la propuesta (capítulo 3)	4 horas	Interactivo
n	Medio ambiente (Capítulo 3)	4 horas	Interactivo

4.2.2. Organización y programación

La capacitación se lleva a cabo atendiendo el número de participantes, quién desarrolla la propuesta, una programación adecuada a las fechas de realización, el tiempo necesario, etc., como se ilustra en la tabla X.

Tabla X. Programación de capacitación

Sesión	Contenido	Lugar	Fecha	Grupo participante
1	Conceptualización	Salón de capacitación	1er. Semana mes 1	Grupo 1
			2da. Semana mes 1	Grupo 2
2	Situación actual	Salón de capacitación	1er. Semana mes 2	Grupo 1
			2da. Semana mes 2	Grupo 2
3	Desarrollo de la propuesta	Salón de capacitación	1er. Semana mes 3	Grupo 1
			2da. Semana mes 3	Grupo 2
			3er. Semana mes 3	Grupo 1
			4ta. Semana mes 3	Grupo 2
n	Visita técnica	Área de equipos e instalaciones	1er. Semana mes 4	Grupo 1 y 2

4.2.3. Ejecución

4.2.3.1. Conceptualización

Como primera fase primordial en el desarrollo de la capacitación, se toman en consideración los temas de conceptualización del mantenimiento con énfasis en las áreas técnicas, relacionándolo al equipo actual (primero y segundo capítulo). Es importante tener claro los conceptos propios del mantenimiento como base para generar soluciones de aplicación directa.

4.2.3.2. Programas de mantenimiento por área técnica

Constituye el área técnica más importante de la propuesta, ya que contiene programas de mantenimiento por área técnica con sus detalles (equipo de refrigeración, montacargas, planta de emergencia, etc.

4.2.3.3. Formas de aplicación

Cuando se llega a la implementación de la nueva propuesta, se podrá optar por empezar con pruebas piloto en algunas de las áreas técnicas o grupos de equipos y no pretender implementarla en todo su contenido, de esta manera se pueden ir corrigiendo situaciones no previstas.

Primero se debe tener claro que básicamente la propuesta consiste en comprender el tipo de equipo que se tiene, tipo de mantenimiento que requiere, los criterios técnicos para la toma de decisiones y por último los formatos de control que se utilizaran en todo el proceso.

4.2.3.4. Procedimientos de ayuda

Cuando se tenga inconvenientes en su aplicación se deben considerar los siguientes procedimientos que están enmarcados en toda la propuesta:

1. Identificar el tipo de trabajo o mantenimiento que se requiere de acuerdo a las funciones y criterios técnicos de conceptualización y propuestos.
2. Obtener ofertas de servicio y evaluarlas para su posterior aprobación.
3. En la implementación tomar en cuenta el control (formatos) como medio de seguimiento y cumplimiento de los objetivos.
4. Generar base de datos (bitácora) y reportes para posterior utilización.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Retroalimentación (documentada)

Este constituye el elemento primario en el seguimiento de la propuesta. La documentación o la aplicación de formatos de control, adicionando información relevante documentada de los desajustes o simplemente de los resultados que se van obteniendo, para que seguidamente se tengan bases para la toma de decisiones. Uno de estos elementos lo podemos encontrar en una base de datos o simplemente una bitácora (como se muestra en la figura 18) y los informes con sus notas relevantes.

5.2. Medición y análisis de los resultados

5.2.1. Técnicas (reportes de control, medición del desempeño, medición de la productividad)

Dentro del proceso de seguimiento como parte medular se deben hacer mediciones y análisis de los resultados que se van obteniendo y esto lo podemos lograr auxiliándonos de las siguientes técnicas:

Reportes de control. En las figuras 16 y 17 se muestra un ejemplo de control de la cantidad por medio de los reportes tanto por áreas como consolidados y así encontrar los datos básicos para el análisis de rendimiento.

Medición del desempeño. En esta técnica podemos medir las habilidades utilizadas en el desarrollo de las actividades de mantenimiento (personales, de

trabajo en equipo, administrativas, técnicas) donde la escala y la categoría de calificación se determinan por criterios técnicos de evaluación.

Medición de la productividad. Lo importante en esta medición es que podamos establecer de manera sencilla la forma de medir los resultados tomando en cuenta los insumos utilizados. Un primer paso será efectuar una auditoría completa de todo el proceso de administración del mantenimiento en un periodo definido. Así definimos la mejor forma de revisar, medir, analizar y recomendar.

5.2.2. Económicas (comparación de costos por período)

En cuanto a las evaluaciones económicas determinamos los resultados en términos monetarios y básicamente lo podemos ver haciendo comparaciones por periodos similares con los resultados emitidos en los informes consolidados.

5.2.3. Cualitativas (nivel de confianza del servicio)

Una de las formas de medir la satisfacción de los clientes es por medio de encuestas de servicio que nos reflejaran objetivamente las muestras de aceptación o no de los servicios que presta el departamento de mantenimiento.

5.3. Propuestas de cambios

Luego de un periodo de implementación y de obtención de información tanto técnica como económica, podemos replantear algunos puntos y hacer los ajustes correspondientes tanto en los procedimientos como en las políticas.

