

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS CAVAS DE REFRIGERACIÓN DE PRODUCTOS EFE, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE SAP.

Presentado ante la Ilustre

Universidad Central de Venezuela

Por el Br. *Martha Ninoska González Figueroa*

Para optar al

Título de Ingeniero Mecánico

Caracas, 2005

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS CAVAS DE REFRIGERACIÓN DE PRODUCTOS EFE, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE SAP.

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Eric Omaña

Presentado ante la Ilustre

Universidad Central de Venezuela

Por el Br. *Martha Ninoska González Figueroa*

Para optar al

Título de Ingeniero Mecánico

Caracas, 2005

Caracas, 07 de Junio de 2005

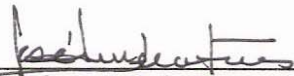
Los abajo firmantes, miembros del jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por la bachiller Martha Ninoska González Figueroa, titulado:

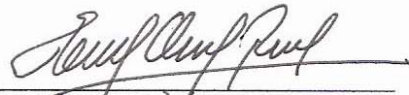
**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS CAVAS DE
REFRIGERACIÓN DE PRODUCTOS EFE, MEDIANTE LA
IMPLEMENTACIÓN DE SAP**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el Plan de Estudios conducente al Título de Ingeniero Mecánico


Prof. Jesuado Areyan
Jurado




Prof. José Luis Perera
Jurado


Prof. Eric Omaña
Tutor

González Figueroa, Martha Ninoska

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS CAVAS DE
REFRIGERACIÓN DE PRODUCTOS EFE, MEDIANTE LA
IMPLEMENTACIÓN DE SAP**

Tutor Académico: Eric Omaña.

Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Mecánica.

2005, N° Pág. 211

Mantenimiento, Confiabilidad, Mantenibilidad, SAP

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo de grado, es la creación de un plan de mantenimiento para las cavas de refrigeración de productos EFE, empleando para ello las herramientas de confiabilidad. En el plan de mantenimiento, se incluyó la implementación de equipos de recuperación de refrigerante, con los cuales se obtiene una disminución de gastos y se evita la liberación de sustancias al medio ambiente. Además se realizó la selección de los equipos de protección personal que la empresa debe proveer a sus trabajadores. Para poder implementar el sistema SAP, se estableció la estructura de la gestión de mantenimiento que debe ser empleada por la empresa y posteriormente se introdujeron los datos requeridos para generar las Hojas de Ruta, Avisos de Mantenimiento, Órdenes de Mantenimiento, etc. con lo cual se puede realizar el seguimiento y control de los equipos.

DEDICATORIA

A mis abuelos,
Vidalina, Marta y Segundo

A mis niñas
Anabel y Jessica

AGRADECIMIENTOS

- ❖ Al Ing. Leopoldo Vélez y a licenciada Tatiana Ramírez por su confianza y abrirme las puertas de la empresa
- ❖ Al Ing. Simón Morao, quien me asesoró durante la realización de este trabajo de grado
- ❖ Al Sr. Gerardo Cartaya, quien dedicó parte de su tiempo para colaborar con la realización de este trabajo.
- ❖ A mis compañeros de trabajo, Guillermo Abarca, Yeliret Hernández, William Bello y Manual Colmenares quienes no dudaron en ofrecerme su ayuda.
- ❖ A los técnicos de refrigeración, especialmente a Neomar Medina, Alexander Martínez, Touxan Ramírez y Rubén Rodríguez.
- ❖ A mi tutor Eric Omaña y los profesores Félix Flores y José Luis Perera, quienes me brindaron su ayuda.
- ❖ A mis padres, Mireya y Hernán, quienes siempre me apoyaron.
- ❖ A Miguel Ángel González por brindarme su ayuda
- ❖ A mis tías, Mary y Elisa, quienes siempre mostraron su interés.
- ❖ A Juan Carlos, por estar siempre presente y por su gran ayuda

ÍNDICE GENERAL

Resumen	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de Figuras	ix
Índice de Tablas	xii
Lista de Anexos	xiv
Introducción	1
0.1. Objetivo General	3
0.2. Objetivos Específicos	4
0.3. Método de Trabajo	5

PARTE I MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I: PRODUCTOS EFE, S.A.

1.1. Reseña Histórica	9
1.2. Misión de PRODUCTOS EFE	11
1.3. Visión de PRODUCTOS EFE como parte de Empresas Polar	12
1.4. Principios y Valores	13
1.5. Organización de la Empresa	14
1.6. Tipos de Productos	18

CAPÍTULO II: Refrigeración

2.1. Concepto	20
2.2. Sistema de Refrigeración por Compresión	22
2.3. Compresores	23
2.4. Lubricación de Compresores Reciprocantes	25
2.5. Condensadores	26
2.6. Evaporadores	27
2.7. Dispositivos de Control de Flujo	29
2.8. Accesorios más comunes de los Sistemas de Refrigeración	30
2.9. Sistema de Deshielo	31
2.10. Recuperación y Reciclaje de Refrigerantes	32

CAPÍTULO III: Mantenimiento

3.1. Concepto	36
3.2. Funciones Básicas del Mantenimiento	37
3.3. Tipos de Mantenimiento	38
3.4. Beneficios de un Mantenimiento Oportuno	40
3.5. Tareas de Mantenimiento	41
3.6. Planes de Mantenimiento	43
3.7. Parámetros involucrados en el Mantenimiento	44
3.7.1. Confiabilidad	45
3.7.2. Mantenibilidad	49
3.7.3. Disponibilidad	50
3.8. Confiabilidad Operacional	51
3.9. Herramientas de Confiabilidad Operacional	54
3.9.1. Análisis de Criticidad	55

3.9.2. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad	58
3.9.3. Análisis de Modos y Efectos de Fallo	61
3.9.4. Análisis de Árbol de Falla	63
 CAPÍTULO IV: HIGIENE Y SEGURIDAD	
4.1. Equipos de Seguridad	66
4.2. Primeros Auxilios	81
 CAPÍTULO V: SAP	
5.1. Descripción General	82
5.2. SAP R/3	83
5.3. Módulos de SAP	85
5.3.1. Área de Finanzas	85
5.3.2. Área de Logística	87
5.3.3. Área de Gestión de Recursos Humanos	90
5.3.4. Área de Funciones Multiaplicaciones	91
5.4. Módulo PM del Sistema SAP R/3	92
5.4.1. Equipo	96
5.4.2. Ubicación Técnica	99
5.4.3. Lista de Materiales	102
5.4.4. Puesto de Trabajo	103
5.4.5. Hoja de Ruta	104
5.4.6. Aviso de Mantenimiento	106
5.4.7. Órdenes de Mantenimiento	107

PARTE II

CÁLCULOS Y RESULTADOS

CAPÍTULO VI: Parámetros de Confiabilidad y Mantenibilidad

6.1.	Capacidad de Gestión de Mantenimiento	113
6.2.	Análisis de Criticidad	129
6.3.	Confiabilidad y Frecuencia de Mantenimiento	132
6.4.	Mantenibilidad, Tiempos Fuera de Servicio y Disponibilidad	143
6.5.	Plan de Mantenimiento	147
6.6.	Formatos de Inspección	154
6.7.	Formatos de Control	157

CAPÍTULO VII: Equipos de Recuperación de Refrigerante

7.1.	Selección de Equipos de Recuperación	160
------	--------------------------------------	-----

CAPÍTULO VIII: Equipos de Seguridad

8.1.	Selección de Equipos de Seguridad	168
8.2.	Primeros Auxilios	171

CAPÍTULO IX: Aplicación del Módulo PM en Productos EFE

9.1.	Definición de Objetos Técnicos	172
9.1.1.	Ubicación Técnica	173
9.1.2.	Equipo	176
9.1.3.	Lista de Materiales	178
9.1.4.	Hojas de Ruta	182
9.1.5.	Puesto de Trabajo	189

9.2. Gestión de Mantenimiento	193
9.2.1. Aviso de Mantenimiento	195
9.2.2. Orden de Mantenimiento	196
9.2.3. Historial de Mantenimiento	202
Conclusiones	204
Recomendaciones	207
Bibliografía	209
Anexos	212
Glosario	230

ÍNDICE DE FIGURAS

0.1.	Contribuciones de un Equipo en diferentes estados	3
1.1.	Organigrama Empresas Polar.	14
1.2.	Planta Chacao	15
1.3.	Organigrama Productos EFE, S.A.	16
1.4.	Organigrama de la Superintendencia de Equipos de Venta.	17
1.5.	Línea Novelty.	19
1.6.	Línea Familiar.	19
1.7.	Línea Institucional.	19
2.1.	Ciclo de Refrigeración	22
2.2.	Compresor Alternativo	24
2.3.	Válvulas	24
2.4.	Compresor Semi-Hermético	25
2.5.	Unidad Condensadora	27
2.6.	Evaporador	28
2.7.	Dispositivos de Control de Flujo	29
2.8.	Válvula de Expansión Termostática Tipo Diafragma.	30
2.9.	Máquina para Recuperar Refrigerante	33
2.10.	Máquina para Reciclar Refrigerante	33

3.1.	Curva de la Bañera	52
3.2.	Pregunta de un Mantenimiento Centrado en Confiability	58
4.1.	Partes de un Calzado de Seguridad	69
4.2.	Riesgos que a los que puede estar expuesto el pie del trabajador	70
4.3.	Lentes de Protección	71
4.4.	Pantallas de Protección	71
4.5.	Riesgos a los que puede estar expuesto el ojo del trabajador	72
4.6.	Partes de una Máscara para Soldar	73
4.7.	Riesgos a los que puede estar expuesta la mano del trabajador	74
4.8.	Guante	74
4.9.	Protectores Auditivos	75
4.10.	Riesgos a los que puede estar expuesto el oído del trabajador	76
4.11.	Protectores de Vías Respiratorias	77
4.12.	Riesgos a los que pueden estar expuestas las vías respiratorias del trabajador	78
4.13.	Partes de un Casco	79
4.14.	Riesgos a los que puede estar expuesta la cabeza del trabajador	80
5.1.	Módulos de SAP R/3	85
5.2.	Jerarquía de Equipos	98
6.1.	Porcentaje Obtenido por cada área	115
6.2.	Resultados de Criticidad	132

6.3.	Gráfica de Weibull del Compresor	135
6.4.	Linealización de la gráfica de Weibull para el compresor	137
6.5.	Gráfica de Gumbel para el Compresor	144
7.1.	Máquina Trasegadora de Refrigerante	161
7.2.	Cilindro	162
7.3.	Detector de Fugas	162
7.4.	Juego de Manómetros con sus mangueras	163
7.5.	Accesorios	163
8.1.	Botas con Punta Metálica	169
8.2.	Guantelete	169
8.3.	Máscara para Soldar	170
8.4.	Faja	170
9.1.	Ejemplo de la Jerarquía de los Equipos pertenecientes a las Cavas de Almacenamiento de Productos EFE	173
9.2.	Gestión de Mantenimiento	194

ÍNDICE DE TABLAS

0.1.	Método de Trabajo	5
3.1.	Tabla de Criticidad	53
5.1	Organización de una Empresa con Planificación Centrada de Mantenimiento con Varios Centros de Emplazamiento	94
5.2.	Organización de una Empresa con Planificación Descentralizada de Mantenimiento	94
5.3.	Organización de una Empresa con Planificación de Mantenimiento Parcialmente Centralizada	95
5.4.	Significado de los Términos del Indicador de Estructura	100
6.1.	Deméritos por área incurridos en la empresa	119
6.2.	Ficha de Evaluación	127
6.3.	Formato de Entrevista de Criticidad	131
6.4.	Resultados del Análisis de Criticidad	131
6.5.	Parámetros de Weibull.	138
6.6.	Tiempo Medio Entre Fallas y Tasa de Fallos	140
6.7.	Desviación Estándar.	141
6.8.	Fiabilidad.	142
6.9.	Fiabilidad para el Menor Tiempo Entre Fallas.	142
6.10.	Parámetros de Gumbel y Tiempo Promedio Fuera de Servicio.	145

6.11.	Mantenibilidad.	146
6.12.	Disponibilidad.	147
6.13.	Plan de Mantenimiento para las Cavas de Refrigeración de Productos EFE	149
6.14.	Procedimiento para los Compresores de las Cavas de Refrigeración de Productos EFE	153
6.15.	Formato de Inspección	155
6.16.	Formato de Control	158
6.17.	Proceso de Control	159
7.1.	Especificaciones Técnicas de la máquina trasegadora	161
7.2.	Especificaciones Técnicas del cilindro	161
7.3.	Especificaciones Técnicas del detector de fuga.	162
7.4.	Especificaciones Técnicas del juego de manómetros	162
8.1.	Algunas acciones que deben tomarse en caso de accidentes	171

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Refrigerante R-408 A	212
Anexo B: Norma COVENIN 2500-93 1ª Revisión	214
Anexo C: Gráficas de Weibull	217
Anexo D: Ley de Weibull	223
Anexo E: Gráficas de Gumbel	225
Anexo F: Presupuesto INGARSICA	229

INTRODUCCIÓN

De los sistemas creados por el hombre, la característica más importante es su capacidad inherente para desempeñar una función específica, es decir, su funcionalidad. Sin embargo, no solo se espera que un sistema dado sea funcional, sino también que satisfaga unas prestaciones específicas, entendiendo por prestaciones a aquellos requisitos que el sistema debe satisfacer mientras realiza sus funciones, por ejemplo: tamaño, volumen, forma, capacidad, velocidad, eficiencia, etc.

Para la satisfacción de las necesidades, se deben reunir los aspectos de funcionalidad, prestaciones y condiciones operativas a fin de obtener una imagen completa del sistema que satisfaga la necesidad. Todos esto puede resumirse en un solo término, introducido por Knezevic ⁽¹⁾, Funcionabilidad, que no es otra cosa que “la capacidad inherente de un elemento o sistema para desempeñar una función requerida”.

A pesar de que un sistema sea funcionable al inicio de su vida operativa, es sabido que durante su operación, se producirán algunos cambios irreversibles debido a procesos tales como: corrosión, abrasión, acumulación de deformaciones, etc.

Con frecuencia, estos procesos se superponen e interactúan entre sí generando cambios en el comportamiento del sistema. Esta desviación de la conducta con respecto a la esperada se considera un fallo del sistema.

El término fallo, según Knezevic⁽²⁾, se define como: “suceso cuya realización provoca o bien la pérdida de capacidad para realizar las funciones requeridas, o bien la pérdida de la capacidad para satisfacer los requisitos especificados”. Otro concepto es el introducido por: Heizer y Render⁽³⁾, “Un fallo es el cambio en un producto o sistema desde una condición de trabajo satisfactoria a una condición que está por debajo de un estándar aceptable”.

Para efectos de este trabajo, se definirá como fallo al deterioro de cualquier componente o parte del sistema que evite o impida su funcionamiento normal. Sin importar las razones de su origen, un fallo generará la transición del sistema desde su estado satisfactorio a un nuevo estado insatisfactorio, conocido como estado de fallo.

Existen sistemas en los que una transición al estado de fallo implica su desincorporación. A estos sistemas se les conoce como No Recuperables, ya que es imposible devolverles su capacidad de realizar una función. De igual manera, existen sistemas cuya funcionabilidad puede ser recuperada, estos se conocen con el nombre de Sistemas Recuperables. Para que un sistema recupere su funcionabilidad, es necesario realizar unas tareas específicas conocidas como “tareas de mantenimiento”.

Desde el punto de vista de la funcionabilidad, un sistema recuperable fluctúa entre el estado funcional y el estado de fallo durante su vida operativa hasta su desincorporación, con la ayuda de Planes de Mantenimiento.

Para los usuarios o dueños de los equipos, es importante poseer la información sobre las características que definen la forma de su perfil de funcionalidad, ya que la razón principal para la adquisición y mantenimiento de cualquier equipo es que cumpla con una función determinada. Esta afirmación puede representarse gráficamente como la figura 0.1. donde el signo positivo muestra una fase de

ganancia económica en todos los equipos que generan ingresos, tales como aviones comerciales, trenes, taxis, fábricas de helado, etc.

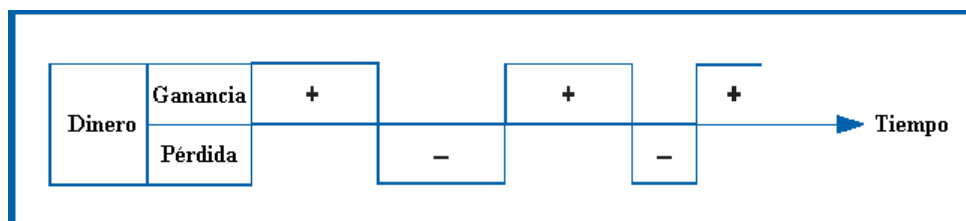


Figura 0.1. Contribuciones de un Equipo en diferentes estados

Esta realidad, ha llevado a Productos EFE a implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo, con el cual satisfacer las necesidades de la empresa. Para ello, se quiere implementar algún software que ayude a organizar y estructurar la gestión de mantenimiento.