5.4. Implementación de los cambios

Nos constituimos al final del proceso, teniendo la experiencia de haber aplicado cambios sustanciales en las actividades de mantenimiento, sin embargo, se han generado ajustes o cambios de acuerdo a los resultados y a las evaluaciones realizadas. Con mayor facilidad se implementan dichos ajustes, teniendo siempre en cuenta los criterios técnicos en cada momento.

Figura 16. Reporte de control de mantenimiento por área

REPORTE DE CONTROL DE MANTENIMIENTO POR AREA															
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO SUPERVISOR: FECHA PERIODO:															
SUPERMERCADO	NUMERO DE REQUERIMIENTOS POR AREA														
	MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS A EQUIPOS			MANTENIMIENTOS A INSTALACIONES			EMERGENCIAS			OTRAS AREAS (ESPECIFICAR)			TOTALES		
	Programado	Reculato	Adicional	Programado	Reculato	Adicional	Programado	Reculato	Adicional	Programado	Reculato	Adicional	Programado	Reculato	Adicional
A															
B															
C															
D															

Figura 17. Reporte de control de mantenimientos totales

REPORTE DE CONTROL DE MANTENIMIENTOS TOTALES									
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO SUPERVISOR: FECHAS/PERIODOS:									
SUPERMERCADO	Programado			Ejecutado			Adicional		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C

NOTACIONATURA
 A = No. de requerimientos sin planificación
 B = No de requerimientos con planificación
 C = Diferencia entre A y B

Las causas más comunes de los problemas que se dan en mantenimiento tienen características similares en su contenido, motivo por el cual se deben tomar en cuenta cuando se hace la retroalimentación y el análisis de la información para no cometer los mismos errores y así efectuar las correcciones en su debido momento. Un formato de evaluación de causas se presentan en la tabla siguiente.

Tabla XI. Causas comunes a los problemas de mantenimiento

Instrucciones:

De acuerdo a la información obtenida, anote una x en la casilla de Sí o No

Aspectos	Sí	No	Observaciones
Cumple con los estándares y especificaciones técnicas del área			
Se ha asignado la mano de obra calificada y certificada			
Se está realizando el trabajo en la hora y el día indicados			
Se están utilizando los materiales apropiados			
Se ha tomado la oferta más viable (costo, calidad)			
Están cumpliendo con las normas de seguridad e higiene industrial y de medio ambiente			
Se tiene garantía vigente o las condiciones para reclamar			
Se mantienen las especificaciones de ajuste en las máquinas			
Se cumplen con todas las cláusulas del convenio			
Se tienen medidas de contingencia disponibles			

Supermercado: _____ Fecha: _____

Equipo: _____ Supervisor: _____

CONCLUSIONES

1. La falta de registros técnicos hace que se repitan procesos y se vuelvan a cometer errores, perdiendo valiosa información de las experiencias, consecuentemente, se invierten más recursos (tiempo y dinero).
2. La no observancia de normas medioambientales en cualquier actividad de mantenimiento nos conduce a la generación de riesgos potenciales.
3. El proceso de control más importante se basa en el seguimiento a las tareas o actividades por medio de formatos estándares, garantizando el cumplimiento de las mismas.
4. En base a conceptualización, criterios y procedimientos establecidos obtenemos mayor nivel de comprensión de los problemas y al mismo tiempo obtenemos soluciones viables.
5. La identificación unitaria (codificación) de todos los equipos nos ayuda a mantener un control tanto de la cantidad como de los costos unitarios, evitando los costos ocultos por recurrencia, la falta de la ejecución o la mala ejecución de los mantenimientos.
6. Un control efectivo de administración de mantenimiento exige establecer metas realistas de cumplimiento, tomar en cuenta las variaciones y efectuar acciones correctivas inmediatas.

7. Es más beneficioso para la empresa tener servicios técnicos especializados de mantenimiento prestados por proveedores que por personal propio, debido a las implicaciones tanto técnicas, económicas como de infraestructura que representan.

RECOMENDACIONES

1. Los trabajos de mantenimiento especializados deben desarrollarse por medio de convenios de servicios con proveedores calificados para garantizar las operaciones de los equipos e instalaciones.
2. Crear una base de datos técnicos que permita obtener información para la toma de decisiones prontas, sin repetir los procesos.
3. Verificar el cumplimiento de normas de seguridad industrial y medio ambiente; en la planificación y desarrollo de cualquier trabajo de mantenimiento, para prevenir contingencias y mantenernos en armonía con las disposiciones estratégicas de la empresa.
4. Antes de realizar un plan de mantenimiento preventivo se debe tener un inventario físico completo de las instalaciones y equipamiento.
5. Cuando se haga una instalación nueva de equipo, se debe echar a funcionar cargándolo gradualmente hasta que llegue a la carga máxima antes de autorizar su operación normal.
6. Establecer criterios de operación y control, basados en la conceptualización técnica e información de la experiencia documentada.
7. Manejar los presupuestos con cierto grado de ajuste para poder hacer cambios de mejoras de acuerdo a las evaluaciones periódicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Briceño I. Pedro. Administración y dirección de proyectos. 2ª. Edición. Chile. McGraw-Hill/Interamericana de Chile Ltda. 1996.
2. Guajardo Cantú, Gerardo. Contabilidad financiera. 3ª. Edición. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. 2002.
3. Koenisberger, Rodolfo. Ingeniería eléctrica 2. Nueva Edición. 14ª. Impresión. Guatemala: s.e., s.a.
4. López Lorenzana, Marco Vinicio. Administración del mantenimiento de flotas para vehículos. Tesis Ing. Mec. Ind. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1995.
5. Niebel, Benjamín. Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos. 9ª. Edición. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. 1996.
6. “ Producción más limpia ”. Revista de la Cámara de Industria de Guatemala. 2002.
7. Rosales P:E:, Robert C. Manual del ingeniero de planta. 2ª. Edición. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. 2002.
8. Taylor, George A. Ingeniería económica. 2ª. Edición. México: Editorial Limusa, S.A. de C.V. 1994.
9. Vásquez Calvet, Jorge Alejandro. Administración de seguridad y análisis de riesgos en una empresa de rafias y empaques plásticos. Tesis Ing. Mec. Ind. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2003.
10. Weihrich, Heinz y Koontz Harold. Administración, una perspectiva global. 11ª Edición. México: McGraw-Hill. 1998.