Dentro del mercado, existen diversos paquetes de aplicaciones (software) que pueden ser empleados en el área de mantenimiento, entre ellos destaca el sistema SAP R/3, el cual se escogió como el software a ser utilizado dentro de Productos EFE.

0.1. Objetivo General

El objetivo principal de este Trabajo Especial de Grado es:

Elaborar un programa de mantenimiento preventivo para los diversos tipos cavas de refrigeración de Productos EFE utilizando el módulo de mantenimiento del sistema SAP e implementando programas de ahorro en el uso de los refrigerantes.

0.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos que derivan del objetivo general son:

1. Conocer el funcionamiento de los sistemas de refrigeración, así como todo lo referente a su mantenimiento.
2. Conocer el manejo, a nivel de usuario, del Módulo PM del sistema informático SAP (Sistem, Aplication and Products).
3. Determinar la capacidad de gestión de la empresa en lo que respecta al mantenimiento.
4. Describir y estandarizar las actividades del plan de mantenimiento preventivo y el tiempo que requiere cada actividad, así como la periodicidad del mismo.
5. Elaborar los formatos de inspección del mantenimiento preventivo de la cava (compresor, condensador, controlador de flujo, difusor, dispositivos auxiliares).
6. Implementar programas de ahorro de refrigerante (reciclaje).
7. Realizar e implementar un proceso de control de fallas, envío, recepción y cumplimiento de la garantía de la empresa contratista en la reconstrucción de los compresores semi-herméticos.

0.3. Método de Trabajo

Objetivo Especifico	Metodología
1	Se recopilará y estudiará información sobre el funcionamiento de los sistemas de refrigeración y su mantenimiento, haciendo hincapié en los equipos y/o modelos que posee la empresa. Para ello se recurrirá a manuales de los diferentes fabricantes, paginas web y textos en general.
2	Se recopilará toda aquella información referente al sistema informático SAP, con el que cuenta la compañía.
3	Para determinar la capacidad de gestión de la empresa se aplicará la norma COVENIN 2500-93 “Manual para evaluar los sistemas de Mantenimiento en la Industria”. Para ello se entrevistará al personal directivo de Productos EFE, a fin de efectuar un análisis de los aspectos cualitativos recogidos en la norma, los cuales son: (1) Organización de la empresa. (2) Organización de la función de mantenimiento. (3) Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento. (4) Competencia del personal. Debido a que el resultado numérico de esta evaluación solo es comparable a empresas del mismo ramo, igual numero de empleados y nivel de productividad, no se tiene un Estándar de comparación, sin embargo, Productos EFE estableció una escala evaluativa para determinar las fortalezas y debilidades dentro de la organización. Esta se tomará a partir de la puntuación porcentual (PP) a) $PP \geq 75\%$ Área Fuerte, debe mantenerse la política actual. b) $50\% \geq PP > 75\%$ Área Media, debe cambiar o mejorar la política

	actual. c) $PP < 50\%$ Área Débil, debe prestarse especial atención a estas áreas.
4	Se procederá hacer un inventario de la ubicación de las cavas, para posteriormente, visitar los diferentes DINES o Sucursales donde se encuentren emplazadas y tomar registros de: dimensiones de las cavas, marcas y modelos de cada elemento que componga al sistema de refrigeración. De igual manera, se registrará el nombre y teléfono de la persona encargada de dicha cava. Para establecer los equipos que requieren de mayor atención a la hora de elaborar el plan de mantenimiento, se empleará el “Análisis de Criticidad”. Para determinar la periodicidad del mantenimiento, se recopilará la data de fallas presentadas por los equipos en los últimos meses y luego se calcularán los diferentes parámetros de confiabilidad y mantenibilidad, empleando para ello gráficas de Weibull y gráficas de Gumbel. Posteriormente se determinarán los tiempos promedios entre falla, tiempos fuera de servicio y tiempos de reparación. Para concretizar las actividades de mantenimiento, se emplearán como herramientas los métodos de “Análisis de Modos y Efectos de Falla” y el “Análisis de Árbol de Falla”. De igual forma, con la información recopilada de los manuales y entrevistas realizadas al personal técnico se procederá a estructurar las actividades que conformarán el plan de mantenimiento. Además, se recopilará información sobre Higiene y Seguridad Industrial, para determinar los posibles riesgos a los que esté expuesto el trabajador con el fin de seleccionar el equipo de protección que se adapte más a las necesidades del mismo, basados en las actividades de mantenimiento y las condiciones del lugar de trabajo.

	Una vez recopilada la información sobre los equipos a mantener, se ingresará la misma en el módulo PM de SAP/R3, con ayuda de los manuales de usuario.
5	Conocidas las fallas más comunes que presentan las cavas y sus componentes, se elaborará un formato en el cual se reporte las condiciones generales en que se encuentre el equipo. Para ello, se entrevistará al personal encargado de reportar las fallas, así como al encargado de archivar y analizar la información.
6	Se solicitará asesoramiento al Fondo Venezolano de Reconversión Industrial y Tecnológica (FONDOIN), sobre todo lo referente al programa de Reconversión Industrial en cuanto al reciclaje de refrigerantes.
7	Se registrará y estudiará el procedimiento actual para el envío y recepción de los compresores reparados. Modificar aquellos aspectos del procedimiento que perjudiquen la eficiencia de los trámites. Realizar entrevistas con la empresa contratista, a fin de establecer dentro del formato un control de fallos y cumplimiento de garantía.

Tabla 0.1. Método de Trabajo

PARTE I:
MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I

PRODUCTOS EFE, S.A.

1.1. Reseña Histórica

En 1926, el señor Alberto Espinoza Blanco y su señora Mila Fernández de Espinoza, fundan una empresa bajo la firma de “Fabrica de Helados EFE”. En sus inicios solamente contaban con una máquina de fabricar popciclos, con seis moldes que producían doce palitos cada uno para un total de cuarenta y ocho helados.

Para vender el producto, construyeron un carrito de madera con ruedas pintado de blanco y un cartón con corcho como aislante, en el que pintaron con letras rojas “EFE”, cuyas siglas vienen de los apellidos Espinoza Fernández (las dos primeras letras) y la tercera corresponde al apellido de su primer hijo Alberto, que para aquel entonces contaba con un año de edad. Para 1931, el negocio ya contaba con 12 carritos y 2 motocicletas.

En 1941, se da la oportunidad de trabajar con leche achocolatada, lo que ocasiona un crecimiento indetenible para la empresa. Este crecimiento hace que la empresa comience a tomar forma de factoría, obligándola a estar mudándose constantemente.

Para 1946, EFE pasa a ser una Sociedad Anónima y a partir de los años 50 se incorporan otros accionistas y se incrementa el capital social de la empresa significativamente, por lo que la empresa se inscribe en la Bolsa de Valores de Caracas.

En 1956, 30 años después de su fundación, se inaugura la Planta ubicada en la calle Adrián Rodríguez de Chacao, denominada en aquel entonces “La Marchantica”, la cual se hace muy popular al incorporar camionetas con música de campanitas que anunciaban su llegada.

Hacia 1978, la presidencia de EFE es asumida por Lorenzo Fernández, quien con un enfoque revolucionario propone a la Junta directiva mayor participación en la administración de la empresa, la cual toma forma de un cuerpo colegiado y lideró un proceso de organización interna, a través del cual se estructuraron las gerencias de Finanzas, Administración, Planificación Estratégica, Proyectos y Recursos Humanos.

En Agosto de 1987, Productos EFE pasa a formar parte de Empresas Polar, con un alto nivel tecnológico, el cual fue afianzado en 1995 con la adquisición de una planta extrusora que permite innovar con las más diversas formas y agregados en cuanto helados se refiere.

Hasta 1998, Empresas Polar tenía en cada planta una empresa independiente, la cual requería estados de resultados independientes. Con la toma de decisión de integrar las plantas por tipo de negocio, el grupo de compañías que conformaban el área de Alimentos (Remavenca, Promasa, Promasa Colombia, Mazorca, Promabasa, Proinmasa, Corina, Provenaca, Mosaca, Productos EFE, Promesa, y Rotoven) quedaron concentradas en seis compañías: Remavenca, Promesa, Corina, Mosaca, Rotoven, y EFE.

Productos EFE S.A. es una empresa líder en su segmento, con una larga trayectoria en Venezuela, una participación de más del 55% de mercado y una capacidad instalada de 30 millones de litros anuales de helados.

Opera con una amplia red de distribución, proceso delicado porque se trata de mantener el producto a bajas temperaturas (25 grados centígrados bajo cero).

Gandolas, camiones-cava, carritos y equipos de refrigeración, entre otros, integran una cadena de eficiencia cuyo mejor aval es mantener el helado con un nivel óptimo de congelación hasta su llegada al consumidor.

En la actualidad, Productos EFE cuenta con 110 Cavas para la refrigeración de sus productos (helados) a nivel nacional. Estas cavas se encuentran ubicadas en las Sucursales y Agencias de Venta repartidas en todo el territorio nacional, las cuales son:

- ❖ En la Gran Caracas: Guarenas, Guatire, Valles del Tuy, Los Teques y Litoral Central: Sucursal Área Metropolitana.
- ❖ En Oriente: Sucursal Barcelona, Agencia Porlamar; Sucursal San Félix.
- ❖ En el Centro: Sucursal Maracay, Sucursal Barquisimeto.
- ❖ En el Occidente: Sucursal San Cristóbal, Agencia El Vigía; Sucursal Maracaibo, Agencias Cabimas y Punto Fijo.

1.2 Misión de PRODUCTOS EFE

“Satisfacer eficaz y eficientemente las necesidades del público consumidor de helados y otros productos alimenticios congelados, así como también proveer,

fabricar y comercializar productos y servicios directamente relacionados con éstos y aquellos que requieren de refrigeración, dentro de un compromiso formal adquirido de:

- ❖ Ofrecer a las personas e instituciones que aporten recursos financieros a la empresa, la máxima garantía de su inversión y adecuado rendimiento para la misma.
- ❖ Mantener en todo momento una posición de liderazgo con nivel óptimo de calidad dentro de sus respectivos segmentos del mercado, para todos los productos, equipos y servicios que ofrezca a la empresa.
- ❖ Propiciar un ambiente de trabajo que permita atraer y retener en todos los niveles Jerárquicos de la organización, al personal más capacitado para desempeñar las funciones asignadas a cada uno de los cargos.
- ❖ Cumplir estrictamente todas las obligaciones impuestas por las leyes del país y por los contratos que suscriba la empresa, así como también las que asuma voluntariamente en virtud de los postulados de justicia y responsabilidad social.
- ❖ Contribuir, en la medida de lo posible, al desarrollo integral del país y al perfeccionamiento y fortalecimiento del sistema económico que se fundamente en la libre empresa”.

1.3 Visión de PRODUCTOS EFE como parte de Empresas Polar:

PRODUCTOS EFE, como Empresa Polar, para el año 2005 tiene previsto:

“Ser una corporación líder en alimentos y bebidas, tanto en Venezuela como en los mercados de América Latina, donde participará mediante adquisiciones y alianzas estratégicas que aseguren la generación de valor para los accionistas. Estando orientada al mercado con una presencia predominante en el punto de venta y

un completo portafolio de productos y marcas de reconocida calidad. Promoviendo la generación y difusión del conocimiento en las áreas comercial, tecnológica y gerencial. Seleccionando y capacitando al personal con el fin de alcanzar los perfiles requeridos, logrando un pleno compromiso con los valores de Empresas POLAR y ofreciendo las mejores oportunidades de desarrollo”.

1.4. Principios y Valores:

PRODUCTOS EFE S.A. consciente de la responsabilidad que como empresa privada tiene ante el país y basada en una firme motivación por acentuar la solidez como empresa de reconocido prestigio en el ámbito nacional, fundamenta su actuación en el apego riguroso a los principios y valores éticos que determinan y garantizan la probidad de su conducta:

- ❖ Honestidad e integridad en la actuación como individuos y como empresa.
- ❖ Ética, equidad y transparencia en el ejercicio de las funciones y en el cumplimiento de los compromisos adquiridos por la empresa.
- ❖ Respeto, lealtad y consideración hacia el ser humano y hacia la familia.
- ❖ Reconocimiento del mérito, la mística y la orientación al trabajo en equipo, al servicio, al aprendizaje proactivo y al logro de la excelencia.
- ❖ Conservación del medio ambiente en el cual se opera.

1.5. Organización de la Empresa:

Productos EFE S.A., forma parte de la Unidad Estratégica de Negocios de Empresas POLAR, más específicamente, a la UEN de Alimentos, quien a su vez se divide en cinco grandes grupos:

- ❖ Gerencia de Negocio Maíz, Avena, Bebidas.
- ❖ Gerencia de Negocio Pasta, Arroz.
- ❖ Gerencia de Negocio Salsas Untables, Aceites.
- ❖ Gerencia de Negocio Congelados, Refrigerados, Enlatados.
- ❖ Gerencia de Negocio Postres y Helados.

Es a esta última división a la cual pertenece Productos EFE.

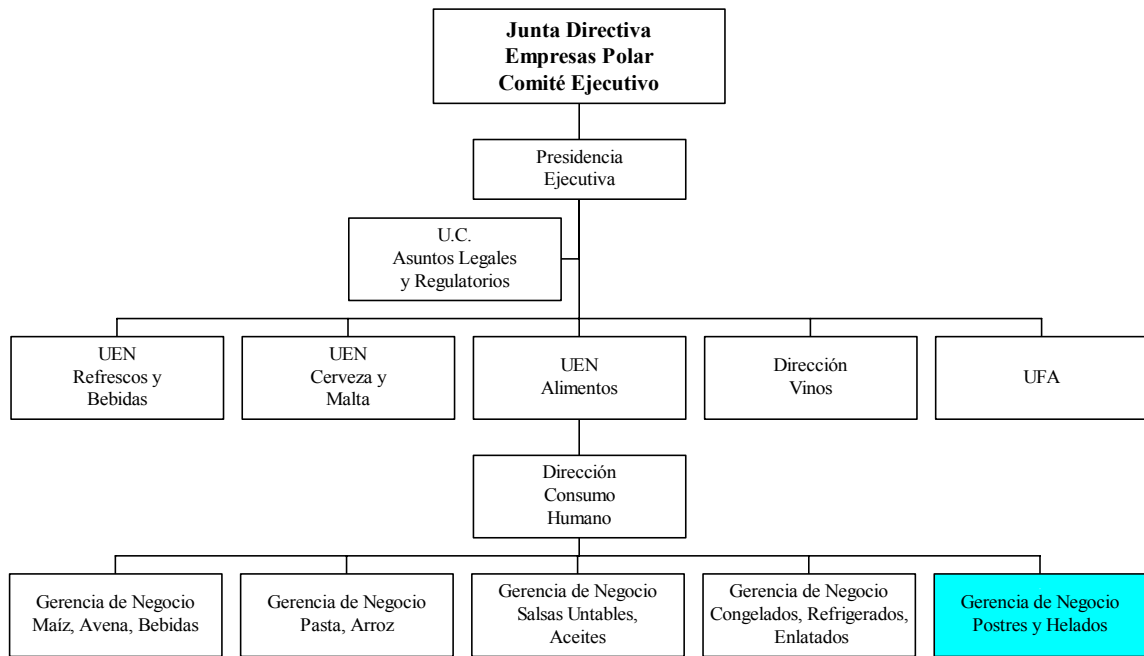


Figura 1.1. Organigrama Empresas Polar.

La planta principal de Productos EFE está ubicada actualmente en la Calle Adrián Rodríguez de Chacao y posee 9 filiales de distribución más otros distribuidores independientes, lo cual totaliza alrededor de 250 centros de distribución nacional.



Figura 1.2.Planta Chacao.

Las unidades que conforman la Gerencia de Negocio de Postre y Helados son: Gerencia Nacional de Ventas, Gerencia de Manufactura, Gerencia de Desarrollo y calidad, Gerencia de Categoría, Gerencia Técnica, Gerencia de Recursos Humanos y Contraloría, tal como se aprecia en el siguiente organigrama.

PRODUCTOS EFE S.A.

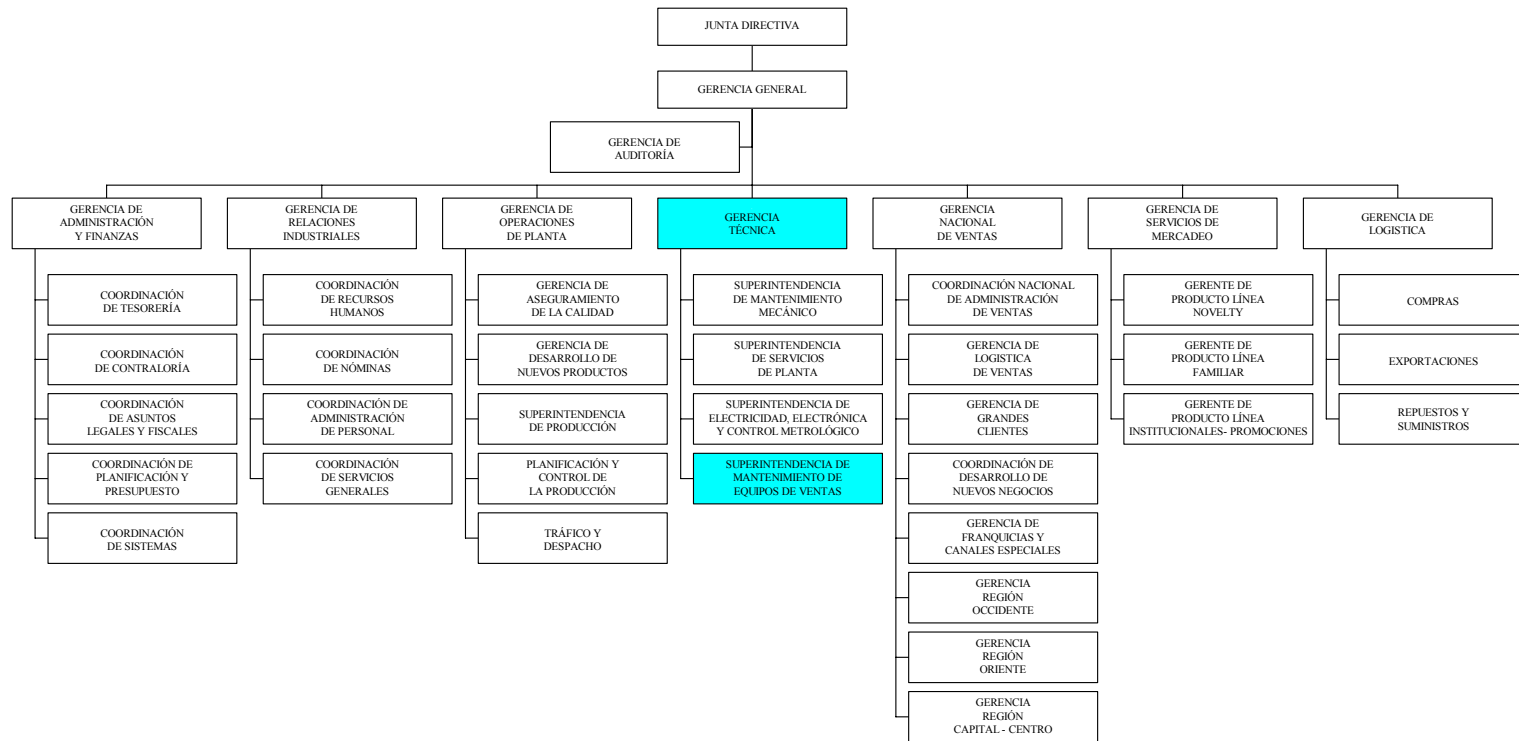


Figura 1.3. Organigrama Productos EFE, S.A.

El objetivo principal de la Gerencia Técnica, es garantizar el óptimo funcionamiento de la infraestructura de Productos EFE, mediante la implementación de una política definida de calidad, para la selección, instalación, mantenimiento y conservación de los equipos, sistemas y edificaciones de la empresa, con el fin de asegurar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad de los mismos.

La Superintendencia de Mantenimiento de Equipos de Venta se encarga de mantener operativos todos los equipos que intervienen en el proceso de venta de los productos EFE, ya sea en la etapa de distribución (vehículos), almacenamiento de helados (cavas y neveras) y equipos de venta menor (carritos, cremeras, bicicletas de reparto entre otros). Esta Superintendencia a su vez se divide en: Supervisión Automotriz, Jefatura Taller Central de Mantenimiento, Supervisión de Movimientos de Equipos de Venta, Supervisión de Refrigeración Gran Caracas y Supervisión de Control de Activos, tal como se muestra en el siguiente organigrama

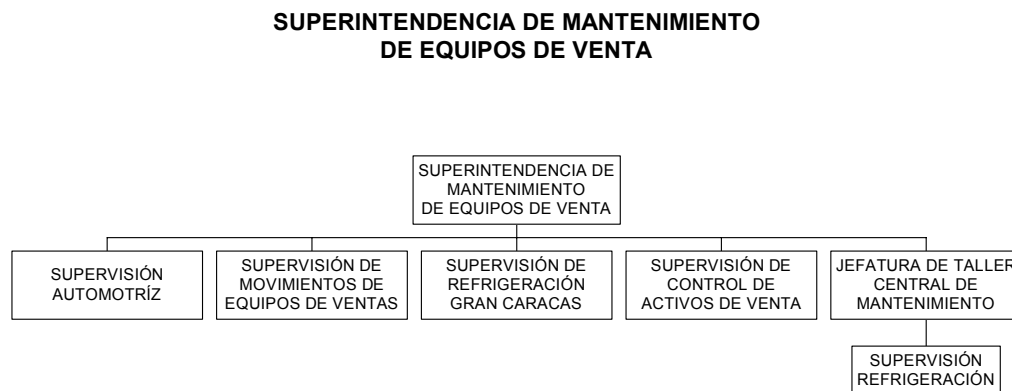


Figura 1.4. Organigrama de la Superintendencia de Equipos de Venta.

La Jefatura Taller Central de Mantenimiento garantiza el buen funcionamiento de los equipos de venta mediante un mantenimiento preventivo y correctivo, con el fin de disminuir su nivel de fallas e incrementar la vida útil de los mismos. Las

actividades desarrolladas por el Taller Central de Mantenimiento, se llevan a cabo en la Supervisión de Refrigeración.

La Supervisión de Movimientos de Equipos de Venta garantiza y coordina el traslado de los equipos de ventas a nivel nacional desde la Planta Chacao y Guarenas II a las diferentes Distribuidoras Propias Autorizadas (DPA).

La Supervisión de Refrigeración Gran Caracas garantiza el buen funcionamiento de los equipos de venta y vela por el mantenimiento correctivo y preventivo de los mismos en toda la zona de Gran Caracas, así como también da apoyo técnico a nivel nacional a todas las DPA que requieran de sus servicios.

La Supervisión de Control de Activos de Venta garantiza la ubicación de los equipos de venta mediante un número de identificación que permite conocer el lugar exacto en el cual se encuentra dicho equipo. Además, proporciona apoyo a todas las DPA ubicadas a nivel nacional y al Taller Central de Mantenimiento Guarenas II, en lo que concierne a procesos de envíos, retiros, transferencias, desincorporaciones y botes de equipo de venta.

1.6. Tipos de productos

La empresa ofrece a su clientela, un producto alimenticio de sabor dulce, obtenido a partir de una mezcla de agua e ingredientes que forman una emulsión de grasa y proteínas, cuando contiene productos lácteos, o simplemente una solución cuando está compuesta por elementos no grasos, y es sometida a congelación y se

distribuye y consume en este estado. Por ser una empresa de consumo masivo, esta dirigido a todo público, sin embargo, existen segmentaciones de productos para cada uno de los diferentes targets:

- ❖ Línea Novelty: son helados presentados en porción individual que generalmente se encuentran en los carritos de helados, su target principal son los niños y jóvenes. Ofrece más de 30 presentaciones y ocupa 70% del renglón de ventas.



Figura 1.5. Línea Novelty.

- ❖ Línea Familiar: son helados que se presentan en ½ litro, 1 litro y hasta 2 litros. Están ubicados generalmente en las neveras de automercados, panaderías, abastos, etc. Su target principal son las amas de casa.



Figura 1.6. Línea Familiar.

- ❖ Línea Institucional: Son helados que se encuentran en presentaciones denominadas copa número 5 y número 10, dirigidos al consumo industrial y comercial, siendo sus principales clientes: Restaurantes, Heladerías y Locales de comida rápida entre otros.



Figura 1.7. Línea Institucional.

Actualmente, la empresa ha dado a conocer su nueva línea de siropes, que viene en tres diferentes sabores: Dulce de Leche, Fresa y Chocolate.

CAPÍTULO II

REFRIGERACIÓN

2.1. Concepto

La refrigeración es la rama de la ciencia que trata con los procesos de reducción y mantenimiento de la temperatura de un espacio o materia a una temperatura menor que la de sus alrededores; dicho de otra manera, la refrigeración es aquel proceso mediante el cual se elimina calor.

El término refrigerante, se refiere a todo aquel fluido que se utiliza para transmitir el calor en un sistema frigorífico y que absorbe calor a bajas temperatura y presión, y lo cede a temperatura y presión más elevadas, generalmente con cambios de estado del fluido.

El código de seguridad para la refrigeración mecánica de la ANSI (American National Standards Institute) clasifica los refrigerantes en tres grupos en lo que se refiere a seguridad en su manejo. La clasificación abarca tanto toxicidad como inflamabilidad:

- ❖ Refrigerantes Grupo Primero
- ❖ Refrigerantes Grupo Segundo
- ❖ Refrigerantes Grupo Tercero

Los Refrigerantes Grupo Primero, comprenden aquellos refrigerantes que no son combustibles y que poseen una acción tóxica muy pequeña o nula. En cambio los Refrigerantes Grupo Segundo son aquellos refrigerantes tóxicos o corrosivos, o que al combinarse con el aire, en una porción de 3,5% o más en volumen, pueden formar una mezcla combustible o explosiva. Los Refrigerantes Grupo Tercero, tienen como característica que al combinarse con el aire en proporción inferior al 3,5% en volumen, pueden constituir una mezcla combustible o explosiva.

Antiguamente, era común emplear los refrigerantes halogenados (CFC) para aplicaciones de refrigeración, ya que éstos brindaban el mejor rendimiento; sin embargo, estos refrigerantes se caracterizan por ser letales para la capa de ozono. Con la nueva onda ambientalista, se concluyó que era necesario el reemplazo de este fluido por otro que brindase un rendimiento similar, pero que no dañase el ambiente.

El protocolo de Montreal y sus revisores, limitan y fijan el final de la producción de los CFC, por tanto la adaptación permite alargar la vida de las instalaciones más allá del cese de la fabricación de los CFC.

Productos EFE, dentro de sus cavas de refrigeración y almacenamiento, antiguamente empleaba amoníaco como refrigerante, pero éste fue sustituido por el refrigerante R-408A (FX10). Este refrigerante es el resultado de mezclar los refrigerantes R-143A, R-22 y R-125 y se considera una sustancia de transición, es decir, es una sustancia química cuyo uso se autoriza como sustituto de sustancias que destruyen el ozono, pero solamente con carácter temporal debido al potencial de agotamiento de ozono (PAO) o la toxicidad de la sustancia.

2.2. Sistema de Refrigeración por Compresión

Los sistemas de refrigeración por compresión de vapor, están conformados básicamente por cuatro elementos o componentes: dispositivo de expansión, evaporador, compresor y condensador.

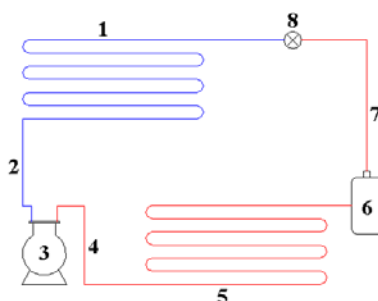


Figura 2.1 Ciclo de Refrigeración. (1) Evaporador, (2) Línea de Succión, (3) Compresor, (4) Línea de Descarga, (5) Condensador, (6) Receptor de Líquido, (7) Línea de Condensado, (8) Dispositivo de Expansión.

El proceso consiste en que el refrigerante en estado líquido entra al dispositivo de expansión, como éste tiene una abertura estrecha, provoca que el fluido pierda mucha presión, hasta alcanzar una presión por debajo del punto de saturación, por lo que parte del refrigerante se vaporiza inmediatamente. A la salida del dispositivo de expansión se tiene que el refrigerante es una mezcla líquido-gas.

Dicha mezcla, entra al evaporador donde aumenta su temperatura absorbiendo calor del medio a refrigerar. Del evaporador sale el refrigerante en estado gaseoso y entra al compresor, donde aumenta su presión (hasta alcanzar la presión a la que entra al dispositivo de expansión) y temperatura. El compresor requiere de trabajo y éste procede de un motor eléctrico o una máquina que mueva al compresor. Dicho trabajo contribuye a aumentar la energía almacenada por el vapor comprimido, traduciéndose en elevación de la temperatura a la salida.

Al salir del compresor, el refrigerante se encuentra como vapor sobrecalentado y entra al condensador, donde por la parte exterior de la tubería fluye aire o agua. El calor fluye a través de las paredes de la tubería del refrigerante al aire o agua que se encuentra a una temperatura inferior. Cabe mencionar que el refrigerante puede salir como un líquido saturado o sub-enfriado.

La tubería que va desde el evaporador hasta el compresor se llama línea de succión, la tubería que va del compresor al condensador se llama línea de descarga o línea de gas caliente, la tubería que va del condensador al recibidor de líquido se llama línea de condensado y la tubería que va desde el recibidor a la válvula de expansión se llama línea de líquido.

2.3. Compresores

Un compresor es un elemento mediante el cual se aumenta la presión de un fluido gaseoso. Para el caso particular de los compresores empleados en sistemas de refrigeración, la función principal es aumentar la presión de vaporización, hasta la presión a la cual el gas puede ser condensado. Además, proporciona la energía necesaria para vencer la fricción de la tubería y así generar la recirculación del fluido, entre otras cosas.

Los compresores son usualmente clasificados en tres tipos: Alternativos o Reciprocantes, Rotatorios y Centrífugos. Dentro de los sistemas de refrigeración de las cavas de almacenamiento de Productos EFE se emplean compresores alternativos; los cuales se componen de pistones, cilindros, bielas, eje de transmisión y válvulas. El cuerpo del compresor puede construirse de una o dos partes de hierro fundido, acero fundido o en algún caso de aleaciones de aluminio.



Figura 2.2. Compresor Alternativo

Varían en tamaño, desde los que tienen un solo cilindro los que poseen 16 cilindros. La disposición de los cilindros puede ser horizontal, radial o vertical y ellos pueden estar en línea, en “V” o en “W”. Normalmente, sobre cada pistón se encuentra un juego de válvulas de aspiración y de descarga alojadas en el plato de válvulas.

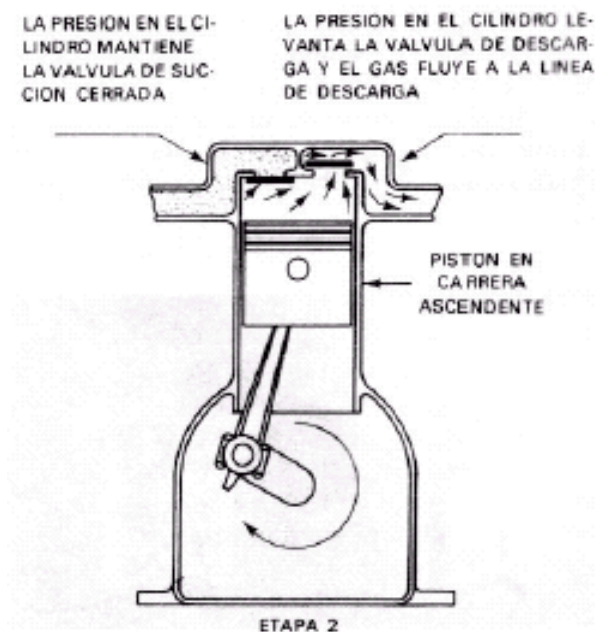


Figura 2.3: Válvulas

Estos compresores se caracterizan por requerir de un motor eléctrico para ser accionados. El motor mueve el eje de transmisión y a su vez al pistón del compresor. Cuando el pistón se mueve hacia abajo en su carrera de succión, el volumen creciente del cilindro crea una presión menor a la de la línea de succión provocando una

apertura de la válvula de succión y llenado de refrigerante gaseoso (la válvula de descarga permanece cerrada debido a que la presión en la línea de descarga es mayor), luego el pistón en su carrera hacia arriba, por su disminución de volumen en el cilindro, comprime el refrigerante aumentándole la presión por encima de la presión de la línea de descarga y provocando que se abra la válvula de descarga; es entonces cuando el gas comprimido sale hacia el condensador.

Existen tres tipos de compresores reciprocantes: abiertos, herméticos y semi-herméticos. Productos EFE emplea compresores semi-herméticos, los cuales combinan el motor en la misma carcasa del compresor, pero a diferencia de la unidad hermética, este tipo suministra acceso al compresor para reparación.



Figura 2.4. Compresor Semi-Hermético

2.4. Lubricación de Compresores Reciprocantes

Dependiendo del tamaño, diseño y fabricante del compresor, éste utilizará un método de lubricación diferente; sin embargo, estos métodos pueden agruparse en dos grandes grupos: Salpique y Alimentación Forzada.

El método de lubricación por salpique consiste en llenar el cárter de aceite hasta el nivel de las bancadas o soporte de eje, de forma tal que con cada vuelta del

cigüeñal, tanto la biela como el cigüeñal se sumergen en el aceite, haciendo que éste sea salpicado hasta las paredes del cilindro, bancadas y otras superficies en movimiento.