APÉNDICE 1

EJEMPLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPO REFRIGERADO

Objetivo del plan de mantenimiento

Obtener por medio de un servicio técnico calificado la prestación del servicio de mantenimiento preventivo y correctivo a equipos y sistemas de refrigeración en el supermercado "A"

Requisitos del proveedor de servicio

Debe contar con personal técnico especializado y capacitado para poder garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos refrigerados a través de la ejecución profesional de los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo.

Tener garantías a la vista del proveedor (documentación) que acredite su experiencia y conocimiento sobre mantenimiento a equipo refrigerado, además de la capacidad instalada del proveedor en cuanto a mano de obra y materiales.

Insumos (suministrados por el proveedor)

Desengrasantes, lubricantes, acetileno, cilindros de oxígeno, tornillos, tuercas, limpia contactos. Los costos de estos insumos deben estar incluidos en los costos totales.

Herramientas o equipo a utilizar

Manómetros, soldaduras, bombas de vacío, compresores de aire, equipo de diagnóstico, multímetros eléctricos, etc.

Listado del equipo

De acuerdo al inventario técnico y descripción en la programación.

Los costos

Se definirán por inciso de trabajo efectuado y se tendrán en un listado.

Canales de comunicación

Serán de preferencia entre el supervisor de mantenimiento y el representante de los técnicos de servicio por los medios que se determinen convenientes.

Lugar de la prestación de servicios

Será exclusivamente en las instalaciones del supermercado, a excepción de reparaciones mayores que ameriten trabajos fuera del área que serán autorizados previamente.

Tiempo de la prestación de servicio

Se debe considerar en un periodo de un año y evaluarlo constantemente para ver si se cumplen los objetivos.

Horarios de servicio

En el caso de los condensadores, los trabajos pueden realizarse de día sin mayor restricción, únicamente que se debe considerar en momentos de baja carga. Y para el caso de los evaporadores, de acuerdo a un plan conjunto con los administradores del supermercado para no afectar la operación del mismo, generalmente de noche.

Medidas de contingencia y tiempo de respuesta

En este requerimiento el proveedor tendrá la obligación de contar con personal de turno y con todos los elementos necesarios para ejecutar tareas de habilitación o corrección de fallas en tiempo ordinario y extraordinario en tiempos definidos y definir mecanismos de acción para las contingencias.

Controles

Para efectos de control se efectuarán revisiones tanto en la ejecución de los mantenimientos como en operación de los equipos. Para lo cual se tendrán a la vista los reportes de trabajo.

Medidas de seguridad

El proveedor de servicio contará y aplicará medidas de seguridad industrial y de medio ambiente para no crear contingencias a la empresa.

Alcance del servicio

a. Mantenimiento a evaporadores

- 1 Limpieza, enderezado de aletas, en equipos de 8 y 12', cuartos fríos y congelados, servicio a elementos de control, termodiscos, termostatos.
- 2 Graduación de válvulas de expansión, medición de sobrecalentamiento.
- 3 Servicio o sustitución de ventiladores en muebles o cuartos fríos o congelados, máximo 4 unidades.

b. Unidad condensadora remota

1. Limpieza, enderezado de aletas, limpieza o sustitución del ventilador, limpieza de estructura.
2. Servicio o sustitución de elementos de control, *timer*, contactores, presostatos, *relay*, flipón.
3. Servicio o sustitución de:
 - a.- Filtros
 - b.- Válvula de paso
 - c.- Trampa de aceite
 - d.- Visores de líquido
4. Análisis de acidez de aceite
5. Cambio de aceite a compresor
6. Servicio o cambio dosificador de aceite

c. Condensador de sistema paralelo

1. Limpieza, enderezado de aletas, sustitución o lubricación de ventiladores, 6 máximo.
2. Servicio o sustitución a elementos de control, *timer*, tarjetas CPC, *relay*, contactores, presostatos, aplicación de desengrasante en estructura.

d. Sistema paralelo

3. Limpieza, revisión ajuste de EPR, solenoide, ODR, CPC, panel de control, servicio o sustitución de válvulas de *hot gas*.

e. Muebles, cuartos fríos y congelados (área de evaporadores)

4. Cambio de balastro, tubos y bases de iluminación (definir cantidad).
5. Sello con silicón de grado alimenticio en laterales y uniones.
6. Limpieza de rejillas de descarga de aire, por sección.
7. Cambio de termómetro.
8. Calibración y ajuste de termómetro.

Programación

La programación del mantenimiento será de acuerdo a las condiciones de operación, medio ambiente y a las condiciones generales del equipo, generalmente los condensadores en periodos bimensuales y los evaporadores en periodos de cuatro, seis o nueve meses o según las necesidades del equipo. Un ejemplo de programación se presenta en la figura 19.

Figura 19. Programación de mantenimiento de equipo refrigerado

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A EQUIPO REFRIGERADO																								
SUPERVISADO: A		ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		
No.	EQUIPO	ITEM	COSTO	ITEM	COSTO	ITEM	COSTO	ITEM	COSTO	ITEM	COSTO	ITEM	COSTO	ITEM	COSTO	ITEM	COSTO	ITEM	COSTO	ITEM	COSTO	ITEM	COSTO	ITEM	COSTO	
	ÁREA PARASISTEM Y CONDENSADORES																									
1	Revisión de Mch Temp.	1.2	1,428.00																							
2	Revisión de Mch Temp.	1.2	1,428.00																							
	ÁREA EVAPORADORES																									
3	Revisión de Líquido																									
4	Área Visión 12																									
5	Área Visión 20																									
6	Área Visión 20																									
7	Área Dispositivos	1.3,4,7,9	1,711.00																							
8	Área Carre 12																									
9	Área Carre 20																									
10	Área Carre 20																									
11	Área Emulsión 12	1.3,4,7,9	628.00																							
12	Área Lic. 12																									
13	Área Lic. 20																									
14	Área Frio Viciado																									
15	Área Frio Carre	4.5	419.00																							
16	Área Presión de Carre (2)																									
17	Área Frio Emulsión																									
18	Área Frio Parafina																									
19	Área Frio Líquido																									
20	Área Congelado Melchior																									
21	Área Congelado Carre																									
22	Área Congelado Líquido																									
23	Área Congelado Parafina																									
24	Área Frio Parafina																									
25	Área Frio Líquido																									
	ÁREA CONDENSADORES Y EVAPORADORES																									
26	Área Limpieza de Parafina																									
27	Área Limpieza de Líquido	1.2	229.50																							
28	Área Limpieza de Líquido	1.2	229.50																							
	COSTOS MENSUALES (0)		4,224.00		6,166.00		2,973.00		4,194.00		4,796.00		3,742.00		5,331.00		2,261.50		2,175.00		6,782.00		1,887.00		2,614.00	

NOMENCLATURA DE TIEMPOS FECHAS EN EL MES
 DE PREFERENCIA
 TIPO DE SERVICIO SEGUN LA DESCRIPCION EN EL ALCANCE EN LAS 2 PRIMERAS SEMANAS DE C/MES

APÉNDICE 2

CONTENIDO MÍNIMO PARA UN CONVENIO DE SERVICIO

Teniendo definido el plan de mantenimiento que necesitamos, desarrollamos un convenio de servicio.

El convenio debe desarrollar, como mínimo, las siguientes definiciones:

- Objeto del convenio
- Naturaleza del servicio
- Relaciones entre proveedor y contratante (obligaciones)
- Normas de conducta
- Lugar de prestación de los servicios
- Horarios del servicio
- Formas y canales de comunicación
- Plazo de los servicios
- Alcance del servicio
- Programación de los servicios
- Costos del servicio (mano de obra, insumos y repuestos)
- Listado del equipo
- Medidas de contingencia y tiempos de respuesta
- Estándares de calidad
- Mano de obra (tecnificación, experiencia y calificación)
- Conceptualización del servicio
- Cesión, rescisión
- Garantías y fianzas
- Sanciones

APÉNDICE 3

ESTUDIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS EN SUPERMERCADOS

El estudio de mediciones eléctricas tiene como fin encontrar puntos críticos en los que tenemos costos ocultos por mala utilización de la energía eléctrica, o bien determinar la capacidad disponible para instalación de nuevos equipos. Estos estudios constituyen una inversión retornable y generan adicionalmente beneficios en el área de mantenimiento.

Las mediciones se hacen con aparatos de precisión electrónicos en la red de distribución interna (tableros de distribución principal) en periodos no menores de 24 horas para captar el comportamiento de todos los parámetros, logrando así verificar el ciclo de carga de la instalación y compararlo con la potencia admisible en la planta eléctrica.

Parámetros analizados y sus resultados

- a. **Voltajes.** Los voltajes deben oscilar entre 115 y 125 voltios en promedio.
- b. **Corrientes.** Nos indican el consumo en amperios. Debe tener un límite máximo del 80 % de la capacidad de la planta. Las corrientes deben estar balanceadas en los tableros secundarios, en algunos casos no deben sobrepasar los 50 amperios entre fases.
- c. **Potencia.** Determinar el valor de la potencia activa en KW (kilovatios), potencia aparente y potencia reactiva en KVA (kilovatios amperios).