Por lo general, existen pequeñas cavidades en cada extremo de la carcasa del cárter sobre los soportes del eje o bancadas; dichas cavidades acumulan cierta cantidad de aceite, que posteriormente baja por acción de la gravedad hasta llegar a las chumaceras principales y a los sellos del eje. En algunos casos, las bielas tienen ranuras para hacer llegar el aceite a las bancadas o chumaceras de los pernos de las articulaciones. De igual forma, algunas bielas presentan salientes o cucharones para aumentar el efecto de la salpicadura y/o para ayudar a forzar al aceite a que pase a través de los conductos que existen en la biela.

En el método de la lubricación de alimentación forzada, el aceite es forzado a pasar a través de los tubos de aceite y/o a los conductos presentes en el eje cigüeñal y por las bielas, para hacerlo llegar a las diferentes partes móviles. Después lubricar, el aceite cae por gravedad al sumidero localizado en el cárter del compresor. El aceite circula bajo presión desarrollada por una bomba pequeña de aceite localizada en el cárter, generalmente unidas por engranes, cadenas o directas al eje.

2.5. Condensadores

El componente mayor en el sistema de refrigeración, que sigue a la etapa de compresión, es el condensador, el cual no es otra cosa que un intercambiador de calor cuya función principal es remover el calor del vapor refrigerante que sale del compresor, de manera que el refrigerante cambie a su estado líquido.

Debido a la gran variedad de condensadores, se tiene que éstos se pueden clasificar en tres grandes grupos: Condensadores enfriados por agua, Condensadores enfriados por aire y Condensadores evaporativos. Productos EFE, emplea en sus cavas de almacenamiento condensadores enfriados por aire, los cuales, como su nombre lo indica, emplean aire para disminuir la temperatura del gas refrigerante. La ubicación de los condensadores enfriados por aire es muy importante para mantener una alimentación de aire fresco constante. Normalmente, presentan aletas ampliamente espaciadas para evitar estancamiento de aire producto de la “apilación” de mugre y partículas que normalmente bloquean la libre circulación de aire.

Cuando este tipo de condensador se halla montado en la misma base que el compresor, se obtiene el conjunto llamado Unidad Condensadora. Uno de los cuidados que debe tenerse con este tipo de unidad, es que debe tener una buena entrada de aire fresco, ya que de lo contrario, se acumularía el calor producido por el compresor, el ventilador y el propio calor irradiado por el condensador, trayendo como resultado que la unidad condensadora trabaje a mayor temperatura y presión de condensación y descarga, disminuyendo así su eficiencia.



Figura 2.5. Unidad Condensadora

2.6. Evaporadores

Los evaporadores son intercambiadores de calor, cuya función principal es la de transferir calor de forma continua y eficiente de un medio que se quiere enfriar

hacia el refrigerante. Por lo general, en los evaporadores, el refrigerante fluye a través de los ductos mientras que el aire o el medio a refrigerar, fluye por el exterior de los mismos.

Cuando el refrigerante entra a los tubos, que conforman el evaporador, absorbe calor de los productos que van a ser enfriados y cuando absorbe calor de la carga empieza a hervir y se vaporiza.

Los tres principales tipos de evaporadores son de tubo descubierto, de superficie de placa y aleteados. Los dos primeros, pueden calificarse como evaporadores de superficie primaria, ya que para ambos, la superficie completa queda más o menos en contacto con el refrigerante vaporizado.

En el caso del evaporador aleteado, los tubos que conducen el refrigerante constituyen la superficie principal, las aletas en si no tienen refrigerante en su interior y por lo mismo, son superficies secundarias en la transferencia del calor, cuya función es recoger calor del aire de los alrededores y conducirlo hacia los tubos que llevan el refrigerante.

Los evaporadores de tubo y aletas, son serpentines de tubo desnudo sobre los cuales se colocan placas metálicas o aletas, las cuales sirven como superficies secundarias absorbentes de calor y tienen el efecto de aumentar el área superficial externa del evaporador, mejorándose por lo tanto la eficiencia para enfriar aire u otros gases. Este tipo de evaporador es el utilizado por Productos EFE.

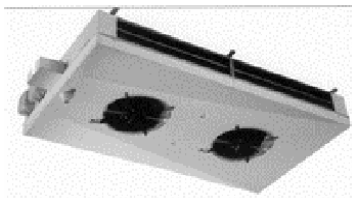


Figura 2.6. Evaporador

2.7. Dispositivo de Control de Flujo

Como su nombre lo indica, los dispositivos de control de flujo, tienen como función principal regular el paso de flujo de refrigerante líquido que alimenta al evaporador y crear una caída de presión (desde la línea de alta hasta la línea de baja).



Figura 2.7. Dispositivos de Control de Flujo

Existen diferentes tipos de dispositivos de control de flujo, entre ellos:

- ❖ Válvula de expansión automática.
- ❖ Válvula de expansión termostática.
- ❖ Válvula de expansión manual
- ❖ Tubo capilar.
- ❖ Flotador de baja.
- ❖ Flotador de alta.

La válvula de expansión termostática es la más usada en la actualidad para el control del flujo de refrigerante, debido a su alta eficiencia y a su fácil adaptación a cualquier tipo de aplicación de refrigeración. Sus componentes principales son: una aguja y asiento, un fuelle o diafragma de presión, un bulbo remoto cargado con cierto fluido el cual está abierto en el lado del fuelle o diafragma a través de un tubo capilar y un resorte, cuya tensión es ajustada por un tornillo de ajuste. (Figura 2.8)

Estas válvulas funcionan debido a la acción de tres fuerzas independientes, las cuales son: la presión en el evaporador, la presión ejercida por el resorte y la presión del fluido de potencia ubicada en el bulbo y capilar unidos al fuelle o diafragma.

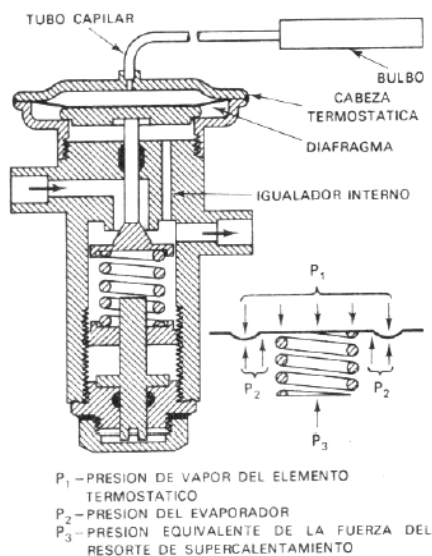


Figura 2.8. Válvula de Expansión Termostática Tipo Diafragma.

2.8. Accesorios más comunes de los Sistemas de Refrigeración

La mayoría de los accesorios instalados en los sistemas de refrigeración tienen como función el mejoramiento de la eficiencia del sistema, funciones de seguridad o funciones de servicio. Entre los accesorios más comunes se encuentran:

- ❖ Tanques Recibidores
- ❖ Termosifón
- ❖ Filtro Secador
- ❖ Separador de Aceite
- ❖ Válvula Solenoide
- ❖ Válvula de Servicio de Cierre Manual
- ❖ Válvula de Retención (Check)

- ❖ Válvula de Alivio
- ❖ Eliminador de Vibración
- ❖ Intercambiador de Calor
- ❖ Acumulador de Succión
- ❖ Indicador de Humedad y Líquido
- ❖ Tubería

2.9. Sistema de Deshielo

Uno de los problemas en los sistemas de refrigeración, es la producción de escarcha o hielo en el serpentín de los evaporadores, lo cual ocurre debido a la condensación de partículas de agua que se encuentran en el aire del cuarto refrigerado. Esta formación de escarcha se adhiere en el serpentín formando una capa “aislante” que dificulta la transferencia de calor entre al aire a refrigerar y el refrigerante líquido.

Para solucionar este inconveniente, se realizan procesos de descongelación dentro de las cavas. Dentro de los métodos de descongelación más utilizados se encuentran: Descongelación por Aire (paro de ciclo), Descongelación con Aire Caliente, Descongelación con Resistencia Eléctrica y Descongelación con Gas Caliente en este caso.

En Productos EFE, el sistema de deshielo es mediante la descongelación con resistencia eléctrica, la cual consiste en colocar el elemento de calefacción en la tubería del evaporador fijado mediante las aletas. El calor generado fluye por las aletas interiores, hasta la pared exterior del tubo, derritiendo la escarcha. Las charolas y las líneas de drenaje se calientan así mismo por medio de elementos calefactores eléctricos, para impedir que éstos se congelen

2.10. Recuperación y Reciclaje de Refrigerantes

Uno de los problemas que se presentan actualmente a la hora de manipular refrigerantes CFC y HCFC, es el daño que causan a la capa de ozono al ser liberados en el medio ambiente.

El origen del problema, se debe a que los CFC, HCFC y Halones son muy estables en la troposfera, por eso no tienen el destino de otros contaminantes atmosféricos que pueden reaccionar unos con otros, degradándose paulatinamente ó disolviéndose en las gotas de lluvia. Al no destruirse, tienen oportunidad de ser transportados por las corrientes de aire a toda la atmósfera, incluyendo la estratosfera.

Es en esta capa (la estratosfera) donde los rayos ultravioleta rompen las moléculas de CFC, HCFC y Halones, liberando sus átomos de cloro ó bromo, que tienen gran afinidad por el ozono y por los átomos de oxígeno activado que forman el ozono. Esto da como resultado una destrucción masiva de ozono que avanza rápidamente mientras las condiciones meteorológicas primaverales favorezcan la concentración de CFC sobre la Antártida. La llegada del verano, trae grandes cantidades de aire rico en ozono desde otras latitudes, estas masas de aire desplazan y renuevan el aire contaminado, subsanándose temporalmente el problema hasta la próxima primavera.

Es por ello que los métodos de prevención de perdidas de refrigerantes a base de los CFC deben formar parte de la práctica corriente de los procedimientos de operación de manejo de refrigerante.

Por esto, es importante conocer algunos conceptos (establecidos en el proyecto de la norma ISO 11650 para los sistemas de refrigeración y aire acondicionado), entre ellos:

- ❖ **Refrigerante Recuperado:** es el refrigerante que ha sido retirado de un sistema de refrigeración con la finalidad de almacenarlo, reciclarlo, regenerarlo o transportarlo.
- ❖ **Recuperación:** proceso que consiste en retirar un refrigerante en cualquier condición de un sistema de refrigeración y depositarlo en un recipiente externo sin necesariamente probarlo o someterlo a tratamiento alguno.



Figura 2.9. Máquina para Recuperar Refrigerante

- ❖ **Reciclaje:** proceso consistente en reducir los contaminantes que se encuentran en los refrigerantes usados mediante la separación del aceite, la eliminación de las sustancias no condensables y la utilización de filtros secadores de núcleo que reducen la humedad, la acidez y las partículas.



Figura 2.10. Máquina para Reciclar Refrigerante

- ❖ **Regeneración:** tratamiento del refrigerante usado para que cumpla con las especificaciones del producto nuevo, mediante procedimientos que

pueden incluir la destilación. Será necesario proceder a un análisis químico del refrigerante a fin de determinar si responde a las especificaciones apropiadas del producto.

Los refrigerantes vienen envasados tanto en recipientes desechables como en recipientes que se pueden devolver, denominados comúnmente “cilindros”. Estos cilindros se consideran recipientes a presión y, en muchos países, están sujetos a legislaciones que reglamentan el transporte y la utilización de dichos recipientes.

Dentro de los métodos utilizados en la recuperación de refrigerante, se encuentra el método “push/pull”, para el cual es necesario disponer de un cilindro de recuperación y de una unidad recuperadora. Consiste en conectar el cilindro a la válvula de vapor de la unidad de recuperación y la válvula de líquidos del cilindro de recuperación al lado correspondiente al líquido en la unidad desactivada. La unidad de recuperación aspira (pull) el refrigerante de la unidad desactivada, haciendo disminuir la presión en el cilindro de recuperación.

Por su parte, el vapor del cilindro de recuperación que ha sido aspirado por la unidad de recuperación, será empujado (push) nuevamente comprimido hacia el lado correspondiente al vapor en la unidad desactivada.

Otro método utilizado para la recuperación del refrigerante, es utilizando el compresor del sistema, en este caso, se emplea el compresor para bombear el refrigerante hasta un cilindro de recuperación enfriado, o tal vez poder utilizar sólo el cilindro de recuperación enfriado como condensador y recipiente instalándolo en la salida del compresor. El tercer método es aspirar el refrigerante utilizando para ello una bomba de vacío.

Dependiendo de la causa por la cual se extrajo el refrigerante del sistema, éste puede ser nuevamente utilizado en el mismo sistema o tratarlo para emplearlo en otro sistema. Se debe tener en cuenta a la hora de recuperar un refrigerante, los contaminantes que éste puede presentar (ácidos, humedad, residuos de la ebullición a alta temperatura, partículas, etc), ya que aún los niveles más bajos de contaminación pueden disminuir la vida útil de un sistema de refrigeración.

En Venezuela, la recuperación y regeneración de refrigerantes viene realizándose desde hace ya algunos años, bajo condiciones ambientales seguras y cumpliendo con las normas de calidad correspondientes. Gracias a estas actividades desde 1995 cesó la importación de Halones, abasteciendo la demanda con productos regenerados.

Uno de los programas que actualmente está implementando Venezuela es el Programa de Gerencia de Refrigerantes (PGR), con el cual se pretende establecer en el país las actividades de recuperación, reciclaje y regeneración que permitan recuperar aquellos refrigerantes que por razones de mantenimiento se extraigan de los sistemas de refrigeración o aire acondicionado.

Esta actividad brinda una serie de beneficios por medio de los cuales los usuarios logran obtener mejor calidad de servicio y ahorros sustanciales en el mantenimiento correctivo de equipos. El organismo promotor de este programa es FONDOIN, pero la empresa INGARSICA es la responsable de cumplir con estas actividades.

CAPÍTULO III

MANTENIMIENTO

3.1. Concepto

El término mantenimiento no implica reparar un equipo descompuesto tan pronto como sea posible, sino mantener el equipo en operación a los niveles especificados.

El mantenimiento constituye un sistema dentro de toda organización industrial, cuya función consiste en ajustar, reparar, reemplazar o modificar los componentes de una planta industrial para que la misma pueda operar satisfactoriamente en cantidad y calidad durante un período dado.

Los parámetros de los cuales depende el mantenimiento son:

- ❖ El nivel mínimo permitido de las propiedades cualitativas de cada elemento.
- ❖ El nivel máximo de las propiedades cualitativas que deben elevarse.
- ❖ Tiempo de uso o de funcionamiento durante el cual las propiedades cualitativas bajan del nivel alto al nivel bajo.
- ❖ Modo en que los elementos están sometidos a tensión, carga, desgaste, corrosión, etc., que causan pérdida de las propiedades cualitativas o de la capacidad de los elementos para resistirlas.

3.2. Funciones Básicas del mantenimiento

Las funciones básicas del mantenimiento son:

- ❖ **Técnica:** esta función es la que cumplen los profesionales del grupo de ingeniería de mantenimiento, los cuales son los responsables de hallar las soluciones de los problemas técnicos. Además, se encargan de definir los métodos de trabajo, del análisis de los contratos, de los costos y de los medios para llevar a cabo el mantenimiento.
- ❖ **Planeación y control:** el personal debe planear, estimar, programar y controlar las actividades de mantenimiento, tomando en cuenta todos los recursos disponibles: personal, materiales, espacio y tiempo.
- ❖ **Ejecución:** esta función es la responsable de efectuar los trabajos de mantenimiento, tanto programados como los que se presentan de emergencia; es decir, programación del trabajo diario, del suministro de materiales y equipo requerido para la correcta ejecución del mantenimiento, de la seguridad y del control de ejecución del trabajo diario. El personal que cumpla como supervisor debe tener habilidades de coordinación, programación y síntesis.
- ❖ **Taller:** se lleva a cabo en las instalaciones del taller, por lo que no requiere de la movilización del personal y consiste en realizar el mantenimiento de los equipos. En este caso la supervisión es directa.

También existen las llamadas funciones de apoyo al mantenimiento, las cuales son imprescindibles para la correcta ejecución de los trabajos de mantenimiento, a pesar de que éstas no son directamente responsables de las mismas; éstas son:

- ❖ **Apoyo Técnico:** el personal de ingeniería de planta se ocupa del diseño de nuevas facilidades de fabricación o servicio y rediseños de las ya existentes.

- ❖ Apoyo Logístico: garantiza la gestión de los materiales, su codificación, especificación, almacenamiento y despacho.
- ❖ Apoyo Administrativo: maneja los contratos, el presupuesto, la administración del personal, servicios legales, servicio médico, etc.

3.3. Tipos de mantenimiento

Las labores de mantenimiento pueden clasificarse según:

- ❖ Estado del Activo:
 - Mantenimiento Operacional: es aquel que se aplica a un equipo o sistema a fin de mantener su continuidad operacional. Por lo general se realiza con el activo en servicio sin afectar su operación natural. El objetivo de este tipo de mantenimiento es garantizar la operabilidad del equipo para las condiciones mínimas requeridas en cuanto a eficiencia, seguridad e integridad.
 - Mantenimiento Mayor: es aquel que es aplicado a un equipo o instalación donde su alcance en cuanto a la cantidad de trabajos incluidos, el tiempo de ejecución, el nivel de inversión o costo del mantenimiento y requerimientos de planificación y programación son de elevada magnitud, ya que este tipo de mantenimiento se arraiga en la restitución de las condiciones de servicio del activo, ya sea desde el punto de vista del diseño o para satisfacer un período de tiempo considerable con la mínima probabilidad de falla o interrupción del servicio y dentro de los niveles de desempeño o eficiencia requeridos. El mantenimiento mayor se aplica con el activo fuera de servicio y su frecuencia es sumamente alta con respecto a la frecuencia de las actividades del mantenimiento operacional (que oscila entre cuatro y

quince años dependiendo del grado de severidad del ambiente en que está expuesto el componente, la complejidad del proceso operacional, la disponibilidad corporativa de las instalaciones, estrategias de mercado, nivel tecnológico de componentes y materiales, políticas de inversiones y disponibilidad presupuestaria).

❖ Actividades Realizadas:

- Mantenimiento Preventivo: es aquel donde un grupo de tareas planificadas se llevan a cabo periódicamente, con el objetivo de garantizar que los activos (equipos) cumplan con las funciones requeridas durante su ciclo de vida útil dentro del contexto operacional donde se ubican, alargar sus ciclos de vida y mejorar la eficiencia de los procesos.
- Mantenimiento Correctivo: también se conoce como mantenimiento reactivo. Es aquel trabajo que involucra una cantidad determinada de tareas de reparación no programadas con el objeto restaurar la función de un activo una vez producido un paro imprevisto. Dentro de las desventajas que se presentan cuando se deja trabajar una máquina hasta la condición de reparar cuando falle, está el aumento en los costos por impacto total.
- Mantenimiento Predictivo: es aquel mantenimiento planificado y programado que se fundamenta en el análisis técnico, programas de inspección y reparación de equipos, el cual se adelanta al suceso de las fallas, es decir, es un mantenimiento que detecta las fallas potenciales con el sistema en funcionamiento.
- Mantenimiento Proactivo: es aquel que desarrolla un conglomerado de tareas pertenecientes al mantenimiento preventivo y predictivo cuyo objetivo principal es lograr que los activos cumplan con las funciones requeridas dentro del contexto operacional donde se ubican, disminuir las acciones de mantenimiento correctivo, alargar sus ciclos de

funcionamiento, obtener mejoras operacionales y aumentar la eficiencia de los procesos.

- **Mantenimiento por Averías:** es aquel cuyo objetivo principal es devolver al sistema y/o equipo las condiciones normales operativas, luego de la aparición de una falla. Generalmente no se planifica ni se programa, debido a que la falla ocurre de manera imprevista.

❖ **Ejecución en el Tiempo:**

- **Mantenimiento Rutinario:** es aquel que está relacionado con las actividades de mantenimiento regulares o de carácter diario.
- **Mantenimiento Programado:** es aquel que está relacionado con los trabajos recurrentes y periódicos de valor sustancial.
- **Mantenimiento Por Parada de Planta:** es aquel que se relaciona con el trabajo realizado durante las paradas planificadas.
- **Mantenimiento Extraordinario:** es aquel que está relacionado al trabajo causado por eventos impredecibles.

3.4. Beneficios de un Mantenimiento Oportuno

Dentro de los beneficios que se presentan a la hora de implementar un mantenimiento oportuno, están:

- ❖ **Disminución del riesgo,** ya que se previene la probabilidad de ocurrencias de fallas indeseables o no visualizadas.
- ❖ **Mejora o recupera de los niveles de eficiencia de la instalación o del equipo,** debido a la reducción de costos operativos e incremento de la producción.
- ❖ **Prolonga la vida operativa**
- ❖ **Cumplimiento de los requerimientos legales y de seguridad.**

- ❖ Mejoramiento de la imagen de la empresa con un realce de la impresión de los clientes y entorno, así como el incremento de la mora de los trabajadores que operan los equipos e instalaciones.

3.5. Tareas de Mantenimiento

Una de las mayores preocupaciones de las empresas o usuarios con respecto a sus equipos, es la forma de su perfil de funcionabilidad (comportamiento durante su vida útil), sobre todo en la proporción del tiempo durante el que estará disponible el sistema para el cumplimiento de la funcionabilidad.

La funcionabilidad, depende principalmente de los dos siguientes factores:

- ❖ Las características inherentes de un sistema, tales como fiabilidad (confiabilidad) y mantenibilidad, que determinan directamente la frecuencia de fallos, la complejidad de las tareas de recuperación y la facilidad del apoyo de las labores exigidas.
- ❖ La función logística, cuyo objetivo es gestionar el suministro de los recursos necesarios para la conclusión con éxito de todas las tareas operativas y de mantenimiento. El sistema podría permanecer en estado de fallo por un largo período de tiempo, debido a la ausencia de los recursos necesarios, como repuestos, instalaciones adecuadas, personal calificado, herramientas especiales y equipos, etc.

La proporción de tiempo durante el que el sistema en consideración es funcional, depende de la interacción entre las características inherentes de un sistema desde el diseño y la gestión y ejecución de la función logística, relativa al

suministro de los recursos necesarios para el éxito en la operación y el mantenimiento.

Es por ello que surge el concepto de mantenimiento y las tareas de mantenimiento. Se define como tareas de mantenimiento a aquellas actividades que ayudan a decidir que es lo que se debe hacer para prevenir una consecuencia de falla.

Cuando se analizan los objetivos de las tareas de mantenimiento, se llega a la conclusión que estos pueden clasificarse como:

- ❖ Reducción de la tasa de cambio de condición, lo que conduce al alargamiento de la vida operativa del sistema. Ejemplos típicos son: lavado, limpieza, pintura, filtrado, ajuste, lubricación, calibración, etc.
- ❖ Garantía de la fiabilidad y la seguridad exigidas, lo que reduce la probabilidad de presencia de fallos. Las actividades más comunes de este tipo son: inspección, detección, exámenes, pruebas.
- ❖ Provisión de la tasa óptima de consumo de elementos como combustible, lubricantes, neumáticos, etc., que contribuye al coste-eficacia del proceso de operación.
- ❖ Recuperación de la funcionabilidad del sistema, una vez que se ha producido la falla. Las actividades más frecuentemente realizadas para recuperar la funcionabilidad son: sustitución, reparación, restauración, renovación, etc.

A pesar del hecho de que cada tarea de mantenimiento se compone de actividades específicas, las cuales se llevan a cabo en una secuencia determinada, el tiempo empleado en la ejecución de todas ellas puede diferir de una persona a otra y

de un momento a otro. Las diferencias de tiempo empleado indican distintos niveles de habilidad, motivación, experiencia y capacidad física.

Las razones principales por las cuales los tiempos de ejecución de las tareas de mantenimiento difieren, son: Factores Personales, Factores Condicionales y Entorno.

Los factores personales representan la influencia de la habilidad, motivación, experiencia, actitud, capacidad física, autodisciplina, formación, responsabilidad y otras características similares relacionadas con el personal involucrado, mientras que los factores condicionales, representan la influencia del entorno operativo y las consecuencias que ha producido el fallo en la condición física, geométrica y forma del elemento en recuperación. El entorno representa la influencia de factores como temperatura, humedad, ruido, iluminación, vibración, momento del día, época del año, etc. en el personal de mantenimiento durante la realización de las actividades.

3.6. Planes de Mantenimiento

Se define como plan de mantenimiento al conjunto de tareas de mantenimiento seleccionadas y dirigidas para proteger la función de un activo, estableciendo una frecuencia de ejecución de las mismas y el personal destinado a realizarlas. Se pueden establecer dos enfoques de plan de mantenimiento, estos son: El Plan estratégico y El Plan operativo

El plan estratégico es el plan corporativo o divisional que consolida las instalaciones y/o equipos que serán sometidos a mantenimiento mayor en un periodo determinado y que determina el nivel de inversión y de recursos que se requiere para ejecutar dicho plan.

El plan operativo es el plan por medio del cual se definen y establecen todos los parámetros de cómo hacer el trabajo, es decir, se relacionan con el establecimiento de objetivos específicos, medibles y alcanzables que las divisiones, los departamentos, los equipos de trabajo y las personas dentro de una organización deben lograr comúnmente a corto plazo y en forma concreta. Los planes operativos se emplean como instrumento de implementación a corto plazo para la consecución de los objetivos de cada una de las acciones que conforman los planes estratégicos que por sí solos, no pueden garantizar el éxito de su ejecución

Una de las características principales que debe tener todo plan de mantenimiento, es la simplicidad, de forma tal que la persona encargada de realizar el mantenimiento, sea capaz de entender con facilidad la(s) tarea(s) que debe ejecutar. De igual manera, es conveniente indicar las herramientas necesarias para llevar a cabo el mantenimiento de los equipos, ya que esto evita eventuales pérdidas de tiempo.

Otra información útil (mas no obligatoria), es el rango de trabajo de los equipos, lo que permite al técnico determinar con rapidez cualquier comportamiento erróneo en los mismos.

Adicionalmente, se indica el tiempo aproximado para realizar cada actividad, de forma tal que sirva de referencia para planificar el itinerario de los técnicos encargados de ejecutar el mantenimiento.

3.7. Parámetros involucrados en el Mantenimiento

Dentro de los términos y parámetros que se deben tomar en cuenta a la hora de elaborar e implementar un plan de mantenimiento, están:

- ❖ Confiabilidad
- ❖ Mantenibilidad
- ❖ Disponibilidad

3.7.1. Confiabilidad

La confiabilidad, expresa el porcentaje de probabilidad de que un equipo o sistema no falle. Los parámetros que rigen a la confiabilidad son:

- ❖ El tiempo medio entre fallas consecutivas (TMEF), el cual se determina mediante la ecuación:

$$\text{TMEF} = \frac{\text{tiempo total en operación}}{\text{número total de fallas}}$$

- ❖ La Tasa de Fallos, que por definición es:

$$\lambda(t) = -\frac{\frac{d[R(t)]}{dt}}{R(t)}$$

donde: $\lambda(t)$: es la tasa de fallos

$R(t)$: es la confiabilidad

t : es el tiempo

Despejando la confiabilidad de la expresión anterior se obtiene:

$$R(t) = \exp\left(-\int_0^t \lambda(t) dt\right)$$

- ❖ La Densidad de Probabilidad de Fallos, se define como la probabilidad de que un dispositivo cualquiera tenga un fallo entre los instantes t y $t + \Delta t$ y viene dado por la expresión:

$$f(t) = -\frac{dR(t)}{dt}$$

Relacionando los tres términos anteriores, se tiene:

$$f(t) dt = R(t) \cdot \lambda(t)$$

Las distribuciones empleadas en confiabilidad son: Distribución Binomial, Distribución de Gauss y Distribución de Weibull. La distribución Binomial es una distribución discreta que se emplea en eventos mutuamente excluyentes, es decir, al cumplirse uno, no se puede cumplir el otro y viceversa. Con esta distribución se puede hallar la probabilidad de que un evento ocurra “k” veces después de “n” pruebas, siempre que se conozca la probabilidad de ocurrencia “p” del evento o por el contrario la probabilidad de su no ocurrencia “q”. La expresión que modela la probabilidad de que ocurran “k” fallas es:

$$P(k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

La Distribución de Gauss, también conocida como Distribución Normal, es una distribución continua que se utiliza en los casos donde los eventos están relacionados con desgaste de piezas, fenómenos de envejecimiento, estatura de personas, etc. Con ella se puede determinar la probabilidad de ocurrencia para un intervalo determinado de la variable aleatoria.

La Distribución de Weibull, lleva el nombre del inventor sueco que la desarrollo y se caracteriza por ser la distribución más utilizada, ya que es aplicable a cualquier período de vida del equipo. La expresión matemática que modela el comportamiento de la probabilidad de falla de un equipo es:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-t_0}{\eta}\right)^\beta}$$

donde: t_0 : es el parámetro de posición de Weibull y define el punto de partida u origen de la distribución

η : es el parámetro de escala del eje de los tiempos. Cuando $(t-t_0) = \eta$, la fiabilidad es del 36.8%

β : es el parámetro de forma de Weibull y representa la pendiente de la recta describiendo el grado de variación de la tasa de fallos

$F(t)$: Es la in fiabilidad o Función acumulativa de fallos

Los parámetros η y β se obtienen al graficar $\ln(\ln(1/(1-F(t))))$ vs. $\ln(t-t_0)$; mientras que el parámetro de posición requiere de un mayor análisis, ya que su valor dependerá de la condición en la que se encuentra el equipo en estudio. Básicamente se tiene que $t_0 = 0$ cuando el mecanismo no tiene una duración de fiabilidad intrínseca y $t_0 \neq 0$ cuando el mecanismo es intrínsecamente fiable desde el momento en que fue puesto en servicio hasta $t = t_0$, o el mecanismo fue utilizado o tuvo fallas antes de iniciar la toma de datos.

En los casos donde t_0 es diferente de cero, la gráfica de $\ln(\ln(1/(1-F(t))))$ vs. $\ln(t-t_0)$ describe una curva.

Para determinar el valor del parámetro de posición (t_0), se grafica la curva $\ln(\ln(1/(1-F(t))))$ vs. $\ln(t)$, se toma un punto céntrico de la gráfica y dos puntos equidistantes a él con respecto al eje “y”. Con estos valores se hallan los valores de las correspondientes coordenadas en el eje “x” y por lo tanto los correspondientes valores de “t”. El parámetro de posición de Weibull, viene dado por la ecuación:

$$t_0 = \frac{t_3 \cdot t_1 - t_2^2}{t_1 - 2 \cdot t_2 + t_3}$$

donde los t_i corresponden a los tiempos determinados anteriormente

Para establecer los valores que adoptarán los parámetros de forma y escala, es necesario graficar $\ln(\ln(1/(1-F(t))))$ vs. $\ln(t-t_0)$, la cual debe arrojar una línea recta. Donde dicha línea corta a la recta $y = 0$, se tiene el valor de η . Posteriormente se traza

una recta paralela por el punto (0,0) y donde ésta corta con la recta $x = -1$, se obtiene el valor de β .

El valor tomado por β , tiene varios significados dependiendo del valor que tenga t_0 . Para el caso $t_0 = 0$, se tiene que:

- ❖ Si $\beta < 1$, la tasa de fallos disminuye con la edad sin llegar a cero, por lo que se puede suponer que el equipo se encuentra en la etapa de juventud con un margen de seguridad bajo, dando lugar a fallos por tensión de rotura.
- ❖ Si $\beta = 1$, la tasa de fallo se mantiene constante siempre, lo que indica una característica de fallos aleatoria.
- ❖ Si $\beta > 1$, la tasa de fallo se incrementa con la edad de forma continua, lo que indica que los desgastes empiezan en el momento en que el mecanismo se pone en servicio.

En el caso $t_0 > 0$, se tiene:

- ❖ Si $\beta < 1$, hay fatiga u otro tipo de desgaste en el que la tasa de fallo disminuye con el tiempo después de un súbito incremento hasta t_0 .
- ❖ Si $\beta > 1$, hay una erosión o desgaste similar en la que la constante de duración de carga disminuye continuamente con el incremento de la carga.

Para el caso $t_0 < 0$, se tiene:

- ❖ Si $\beta < 1$, podría tratarse de un fallo de juventud antes de su puesta en servicio, como resultado de un margen de seguridad bajo.
- ❖ Si $\beta > 1$, se trata de un desgaste por una disminución constante de la resistencia, iniciado antes de su puesta en servicio.

Debido a su alta complejidad, esta distribución se emplea cuando se sabe que en el equipo se han producido muchos fallos (al menos 10) y los tiempos correspondientes no se ajustan a una distribución más simple.

3.7.2. Mantenibilidad

La mantenibilidad es la característica inherente de un elemento, asociada a su capacidad de ser recuperado para el servicio cuando se realiza la tarea de mantenimiento necesaria; en otras palabras, es un indicador de la probabilidad de que un equipo o sistema no presente fallas luego de haber sido reparado.

La distribución de Gumbel, es la herramienta más utilizada para la determinación de dicha probabilidad y viene dada por la ecuación:

$$M(t) = e^{-e^{-a(t-\mu)}}$$

donde: “ μ ” es el parámetro de dispersión y “ a ” es el parámetro de posición, los cuales se obtienen al graficar “ t ” vs. “ $-\ln(\ln(1/F(t)))$ ”, donde el tiempo “ t ” es el Tiempo Fuera de Servicio del equipo.

El parámetro “ μ ” se obtiene a partir de la intersección de la recta obtenida y la recta $x = 36,8 \%$. El parámetro “ a ” es el inverso de la pendiente de la recta obtenida.

El Tiempo Promedio Fuera de Servicio, se determina mediante la ecuación:

$$TPFS = \mu + \frac{0,5778}{a}$$

3.7.3. Disponibilidad

La disponibilidad es una característica que resume cuantitativamente el comportamiento que presenta un elemento durante su vida útil. Es una medida muy importante y útil en los casos donde el usuario tiene que tomar decisiones con respecto a la adquisición de un elemento entre varias posibilidades alternativas.