Potencia activa (KW). Es la que se aprovecha realizando trabajo útil.

Potencia reactiva (KVA). Utilizada para producir un flujo electromagnético necesario para el funcionamiento de equipos industriales como motores, compresores, soldaduras, etc. Ésta potencia no se traduce en trabajo pero es necesaria para el funcionamiento.

Potencia aparente. Es la suma geométrica de las dos anteriores y establece la capacidad de la infraestructura a instalar para brindar un suministro eléctrico.

- d. Factor de potencia.** Es la relación existente entre la potencia activa utilizada en un suministro eléctrico y la potencia total denominada aparente. Su valor puede variar de 0 a 1.

Factor de potencia = (potencia activa)/ (potencia aparente).

Análisis del factor de potencia

¿Por qué existe el bajo factor de potencia?

El factor de potencia equivale al coseno del ángulo tomando como base un triángulo geométrico, su valor varía de 0 a 1, siendo definido dicho valor por la cantidad de potencia reactiva que se requiera para funcionar; mientras más cercano a la unidad sea el factor, menor potencia reactiva se requerirá del suministro eléctrico, y al contrario, mientras más bajo sea el factor de potencia, más potencia reactiva se requerirá para el funcionamiento del equipo.

Como se indicó en la definición de la potencia reactiva, ésta es necesaria para producir el campo electromagnético indispensable para el funcionamiento de equipos. Cuando la cantidad de equipos es apreciable, los requerimientos de

factor de potencia reactiva también se hacen significativos, lo cual produce una disminución del factor de potencia. Esto se presenta en casos tales como gran número de motores, presencia de equipos de refrigeración, aire acondicionado y compresores, así como por la subutilización de la capacidad instalada en equipos electromecánicos ocasionada por mala planificación del sistema.

Las cargas puramente resistivas como alumbrado incandescente, resistencias de calentamiento, etc., no causan este tipo de problema, ya que no necesitan la potencia reactiva para funcionar.

Consecuencias del bajo factor de potencia

Para el distribuidor

- Incremento de la necesidad de generadores, puesto que la capacidad en KVA debe ser mayor para entregar la energía reactiva adicional.
- Mayor capacidad en líneas de transmisión y distribución y transformadores, para el transporte y transformación de esta energía reactiva.
- Elevadas y caídas de tensión y baja regulación de voltaje, lo que puede afectar la estabilidad de la red eléctrica y la calidad del servicio prestado.

Para el usuario

- Aumento de la intensidad de corriente.
- Pérdidas en los conductores y mayores caídas de tensión.
- Incremento de capacidad en KVA de los transformadores y plantas de emergencia, reducción de su vida útil y de la capacidad de conducción de los conductores.
- Disminución de la vida útil del aislamiento, debido al aumento de la temperatura de los conductores.

- Aumento en la facturación mensual por consumo de energía eléctrica y penalización.

Efecto del bajo factor de potencia en la facturación de energía eléctrica

Consiste en la penalización por tener un bajo factor de potencia y se aplica a todos los usuarios teniendo para ello dispuesto un medidor especial. En el caso de clientes con potencia mayor a 11 KV que tienen un factor de potencia menor a 0.90, la penalización equivale al uno por ciento (1 %) por cada centésima que dicho valor baja del límite mencionado (0.90); como se muestra en la tabla XII.

Tabla XII. Ejemplo de penalización por bajo factor de potencia

Descripción	Cantidad
Cargo por consumo de energía y potencia máxima (sin IVA)	Q. 28713.67
Factor de potencia	0.6363
Diferencia entre límite permitido y factor de potencia del mes (09.-0.6363).	0.2637
Costo por penalización (sin IVA) = $(0.2637 * 28713.67)$	Q. 7571.79
Costo total a pagar (con IVA) = $(Q.28713.67 + 7571.79) * 1.12$ sin cargos fijos	Q. 40639.71

¿Cómo mejorar el factor de potencia?

Se logra mediante la compensación de potencia reactiva, **instalando capacitores** dentro de la distribución industrial. Los capacitores tienen la función de generar potencia reactiva, de tal forma que los motores y transformadores toman dicha potencia desde los capacitores interiores y no es necesario que se suministre desde la red del distribuidor. Notemos que la potencia reactiva consumida es la misma, con la diferencia que no se la compramos al distribuidor de energía eléctrica.

APÉNDICE 4

NORMAS PARA EL USO Y DISPOSICIÓN DE GLP

Todos los equipos y líneas de distribución deberán ser revisados a tal fin que:

- No debe existir ninguna fuga incontrolada de gas
- No debe haber cilindros de gas directamente en las cocinas.
- Las estufas deben estar conectadas a la red de abastecimiento por medio de mangueras de cobre, nunca de plástico.
- Toda la tubería que conduce GLP debe estar pintada de color amarillo.
- Las tuberías vistas no deben situarse donde estén expuestas a choque o deterioros, en conductos de evacuación de gases quemados, en conductos de evacuación de basuras o productos residuales, en huecos de ascensores o montacargas, en espacios de aireación, ventilación y tragaluces, ni en locales de transformadores o donde existan combustibles líquidos.
- Las tuberías empotradas serán de acero.
- Las tuberías estarán sólidamente fijadas a la pared.
- La distancia de la tubería al suelo no deberá ser menor de 5 cm.
- La distancia mínima que guardará la tubería de gas con cualquier otra tubería de vapor, agua caliente o conducciones eléctricas, será de 3 cm. en cursos paralelos o de 1 cm. cuando se crucen. La distancia mínima a un conducto de evacuación de humos o gases quemados será de 5 cm.
- Todas las llaves de corte general deberán ser accesibles y deben estar plenamente identificadas.
- Las tuberías instaladas en cielos rasos, dobles techos, cámaras aislantes y similares, deberán ser de acero, sin accesorios, ni uniones no soldadas

en su recorrido y colocadas dentro de una vaina de acero continua, ventilada por sus extremos.