Existen cuatro tipos de disponibilidad, estas son:

❖ Genérica

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMFS}$$

donde TMFS es el tiempo medio fuera de servicio

❖ Intrínseca: solo evalúa la disponibilidad del equipo

$$D_i = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR}$$

❖ Alcanzada: toma en cuenta los factores propios de la organización de mantenimiento

$$D_a = \frac{TMEM}{TMEM + TMPM}$$

donde: TMEM es el tiempo medio entre mantenimiento

TMPPM es el tiempo para mantenimiento

❖ Operacional

$$D_o = \frac{TMEM}{TMEM + TMFS}$$

3.8. Confiabilidad Operacional

Como se dijo anteriormente, el término confiabilidad se refiere a la probabilidad de que un componente de un equipo o sistema cumpla con las funciones requeridas durante un intervalo de tiempo bajo condiciones dadas en el contexto operacional donde se ubica.

Uno de los requisitos que se debe cumplir para poner en práctica un programa de confiabilidad operacional es establecer planes y estrategias para lograr asentar las bases del éxito. Esos planes y estrategias consideran los siguientes aspectos:

- ❖ Evaluación de la situación en cuanto al tipo de equipo, modos de falla relevantes, ingresos y costos, entorno organizacional, síntomas percibidos, posibles causas y toma de decisiones.
- ❖ Diseño del sendero, para poder orientar la secuencia de las metodologías que mejor se adaptan a las circunstancias.
- ❖ Generar niveles de iniciativas que permitan determinar el impacto potencial de cada una visualizando el valor agregado.
- ❖ Definición de proyectos, identificando actores, nivel de conocimientos, anclas, combinación de metodologías y pericia.

Los análisis de confiabilidad están conformados por una serie de elementos intrínsecos en las estructuras de los procesos, estos son:

- ❖ Falla: es la incapacidad de cualquier elemento físico de satisfacer un criterio de funcionamiento deseado. Al presentarse una falla se puede interrumpir la continuidad o secuencia ordenada de un proceso, donde ocurren una serie de eventos que tienen más de una causa.
 - Tipos de Fallas: Las fallas se clasifican en dos grupos:

- Falla Funcional: es aquella que impide satisfacer un criterio de funcionamiento deseado.
 - Falla Parcial (Potencial): es aquella que indica que va a ocurrir una falla funcional.
- Probabilidad de Falla: es la posibilidad de ocurrencia de un evento en función del número de veces que ha ocurrido para un equipo o familia de equipo en un periodo específico.
- Modelos de Fallas de Equipos: al representar gráficamente el comportamiento de la probabilidad de falla vs. la vida útil de los equipos, se obtienen varios modelos de falla de equipos. Estos son:
- Modelo A o “Curva de la Bañera”: Comienza con un período de mortalidad infantil que tiene una alta incidencia de falla que va descendiendo a medida que transcurre el tiempo. Luego inicia el período de operación normal (falla aleatoria) donde el índice de fallas permanece aproximadamente constante y éstas pueden ocurrir en cualquier edad. Posteriormente llega el período de desgaste o envejecimiento (falla por edad) que se caracteriza porque el índice de fallas aumenta a medida que transcurre el tiempo. La representación gráfica de este modelo viene dada por la figura 3.1.

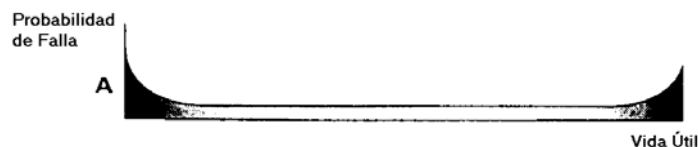


Figura 3.1: Curva de la Bañera

- Modelo B o “Curva de la Falla Tradicional” (en ella el índice de fallas aumenta a medida que transcurre el tiempo).

- Modelo C (registra un deterioro constante desde el principio, con una probabilidad de falla que aumenta con el uso).
 - Modelo D (la probabilidad de fallas es baja cuando está nuevo, pero luego ocurre un rápido incremento de falla seguido de un comportamiento aleatorio).
 - Modelo E (la probabilidad de falla es la misma en cualquier momento).
 - Modelo F o “Curva de la J Invertida” (este modelo combina la mortalidad infantil muy alta con el nivel de falla constante).
- ❖ Causas: es el motivo o acción por la cual se inició la falla en el sistema o equipo. Las causas pueden ser:
- Extrínsecas: Accidentes, Usos Inadecuados, Defectos del Equipo, Violación de los procedimientos, Mantenimiento Inadecuado, Falla como consecuencia de otra, etc.
 - Intrínsecas: Defectos del material, Funcional, etc
- ❖ Consecuencia: es la cuantificación de la magnitud de pérdida financiera que registra una empresa producto de la ocurrencia de un evento. Las consecuencias se valorizan de acuerdo a la siguiente tabla:

CRITICIDAD	SEGURIDAD PERSONAL	DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO (COSTO DE PARADA)	EFFECTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN	
Crítico	Riesgo Grave	Inmovilización (con pérdida)	3	Atrasos
Mayor	Riesgo Parcial	Inmovilización (con pérdida baja)	2	Atrasos Menores
Menor	Riesgo Bajo	Sin Inmovilización (sin costo)	1	Sin Atrasos

Tabla 3.1: Tabla de Criticidad

- ❖ **Riesgo:** es el nivel final ponderado de un equipo, sistema o instalación en una matriz que determina el grado de pérdida potencial asociada a un evento con probabilidad no despreciable de ocurrencia en el futuro.
- ❖ **Incertidumbre:** es el grado de desconocimiento a cerca del comportamiento de una condición o activo.
- ❖ **Sensibilización:** es el modelaje de escenarios sobre las premisas de la peor, mejor y más probable situación.
- ❖ **Predictibilidad:** es el pronóstico de ocurrencia de un evento en función del producto del nivel de riesgo con la condición de integridad del activo.

3.9. Herramientas de Confiabilidad Operacional

La confiabilidad como metodología de análisis, se apoya en una serie de herramientas disponibles a nivel mundial. Entre las herramientas más exitosos se encuentran:

- ❖ Inspección basada en Riesgo (I.B.R)
- ❖ Análisis de Criticidad (A.C.)
- ❖ Optimización Costo Riesgo (O.C.R.)
- ❖ Análisis Causa Raíz (A.C.R.)
- ❖ Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (M.C.C.)
- ❖ Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en Reversa (M.C.C.-R.)
- ❖ Análisis de Modos y Efectos de Falla (A.M.E.F.)
- ❖ Análisis de Árbol de Falla (A.A.F.)

3.9.1. Análisis de Criticidad

Con esta herramienta, se puede establecer niveles jerárquicos en sistemas, equipos y componentes en función del impacto global que generan, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones. De igual manera, se establece un orden de prioridades de mantenimiento sobre una serie de instalaciones y equipos, otorgando un valor numérico o estatus, en función de una matriz que combina la condición actual del equipo, el nivel de producción de cada equipo o instalación, el impacto ambiental y de seguridad, la producción.

Para realizar un Análisis de Criticidad se debe:

- ❖ Definir el alcance y objetivo para el estudio.
- ❖ Establecer criterios de importancia
- ❖ Seleccionar o diseñar un método de evaluación que permita jerarquizar los sistemas objetos de estudio

Un Análisis de Criticidad puede implementarse cuando se presente:

- ❖ Establecer líneas de acciones prioritarias en sistemas complejos
- ❖ Solventar problemas con pocos recursos.
- ❖ Determinar el impacto global de cada uno de los sistemas, equipos y componentes presentes en el negocio.
- ❖ Aplicar las metodologías de Confiabilidad Operacional.
- ❖ Crear valor.

Con este análisis, se puede establecer una metodología que ayude a determinar el grado de importancia o jerarquía de equipos, sistemas o procesos, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser fácilmente manejables y controlables. Una ecuación que define a la criticidad desde el punto de vista matemático es:

$$Cr = f \times C$$

donde Cr es la criticidad

f es la frecuencia de falla

C es la consecuencia (está relacionada con el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente)

Dentro de las tantas ventajas que presenta realizar un análisis de criticidad se encuentra que este método puede aplicarse en cualquier conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes y sus áreas más comunes de aplicación se orientan a establecer programas de implementación y prioridades en los siguientes campos: Mantenimiento, Inspección, Materiales, Disponibilidad de Planta y Personal

En el campo de mantenimiento, luego de establecer los equipos más críticos, se establecerá la prioridad de los programas y planes de mantenimiento de tipo: predictivo, preventivo, correctivo e inclusive posibles rediseños a nivel de procedimientos y modificaciones menores. De igual forma, permitirá establecer la prioridad para la programación y ejecución de órdenes de trabajo.

En el campo de la inspección, el análisis de criticidad facilita y centraliza la implementación de programas de inspección, ya que la jerarquización ayuda a identificar aquellas zonas donde vale la pena realizar sondeos. Además, permite seleccionar los intervalos para su realización.

Para el caso del campo de materiales, se tiene que este tipo de análisis ayuda a tomar las decisiones más acertadas sobre la calidad y cantidad de equipos o piezas de repuesto que deben existir en el almacén central, así como los requerimientos de partes, materiales y herramientas que deben estar disponibles en los almacenes de planta.

Los datos de criticidad dentro del campo de disponibilidad de planta, permiten establecer una guía para la ejecución de proyectos, dado que es el mejor punto de partida para realizar estudios de inversión de capital y renovaciones en los procesos, sistemas o equipos de una instalación, basados en el área de mayor impacto total, que será aquella con el mayor nivel de criticidad.

Este tipo de análisis en el campo personal, permite potenciar al adiestramiento y desarrollo de habilidades en el personal, ya que sirve como base para diseñar un plan de formación técnica, artesanal y de crecimiento personal, basado en las necesidades reales de la instalación, tomando en cuenta primero las áreas más críticas, que es donde se concentran el mayor número de oportunidades iniciales de mejora.

El análisis de criticidad es sencillo y está basado en el conocimiento de los participantes, el cual será plasmado en una encuesta de carácter personal. En la encuesta se encuentra un listado de los sistemas a estudiar, cuyo orden no tiene ninguna relación con su nivel de criticidad. En las columnas, se tienen los criterios seleccionados, tales como: frecuencia de falla, impacto operacional, etc. La última columna, indica la criticidad de cada sistema.

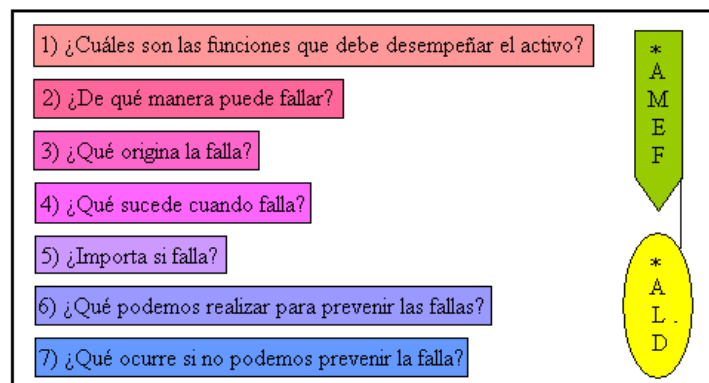
Luego de obtener los resultados de las entrevistas, éstos serán ordenados de mayor a menor y plasmados en un gráfico de barras para mejor visualización de la distribución y poder establecer las zonas de alta criticidad, mediana criticidad y baja

criticidad. La zona a la cual deberá prestarse mayor atención, será la zona de alta criticidad.

3.9.2. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

Esta metodología busca determinar los requerimientos de mantenimiento de los sistemas en su contexto operacional. Básicamente, consiste en analizar las funciones de los equipos, ver cuales son sus posibles fallas, y detectar los modos de fallas o causas de fallas, estudiar sus efectos y analizar sus consecuencias. A partir de la evaluación de las consecuencias es que se determinan las estrategias más adecuadas al contexto de operación, siendo exigido que no sólo sean técnicamente factibles, sino económicamente viables.

Es importante que se conozcan los tipos de elementos físicos existentes y decidir cuáles de ellos deben estar sujetos a una revisión de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), para luego hacerse énfasis en la resolución de siete preguntas, las cuales permiten consolidar los objetivos de esta metodología. Dichas preguntas se presentan en la Figura 3.2 a continuación.



Donde: AMEF = Análisis de Modos y Efectos de Fallas

ALD = Árbol Lógico de Decisiones

Figura 3.2: Preguntas de un Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

El Análisis de Modos y Efectos de Fallas y el Árbol Lógico de Decisión, son dos de las técnicas de confiabilidad con las que se cuenta en la aplicación del MCC. La primera ayuda a determinar las consecuencias de los modos de falla de cada equipo en su contexto operacional, mientras que la segunda permite decidir cuales son las actividades de mantenimiento más optimas.

El primer paso para la implementación de un MCC es determinar las funciones específicas y los estándares de comportamiento funcional asociado a cada uno de los elementos de los equipos objeto de estudio, en su contexto operacional, con lo cual se responde la primera pregunta.

Determinadas las funciones y estándares del comportamiento funcional de cada una de las partes que conforman el equipo al cual se le desea aplicar el MCC, se debe definir la forma en que puede fallar cada elemento en el cumplimiento de sus deberes; para ello, es necesario establecer el concepto de fallo funcional, el cual es la incapacidad de un elemento o componente de un equipo para cumplir con los estándares de funcionamiento deseado.

Posteriormente, se debe conocer cuál de los modos de fallo tienen mayor posibilidad de causar la pérdida de una función y determinar cuál es la causa origen de cada falla así como procurar que cada modo de fallo sea considerado en el nivel más apropiado. De igual manera, se deben determinar los efectos que ocurren al presentarse una falla.

Luego, es necesario determinar la consecuencia de los fallos, es decir, cómo y cuánto importa cada falla, para tener un claro consentimiento si una falla requiere o no prevenirse. La clasificación de las consecuencias de los fallos es:

- ❖ No evidentes: no tienen un impacto directo, pero que pueden originar otros fallos con mayores consecuencias a la organización. Por lo general

este tipo de falla es generada por dispositivos de protección, los cuales no poseen seguridad inherente. El M.C.C le da a este grupo de fallos una alta relevancia, adoptando un acceso sencillo, práctico y coherente con relación a su mantenimiento.

- ❖ En el Medio Ambiente y la Seguridad: son aquellas que generan un impacto sobre el ambiente o algún tipo de repercusión sobre la seguridad.
- ❖ Operacionales: afectan la producción por lo que repercuten considerablemente en la organización.
- ❖ No Operacionales: son ocasionadas por cierta clase de fallos que no generan efectos sobre la producción ni la seguridad, por lo que el único gasto presente es el de la reparación

El MCC puede aplicarse en los casos donde los equipos presenten las siguientes características:

- ❖ Que sean indispensables para la producción, y que al fallar generen un impacto considerable sobre la seguridad y el ambiente.
- ❖ Que generen gran cantidad de costos por acciones de mantenimiento preventivo o correctivo.
- ❖ En los casos donde no es confiable el mantenimiento que se las ha aplicado.
- ❖ Qué sean genéricos con un alto coste colectivo de mantenimiento.

Las ventajas de aplicar correctamente un MCC son:

- ❖ Mayor protección y seguridad en el entorno.
- ❖ Aumento de los rendimientos operativos.
- ❖ Optimización de los costos de mantenimiento.

- ❖ Se extiende el período de vida útil de los equipos.
- ❖ Se genera una amplia base de datos de mantenimiento.
- ❖ Motivación en el personal.
- ❖ Mayor eficiencia en el trabajo de grupo.

Sin embargo, esta herramienta tiene dos limitaciones, la primera es el tiempo requerido para obtener resultados es relativamente largo y la segunda es que requiere de una alta inversión de recursos.

3.9.3. Análisis de Modos y Efectos de Fallo

Es un método empleado para determinar los modos de fallo de los componentes de un sistema, así como el impacto y la frecuencia con que se presentan, para de esta manera clasificar las fallas por orden de importancia, permitiéndose directamente establecer las tareas de mantenimiento en aquellas áreas que están generando un mayor impacto económico, con el fin de mitigarlas o eliminarlas por completo.

Para aplicar este método, es necesario clasificar todos los elementos componentes, según la importancia de las consecuencias de fallo, en dos grupos:

- ❖ Elementos significativos para la seguridad: son aquellos elementos que el análisis de modos de fallos, efectos y criticidad señala como elementos que al presentar fallas tienen efectos peligrosos, por lo que deben tener control especial para alcanzar una probabilidad aceptablemente baja de fallo individual.

- ❖ Elementos significativos para la utilidad: son aquellos elementos que no son críticos para la seguridad, pero cuyo fallo es probable que tenga efecto en la producción de utilidad, y en consecuencia requieran ser controlados para alcanzar los objetivos económicos.