- Cuando las tuberías atraviesen muros o cimentaciones, deberán estar protegidas por una funda o vaina, sellada en uno de sus extremos, para evitar la entrada de gas o agua al edificio.
- El paso de tuberías por sótanos sólo se admitirá en los casos en que no haya otra solución. La tubería será de acero estirado sin soldadura con uniones soldadas y sin ningún dispositivo de cierre en su recorrido por el sótano. Irá alojada en el interior de una vaina o funda de acero continua, abierta por ambos extremos y que sobresalga hacia el exterior del sótano, debiendo quedar dichos extremos a más de 3 m. de cualquier abertura de ventilación en el sótano, bocas de alcantarillas, etc.
- Las tuberías enterradas deberán colocarse a profundidad suficiente o, en caso contrario, bajo la adecuada protección mecánica. El fondo de la zanja será estable, sólido y sin piedras. El relleno será de materiales que no dañen a la tubería ni a su protección. Se cuidará especialmente la protección contra la corrosión.
- Todas las cocinas deben poseer campanas de extracción con salida al exterior.
- Verificar en techo que existan salidas de cada campana instalada.
- Las campanas de extracción deben estar limpias, verificar que poseen un programa de mantenimiento periódico.

Seguridad de diseño

- Las tuberías que están al aire libre, deberían ser analizadas, a fin de detectar el grado de deterioro de su superficie.

- Las uniones deben ser soldadas y no deben existir bridas y conexiones a lo largo de la tubería porque constituyen puntos débiles del sistema y consecuentemente susceptibles de posibles fugas.
- No deben haber tramos de tubería enterrada, se procurará que constituyan excepción, salvo situaciones debidamente justificadas, y en todo caso con protección adecuada (tuberías de doble pared).
- Tanto las válvulas de descarga como las de seguridad y alivio de presión de los depósitos, deben estar ubicadas de tal forma que la liberación de gases por sobre presión no genere riesgos cerca del personal existente en el entorno.
- Los depósitos de gas deben encontrarse anclados en losas ventiladas.

Mantenimiento de la instalación

- Este tipo de instalaciones, debe estar sujeto a un riguroso programa de mantenimiento preventivo y predictivo. Todos los elementos clave de la instalación deben ser revisados periódicamente de acuerdo con lo establecido en el programa. Consecuentemente, un libro de registro recogerá todas las actuaciones realizadas e incidencias detectadas.
- Contra la corrosión en general, se recurrirá a los tratamientos de pinturas especiales.
- Deberá comprobarse la estanqueidad del montaje, siendo el procedimiento más simple, una vez puesto bajo presión, el empleo de una solución tenso-activa, como agua jabonosa, o bien si se tratara de detectar fugas más pequeñas, empleando papel reactivo muy sensible.

APÉNDICE 5

CONSIDERACIONES SOBRE PROCEDIMIENTOS DE CORTE Y SOLDADURA Y TRABAJOS EN CALIENTE

Un control inadecuado de los trabajos de corte y soldadura constituye una de las causas mayores de siniestros de incendio.

Aunque sería más apropiado llamarlos “permisos de corte y soldadura” haciéndose necesario extender estos controles a las operaciones de corte y soldadura, operaciones de desmoldeo con soplete, reparación de cubiertas (aplicación de capas de asfalto calentadas con sopletes), esmerilado y trabajos similares, los cuales representan un potencial de riesgo de incendio debido al uso de llamas abiertas y/o a la generación de chispas y partículas incandescentes. Por tanto, con objeto de reducir este riesgo al mínimo posible, se establece un procedimiento de seguridad para trabajos en caliente. Como se muestra en las figuras 20 y 21.

El mejor método de control de estas operaciones es por medio de un sistema de permisos por escrito. No obstante, antes de emitir estos permisos, se estudiarán posibles alternativas tales como llevar el objeto u objetos que deben cortarse o soldarse a un lugar seguro de las instalaciones.

En control de estos trabajos en caliente será delegado a los supervisores, que sabrán cuales son los riesgos dentro del supermercado, y avalado por la gerencia del supermercado.

Es fundamental que las personas que realizan estos trabajos en caliente dentro de las instalaciones, conozcan la obligatoriedad de disponer de este

permiso antes de empezar su trabajo. Estos permisos deben considerarse en los convenios de servicio respectivos.