Los pasos a seguir para implementar esta metodología son:

- ❖ Definir el sistema, es decir, definir claramente el sistema a ser evaluado, las relaciones funcionales entre los componentes del sistema y el nivel de análisis que debe ser realizado.
- ❖ Análisis de los modos de fallo, es decir, definir todos los modos de falla potenciales a ser evaluados en el nivel más bajo.
- ❖ Realizar un Análisis de los efectos de falla, definiendo el efecto de cada modo de falla en la función inmediata, los niveles más altos de riesgos en el sistema, y la función misión a ser realizada. Esto podría incluir una definición de síntomas disponible al operador.
- ❖ Hacer una rectificación, para lo cual se debe determinar la acción inmediata que debe ejecutar el operador para limitar los efectos de las fallas o para restaurar la capacidad operacional inmediatamente, además de las acciones de mantenimiento requeridas para rectificar la falla. Este paso es opcional.
- ❖ Cuantificar la Rata de Fallas para definir la información, la rata de falla, la proporción de la rata, o la probabilidad de falla de cada modo de fallo; de esta forma se puede cuantificarse la proporción de fracaso total o la probabilidad de falla asociada con un efecto de un modo de fallo. Este paso es opcional.
- ❖ Realizar un Análisis Crítico para determinar una medida que combina la severidad o impacto de la falla con la probabilidad de que ocurra. Este análisis puede ser cuantitativo o cualitativo. Este paso es opcional.

- ❖ Elaborar una Acción correctiva, para lo cual se debe definir los cambios en el diseño, operando procedimientos o planes de prueba que mitigan o reducen las probabilidades críticas de falla.

3.9.4. Análisis de Árbol de Falla

Esta técnica permite identificar todas las posibles causas de un modo de falla en un sistema en particular; además proporciona una base para calcular la probabilidad de ocurrencia por cada modo de falla del sistema y es conveniente aplicarla en sistemas que contengan redundancia.

Se trata de un método deductivo de análisis que parte de la previa selección de un suceso no deseado o evento que se pretende evitar, para averiguar en ambos casos los orígenes de los mismos. Posteriormente se representan las combinaciones de las situaciones que pueden dar lugar a la producción del evento a evitar, conformado por niveles sucesivos de tal manera que cada suceso esté generado a partir de sucesos del nivel inferior, siendo el nexo de unión entre niveles los operadores o puertas lógicas.

El árbol se desarrolla en sus distintas ramas hasta alcanzar una serie de “Sucesos Básicos”, los cuales no precisan de sucesos anteriores para ser explicados. Algunas ramas pueden terminar al alcanzar un “Suceso No Desarrollado”, los cuales se caracterizan por la falta de información o por la poca utilidad de analizar las causas que lo producen (por ejemplo apagón de luz). Las características principales de los sucesos básicos, así como de los sucesos no desarrollados son:

- ❖ Son independientes entre ellos.
- ❖ Las probabilidades de que acontezcan pueden ser calculadas o estimadas.

Una de las ventajas que se presenta a la hora de manejar este tipo de metodología es el hecho de que se puede observar de forma gráfica la relación lógica entre un modo de fallo de un sistema en particular y la causa básica de fracaso. Para ello se emplean las compuertas “y” y “o”, la primera se refiere a que todos los eventos debajo de la compuerta deben ocurrir para que el evento superior a la misma pueda ocurrir, mientras que la segunda se refiere a que al ocurrir cualquier evento situado debajo de la compuerta, el evento situado arriba ocurrirá.

Si se aplica bien esta técnica, se puede determinar los elementos potencialmente críticos durante la temprana etapa de diseño, mientras que cuando se requiere un análisis más profundo del sistema en la etapa de detalle del diseño, aplicamos un Análisis de Modo y Efecto de Falla. Además, un análisis de árbol de falla, proveen de una base objetiva para analizar el diseño de un sistema, desempeñando estudios de comercio / fuera, analizando casos comunes o modos de fallas comunes, evaluando la complacencia en los requisitos de seguridad las justificaciones de diseño de mejoras.

En resumen, los pasos a seguir para realizar un análisis de este estilo son:

- ❖ Definir los elementos que componen el sistema, sus relaciones funcionales y las funciones requeridas.
- ❖ Definir el evento cima que debe ser analizado, así como el límite de su análisis.
- ❖ Construir el análisis de árbol de falla por rastreo de los eventos debajo de la cima y progresivamente eventos debajo por categorías y niveles con sus especificados funcionales.
- ❖ Estimar la probabilidad de ocurrencia de cada uno de las causas de fracaso.

- ❖ Identificar cualquier fracaso de la causa común potencial que afecta las compuertas “y”.
- ❖ Calcular la probabilidad de ocurrencia del evento de cima de falla.

Dentro de los beneficios que conlleva aplicar un análisis de árbol de falla están:

- ❖ Lleva al analista a descubrir la falla de una forma deductiva.
- ❖ Indica las partes del sistema que son sumamente importantes debido a que en las mismas se localizan las fallas de interés.
- ❖ Proporciona medios claros, precisos y concisos de impartir información de confiabilidad a la gerencia.
- ❖ Provee un significado cualitativo y cuantitativo de análisis de confiabilidad.
- ❖ Permite no mal gastar esfuerzos, al concentrarse en un modo de falla del sistema o los efectos que genera al tiempo
- ❖ Provee al analista y al diseñador de un claro entendimiento de las características de confiabilidad y rasgos del diseño.
- ❖ Permite identificar posibles problemas de confiabilidad.
- ❖ Habilita fallas que pueden ser evaluadas.

Por otra parte, las limitaciones que se presentan en estos casos son debidas a la cantidad de tiempo y de esfuerzo que debe invertirse. De la misma forma requiere de una metodología muy estricta, una documentación sin errores, una acertada elección de los eventos de la cima más apropiados y niveles de análisis para no mal gastar esfuerzos.

CAPÍTULO IV

HIGIENE Y SEGURIDAD

4.1. Equipos de Seguridad

La labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, no solo las herramientas y equipo de trabajo, sino también al personal encargado del mantenimiento.

A la hora de hablar de equipos de seguridad, es necesario primero entender la importancia de la higiene y la seguridad industrial. Estos dos conceptos (Higiene y Seguridad Industrial), están muy relacionados, debido a que ambos están representados por un conjunto de principios, leyes, criterios y normas formuladas con el objetivo de prevenir acciones que puedan ocasionar daños a los trabajadores. Dentro de los términos que se manejan en esta área están: salud, accidente, riesgo, enfermedad profesional, etc.

La salud es el estado de completo bienestar físico, mental y social. Un Accidente, es todo suceso imprevisto y no deseado que interrumpe o interfiere el desarrollo normal de una actividad sin consecuencias adicionales. Por su parte, un

accidente de trabajo implica daños físicos a la persona o trabajador.

La mayoría de los accidentes de trabajo se deben a Condiciones Inseguras o a Actos Inseguros. Se entiende por Condiciones Inseguras al estado deficiente de un local o ambiente de trabajo, máquina o partes de la misma, susceptibles de producir un accidente.

Se considera Acto Inseguro, a la ejecución indebida de un proceso o de una operación, sin conocer (ya sea por ignorancia, indiferencia u olvido) la forma segura de realizar un trabajo o actividad.

Se define como Enfermedad Profesional aquella que se contrae como consecuencia del trabajo o exposición al medio en el que el trabajador se encuentre obligado a trabajar; y a aquellos estados patológicos imputables a la acción de agentes físicos, condiciones ergonómicas, condiciones meteorológicas, agentes químicos, agentes biológicos, factores psicológicos y emocionales, que se manifiesta por una lesión orgánica, trastornos enzimáticos o bioquímicos, trastornos funcionales o desequilibrio mental, temporales o permanentes, contraídos en el ambiente de trabajo.

La Salud Ocupacional, se encarga de la promoción y mantenimiento del más alto grado de bienestar físico, mental y social de todas las ocupaciones a través de la prevención y control de los factores de riesgos y de la adaptación del trabajo al hombre.

El término Riesgo se define como la probabilidad de ocurrencia de un accidente de trabajo o de una enfermedad profesional. Los riesgos pueden clasificarse en:

- ❖ Químicos
- ❖ Físicos

- ❖ Biológicos
- ❖ Sobrecarga física o muscular (Ergonomía)
- ❖ Sobrecarga mental o psicológica (Psicología Laboral)
- ❖ Factores de inseguridad (Riesgos Mecánicos)

Las lesiones laborales pueden deberse a diversas causas externas: químicas, biológicas o físicas, entre otras. Los riesgos químicos pueden surgir por la presencia en el entorno de trabajo de gases, vapores o polvos tóxicos o irritantes. Dentro de estos gases, se encuentran los refrigerantes, los cuales, dependiendo de su composición, pueden generar lesiones en el trabajador, si no se toman las acciones preventivas requeridas (Ver el Anexo A: Refrigerante R-408A).

Los riesgos biológicos surgen por bacterias o virus transmitidos por animales o equipo en malas condiciones de limpieza, y suelen aparecer fundamentalmente en la industria del procesado de alimentos. Para limitar o eliminar esos riesgos es necesario eliminar la fuente de la contaminación o, en caso de que no sea posible, utilizar prendas protectoras.

Entre los riesgos físicos comunes están el calor, las quemaduras, el ruido, la vibración, los cambios bruscos de presión, la radiación y las descargas eléctricas. Los ingenieros de seguridad industrial intentan eliminar los riesgos en su origen o reducir su intensidad; cuando esto es imposible, los trabajadores deben usar equipos protectores.

Si las exigencias físicas, psicológicas o ambientales a las que están sometidos los trabajadores exceden sus capacidades, surgen riesgos ergonómicos. Este tipo de contingencias ocurre con mayor frecuencia al manejar material, cuando los trabajadores deben levantar o transportar cargas pesadas.

La función básica de un Equipo de Protección personal, es la de establecer una barrera entre el usuario del equipo y el producto agresivo; la elección de la protección vendrá determinada por factores como la peligrosidad del propio producto, el tiempo de exposición, el nivel de contacto, etc.

Dentro de los Equipos de Seguridad más comunes se encuentran:

❖ Calzado de Seguridad:

Se define como calzado de seguridad a aquel calzado que tiene por finalidad proporcionar comodidad y protección a los pies del usuario, minimizando el riesgo al contacto eléctrico, impactos o fuerzas compresoras, entre otros.

En el lugar de trabajo los pies del trabajador, y por los pies su cuerpo entero, pueden hallarse expuestos a riesgos de naturaleza diversa, los cuales pueden agruparse en tres grupos, según su forma de actuación:

- a. Lesiones en los pies producidas por acciones externas.
- b. Riesgos para las personas por una acción sobre el pie.
- c. Riesgos para la salud o molestias vinculados al uso del calzado.

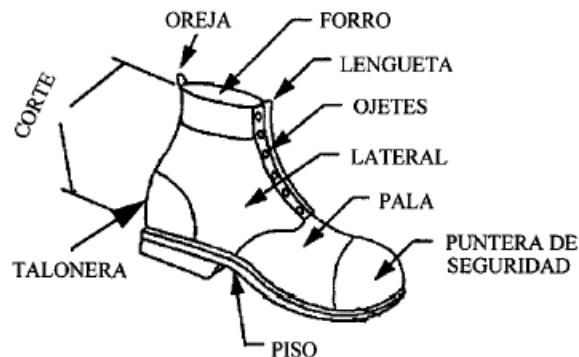


Figura 4.1. Partes de un Calzado de Seguridad

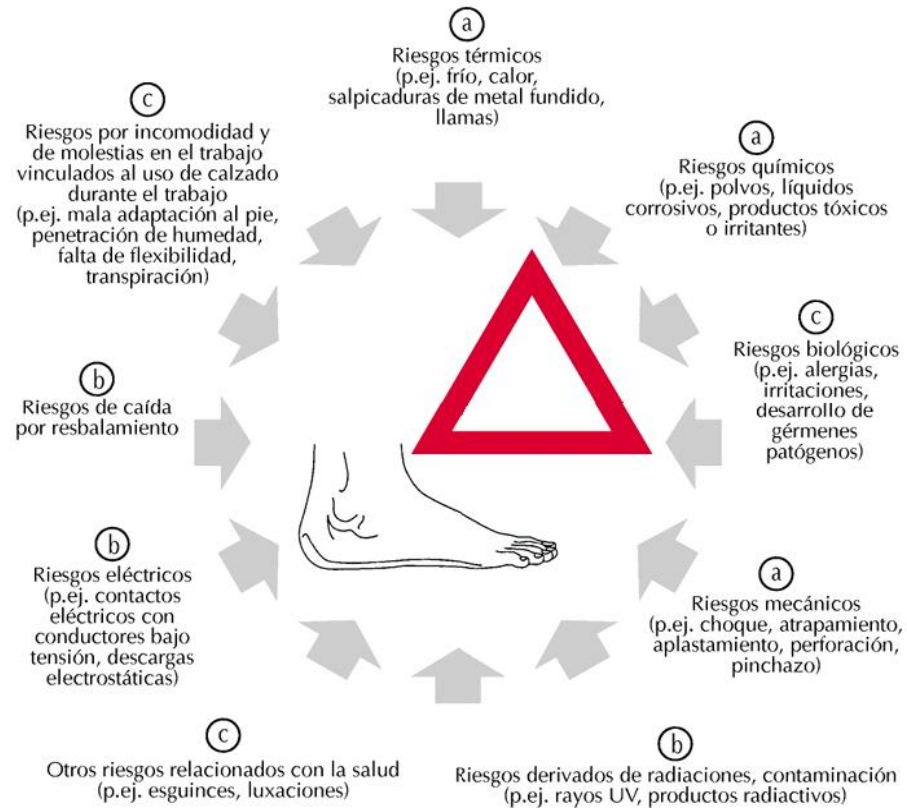


Figura 4.2. Riesgos que a los que puede estar expuesto el pie del trabajador

❖ **Protectores Oculares y Faciales:**

Los protectores oculares y faciales suelen agruparse de acuerdo a la zona protegida en:

- a. Lentes de Protección: si solo protege los ojos del trabajador. Dentro de las distintas lentes de protección se encuentran: Cazoleta, Adaptable al Rostro, Universal e Integral entre otros.

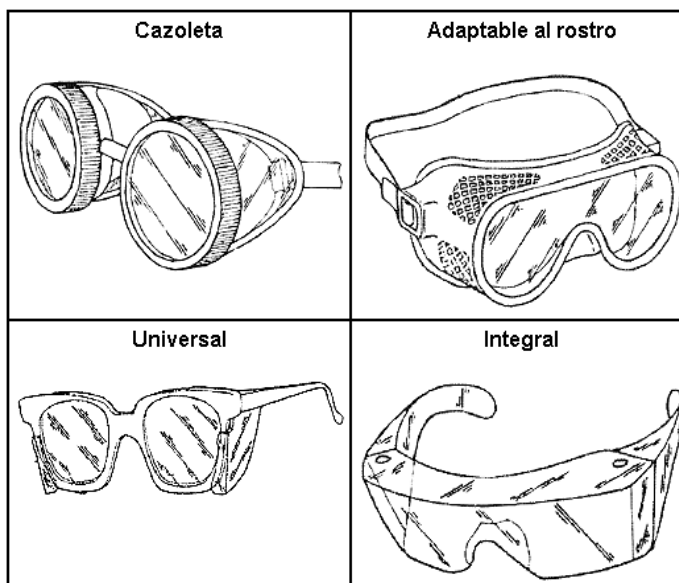


Figura 4.3. Lentes de Protección

- b. Pantallas de Protección: si además de proteger los ojos, protege parte o la totalidad de la cara u otras zonas de la cabeza. Existen diferentes tipos de pantallas, entre ellas destacan: Sujetadas a mano, Por Arnés, Acopladas al casco de seguridad o Acopladas al dispositivo respiratorio.

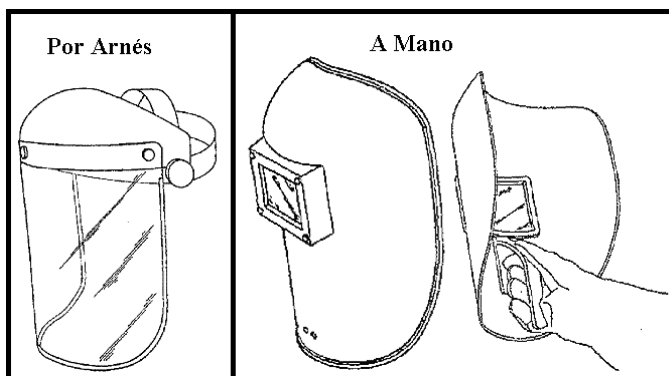


Figura 4.4. Pantallas de Protección

Los riesgos a los que pueden estar expuestos los ojos o cara del trabajador, pueden agruparse en tres grupos según su forma de actuación:

- a. Lesiones en los ojos y la cara por acciones externas.
- b. Riesgos para las personas por acción sobre los ojos y la cara.
- c. Riesgos para la salud o limitaciones vinculados al uso de equipos de protección ocular o facial.