Los permisos se emitirán antes de comenzar los trabajos y la duración de los mismos no será superior a un turno de trabajo, y en el caso de que se prolongara el desarrollo del proyecto se deben considerar todos los factores pertinentes, esto con objeto de asegurarnos que el control mantenido es adecuado durante la duración de éste.

El equipo de soldadura debe encontrarse en perfecto estado de funcionamiento, esto es especialmente aplicable a los equipos de contratos del exterior, los serán minuciosamente examinados. El responsable de autorizar estos trabajos revisará que se cumplan las condiciones descritas.

Figura 20. Modelo de un permiso para trabajos de corte y soldadura

PERMISO DE CORTE Y SOLDADURA

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Fecha de trabajo _____ Área de trabajo _____
Trabajo a realizar _____
Proveedor _____ Técnico _____
Hora de inicio _____ Hora de finalización _____

La zona de trabajo indicada se ha examinado previamente y se han efectuado las precauciones indicadas en el reglamento relativo a trabajos de corte y soldadura para evitar el peligro de incendio; por lo que se concede este permiso para la realización de las operaciones de corte y soldadura.

Firma y nombre _____ Fecha: _____
Este permiso expira: AM _____ PM _____

Figura 21. Reglamento para trabajos de corte y soldadura

Reglamento para trabajos de corte y soldadura

Departamento de mantenimiento
Supermercados xxxx.

¡PELIGRO! – Prevenga incendios --

No efectuar trabajos de corte y soldadura hasta que hayan sido tomadas todas las precauciones siguientes y se haya firmado el permiso correspondiente previa verificación de cada punto.

- ❖ No se permite el corte o soldadura:
 - Mientras no haya un extintor como mínimo junto al área donde se trabaja.
 - En presencia de trapos, polvo, vapores y líquidos inflamables tanques y equipo sin limpiar que hayan contenido antes dichos materiales.
 - En áreas o en equipos que no hayan sido apropiadamente acondicionados para trabajos de corte y soldadura.
 - Con equipos de corte y soldadura, los cuáles no están en buen estado.
 - Cuando el personal que va a realizar el trabajo no está capacitado.
- ❖ El área deberá ser examinada y aprobada por una persona autorizada que haya comprobado las siguientes medidas de seguridad antes de firmar este permiso.
 - Que se han barrido y limpiado las áreas donde se va a realizar el trabajo y en los alrededores.
 - Que han sido retirados todos los materiales combustibles al menos a 5 metros de la zona donde va a ser realizada la soldadura. Habiéndose protegido el resto con materiales no combustibles, chapas metálicas, lonas ignífugas, etc.
 - Que se han cubierto herméticamente los agujeros existentes en el suelo o en la pared en la zona de trabajo y 5 m. alrededor de ésta.
 - Que se ha designado un responsable encargado de vigilar y controlar la dirección de las chispas peligrosas, tanto en el área de trabajo como en el piso superior e inferior.
 - Que se ha dispuesto extintores para la protección contra incendios y personal adiestrado en su uso, en las proximidades.
 - Que se ha señalado el área avisando cuál es el trabajo que se va a realizar.
- ❖ El área donde se ha ejecutado el trabajo de corte y/o soldadura, incluyendo los pisos superior e inferior deberá inspeccionarse durante los tiempos de comida o descansos, también deben visitarse y examinarse luego de finalizado el trabajo en dichas áreas.

APÉNDICE 5

SEÑALIZACIÓN Y COLORES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y COLORES DE IDENTIFICACIÓN PARA TUBERÍAS

La señalización y los colores de seguridad en áreas industriales y comerciales no son más que elementos de la tecnología para el control preventivo de riesgos, máxime donde transitan personas, se desarrollan procesos y se tienen contacto con equipos. Las señales advierten, indican, informan o prohíben una determinada acción dentro y fuera de las instalaciones.

Señalización y colores de seguridad industrial

Para que la señalización sea efectiva en la prevención de accidentes e incendios, debe:

1. Atraer la atención de quien la recibe.
2. Dar a conocer el mensaje con suficiente claridad.
3. Ser suficientemente clara y de interpretación única.

Las clases de señales ópticas mas utilizadas se muestran en la tabla XIII.

Tabla XIII. Tipos de señales ópticas utilizadas en la seguridad industrial

Tipos de señales	Aplicación
Señales de obligación	<ul style="list-style-type: none">▪ Obligan a un determinado comportamiento.▪ Son utilizados para indicar áreas o puestos de trabajo donde se requiere utilizar equipo de protección personal.
Señales de prohibición	<ul style="list-style-type: none">▪ Cuando por legislación, reglamentación o condición de efecto nocivo comprobado se prohíbe un comportamiento (fumar).
Señales de advertencia	<ul style="list-style-type: none">▪ Para advertir sobre la presencia de un peligro ante un determinado comportamiento (riesgo eléctrico)
Señales de información	<ul style="list-style-type: none">▪ Para informar sobre salvamento, y equipo contra incendio▪ Para identificar un equipo o área o bien para informar sobre el uso de los equipos e instalaciones.

La simbología y los colores utilizados en señalización de seguridad se muestra en la siguiente figura.

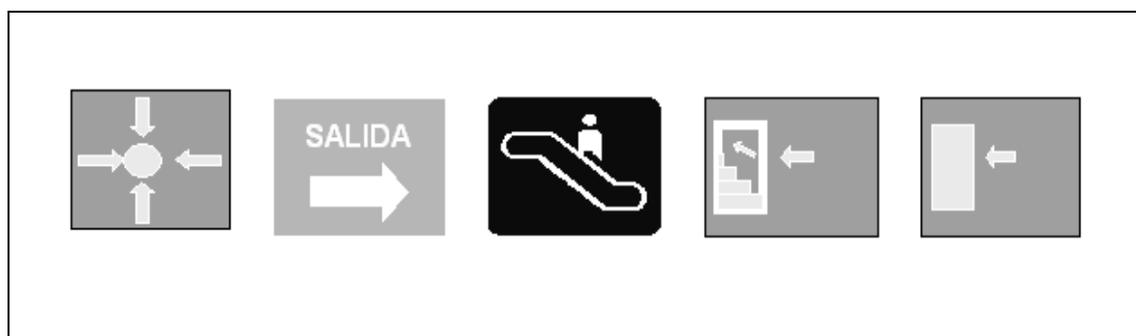
Figura 22. Simbología y colores de seguridad

Figura	Indica	Significado	Color	
			Básico de seguridad	De contraste
	Obligación	Exige una acción determinada (protección)	Azul	Blanco
	Prohibición	Prohíbe una acción de riesgo	Rojo	Blanco
	Prevención	Advierte de algún peligro	Amarillo	Negro
	Información	Proporciona información	Verde-azul-rojo	Blanco

Fuente: ICAITI. Norma 560014. Colores de seguridad. Pág. 1 y 2.

Algunas señales de información sobre evacuación se presentan como ejemplo en la figura 23.

Figura 23. Señales de información



El código de colores debe utilizarse para prevención de riesgos (como se muestra en la tabla XIV) en los siguientes casos:

1. Para establecer procedimientos de prevención de incendios y emergencia.
2. Para señalar riesgos físicos, químicos o biológicos.
3. Para delimitar áreas de tránsito o identificar áreas específicas de proceso.
4. Para diferenciar elementos de los sistemas.
5. Para trasladar información de emergencia o general.

Tabla XIV. Colores indicadores de riesgo

Color	Indica	Aplicaciones
Rojo	Prohibición	Se utiliza exclusivamente en relación con equipo de prevención y combate de incendios: extinguidores, tuberías, hidrantes.
Anaranjado	Peligro	Indica puntos peligrosos de maquinaria, que pueden cortar, apretar, causar choque o en su defecto causar lesión (resguardos).
Amarillo o amarillo con rayas negras en diagonal	Señal universal de precaución	Se utiliza con mayor frecuencia para marcar áreas cuando existen riesgos de tropezar, caer, golpearse contra algo o quedar atrapado entre objetos.
Verde	Information Color de seguridad básico	Para indicar la ubicación de equipo de primeros auxilios, mascararas contra gases, rociadores de seguridad y pizarrones con boletines de seguridad
Azul	Obligación	Es una advertencia específica en contra de utilizar equipo que está en reparación. Se puede emplear como auxiliar preventivo general en equipos como elevadores, calderas, andamios, escaleras, etc.
Morado	Presencia de riesgo de radiación.	Rótulos, etiquetas, señales y marcas de piso se elaboran con una combinación de colores morado y amarillo.
Negro, blanco o combinaciones negro y blanco	Indica área de tránsito	Indican sitios de tránsito y donde se realizan labores de aseo de escaleras, pasillos cerrados y la ubicación de botes de basura.

Colores de identificación para tuberías (ver tabla XV)

- ❖ Se utilizan para identificar tuberías que conducen fluidos o ductos eléctricos.
- ❖ Las tuberías se identificarán con los **colores básicos** solamente cuando se indique únicamente la naturaleza del fluido, y con colores básicos e **indicaciones codificadas con colores de seguridad** (rojo para tubería contraincendio, amarillo con rallas negras previene peligro de ácidos, etc.) donde sea necesaria la identificación precisa del fluido por ser de alto riesgo.
- ❖ Las formas de aplicación de los colores básicos podrán ser: pintando a todo lo largo de la tubería; o en forma de bandas de unos 150 mm de longitud; o bien envolviendo al tubo una banda de cinta adhesiva del color básico en longitud de 150 mm (dependiendo del diámetro del tubo).
- ❖ Los colores de seguridad se pueden aplicar de las siguientes formas: pintarse sobre el color básico de identificación (sustituirlo) en el caso de que el tubo estuviera pintado a todo lo largo, entre las dos bandas del color básico de identificación (dependiendo del diámetro), envolviendo una banda del color de seguridad entre dos bandas del color básico (según diámetro).

Tabla XV. Colores básicos de identificación para tuberías

Color	Significado
Verde	Agua en estado líquido
Gris plata	Vapor
Café	Aceites minerales, vegetales y animales; líquidos combustibles
Amarillo ocre	Gases, en estado gaseoso o líquido, excepto aire
Violeta	Ácidos y álcalis
Azul celeste	Aire
Negro	Aguas negras u otros líquidos no considerados en la presente tabla
Naranja	Servicios eléctricos

Fuente: ICAITI. Norma 19017. Colores de identificación para tuberías. Pág. 1.