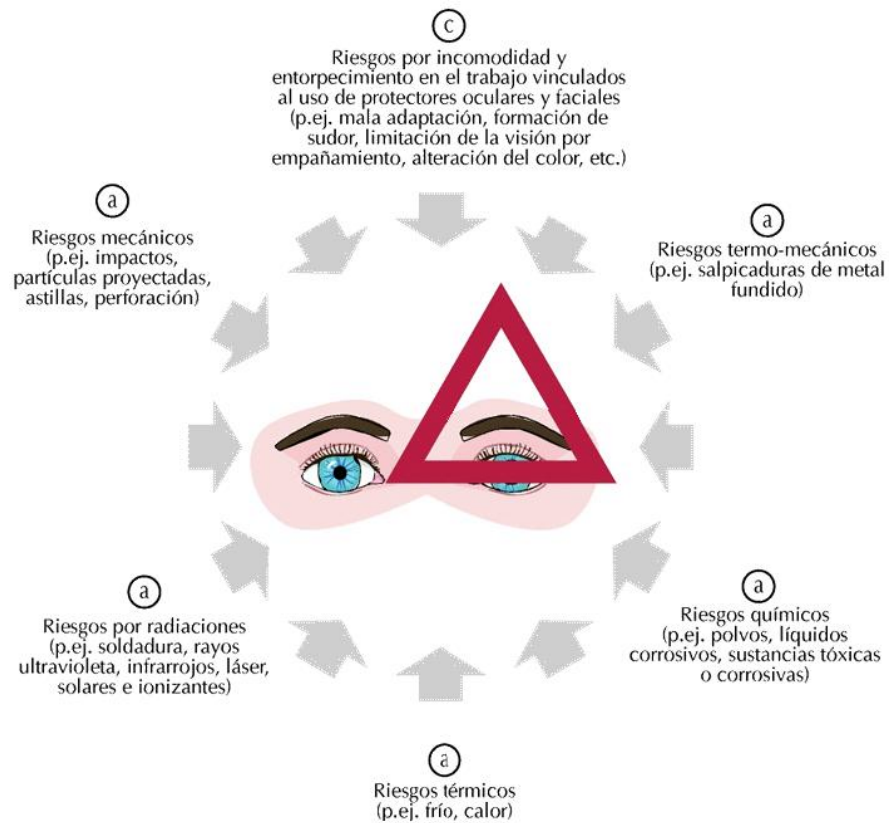


Figura 4.5. Riesgos a los que puede estar expuesto el ojo del trabajador

Una de las aplicaciones más comunes en el uso de pantallas de protección, es la soldadura, ya que los rayos infrarrojos y ultravioleta que se producen en la soldadura de arco tienen efectos semejantes a los rayos solares. Si se mira un arco eléctrico sin la adecuada protección, se produce el deslumbramiento que se puede detectar hasta siete horas más tarde.

Uno de los síntomas del deslumbramiento es la irritación de los ojos, la cual se puede aliviar con medicamentos si es leve, pero si es severa se debe consultar al oculista. Para evitar los riesgos de quemadura en los ojos se debe utilizar la máscara o careta.

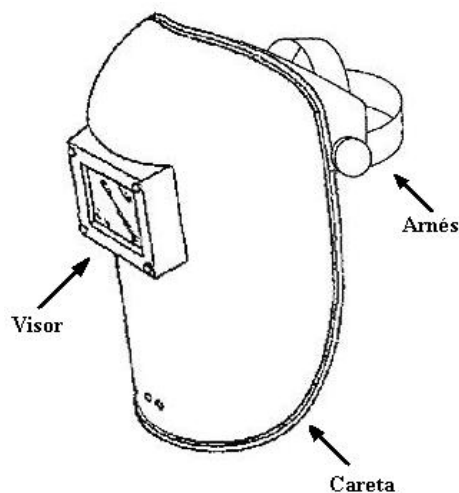


Figura 4.6. Partes de una Máscara para Soldar

❖ Guantes:

Un guante es un equipo de protección individual que protege la mano o una parte de ella contra riesgos. En algunos casos puede cubrir parte del antebrazo y el brazo. En el lugar de trabajo, las manos del trabajador puede hallarse expuestas a riesgos de naturaleza diversa, los cuales pueden clasificarse en tres grupos, según su forma de actuación:

- a. Lesiones en las manos debidas a acciones externas.
- b. Riesgos para las personas por acciones sobre las manos.
- c. Riesgos para la salud o molestias vinculados al uso de guantes de protección.

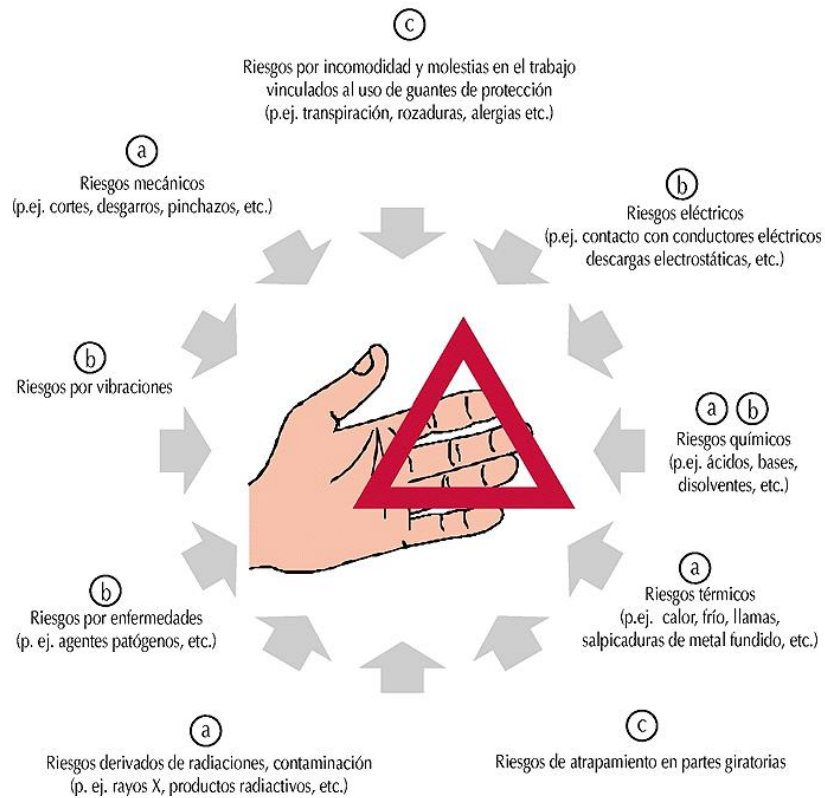


Figura 4.7. Riesgos a los que puede estar expuesta la mano del trabajador

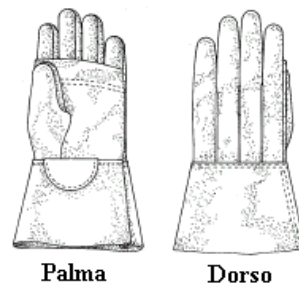


Figura 4.8. Guante

❖ Protectores Auditivos:

Son equipos de protección individual que, debido a sus propiedades para la atenuación de sonido, reducen los efectos del ruido en la

audición, para evitar así un daño en el oído. Esencialmente, tenemos los siguientes tipos de protectores: Orejeras, Orejeras Acopladas a Cascos, Tapones y Cascos Anti-Ruido.

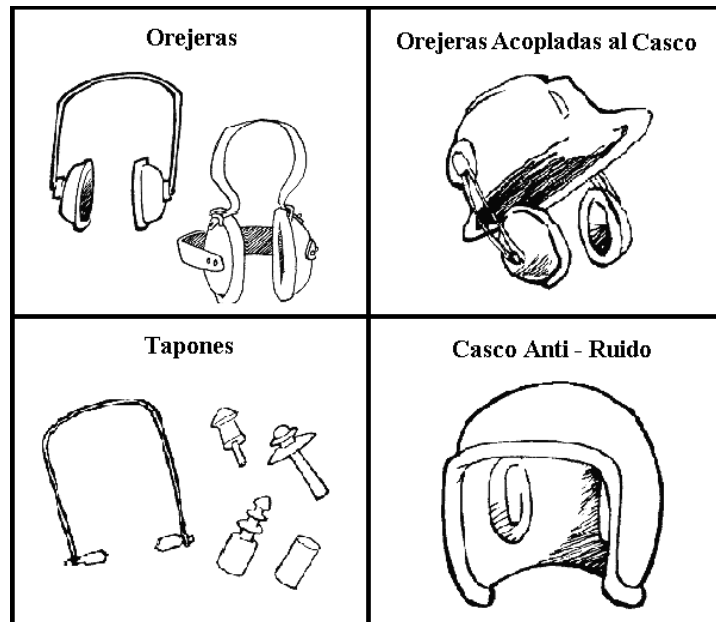


Figura 4.9. Protectores Auditivos

La exposición al ruido puede provocar alteraciones de la salud, en particular pérdidas auditivas y riesgos de accidente. En resumen, podemos esquematizar todo este conjunto de riesgos contra los que debe protegerse el oído del modo siguiente:

- Riesgos debidos al Ruido
- Riesgos debidos a una identificación insuficiente de las señales y a una comprensión insuficiente de las palabras
- Riesgos debido a la mala adaptación de los protectores auditivos.
- Riesgos Térmicos



Figura 4.10. Riesgos a los que puede estar expuesto el oído del trabajador

❖ Protectores Respiratorios:

Como su nombre lo indica, son equipos que a través de filtros, evitan que sustancias tóxicas o contaminantes entren a las vías respiratorias de los trabajadores.

Dentro de los protectores de vías respiratorias, se encuentran las máscaras, mascarillas y boquillas, entre otras.

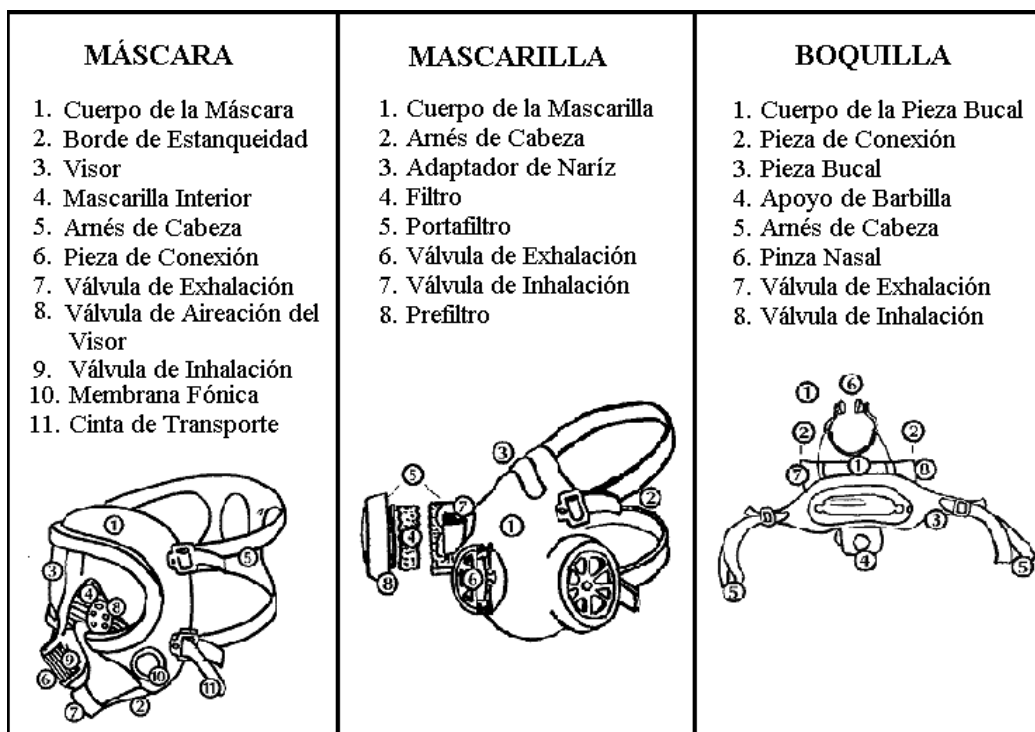


Figura 4.11. Protectores de Vías Respiratorias

En el lugar de trabajo las vías respiratorias del trabajador pueden hallarse expuestas a riesgos de naturaleza diversa; estos riesgos pueden categorizarse en:

- a. Amenaza de las vías respiratorias por acciones externas.
- b. Amenaza de la persona por acción a través de las vías respiratorias.
- c. Riesgos para la salud o molestias, vinculados al uso de equipos de protección respiratoria.

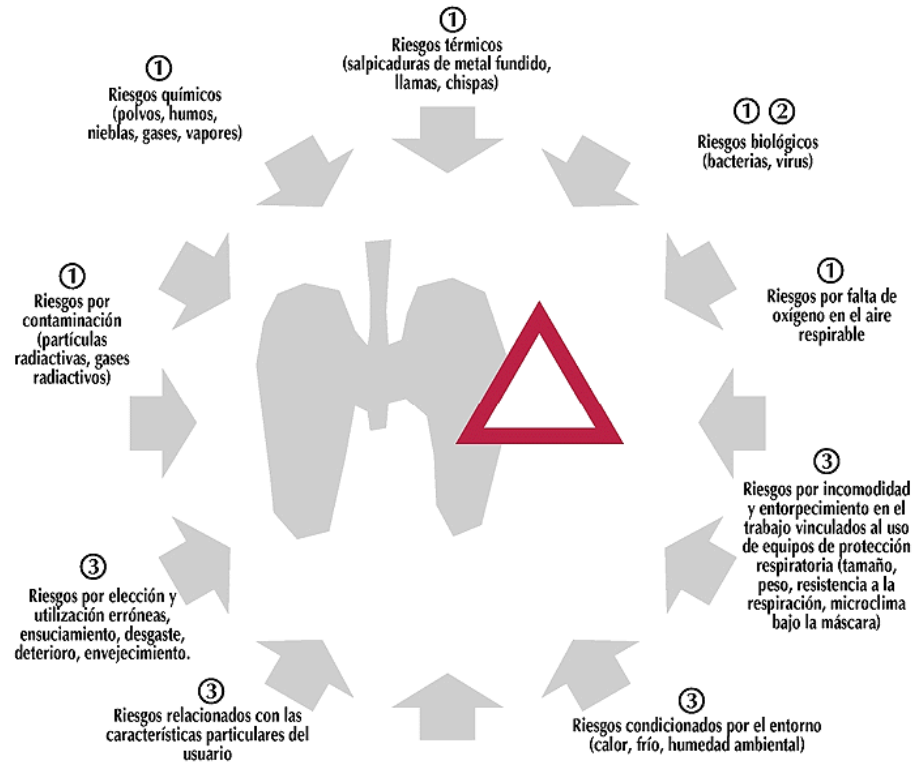


Figura 4.12. Riesgos a los que pueden estar expuestas las vías respiratorias del trabajador

❖ Cascos de Protección:

Un casco de protección para la industria es una prenda para cubrir la cabeza del usuario, que está destinada esencialmente a proteger la parte superior de la cabeza contra heridas producidas por objetos que caigan sobre el mismo. Las partes básicas de un casco son:

- a. Casquete: elemento de material duro y de terminación lisa que constituye la forma externa general del casco.
- b. Visera: prolongación del casquete por encima de los ojos.

- c. Ala: borde que circunda el casquete.
- d. Arnés: conjunto completo de elementos que constituyen un medio de mantener el casco en posición sobre la cabeza y de absorber energía cinética durante un impacto.
- e. Banda de Cabeza: parte del arnés que rodea total o parcialmente la cabeza por encima de los ojos a un nivel horizontal.
- f. Banda de Nuca: banda regulable que se ajusta detrás de la cabeza bajo el plano de la banda de cabeza y que puede ser una parte integrante de dicha banda de cabeza.
- g. Barboquejo: banda que se acopla bajo la barbilla para ayudar a sujetar el casco sobre la cabeza. Este elemento es opcional en la constitución del equipo.

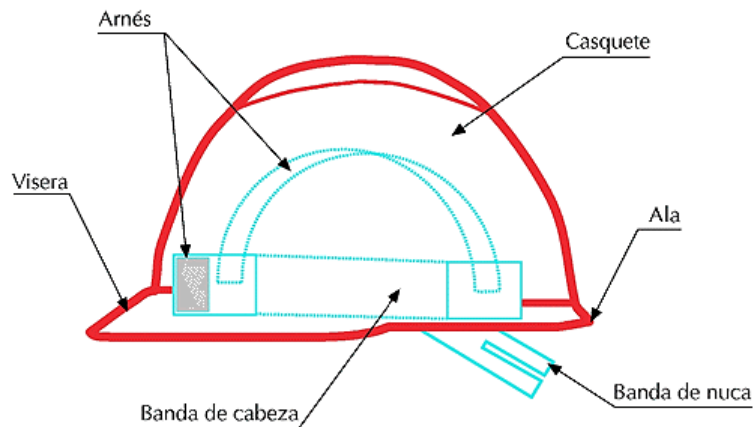


Figura 4.13. Partes de un Casco

Los riesgos a los cuales puede estar expuesta la cabeza del trabajador, pueden agruparse en:

- a. Lesiones craneales debidas a acciones externas
- b. Riesgos para las personas por acciones sobre la cabeza
- c. Riesgos para la salud o molestias vinculados al uso del casco de seguridad

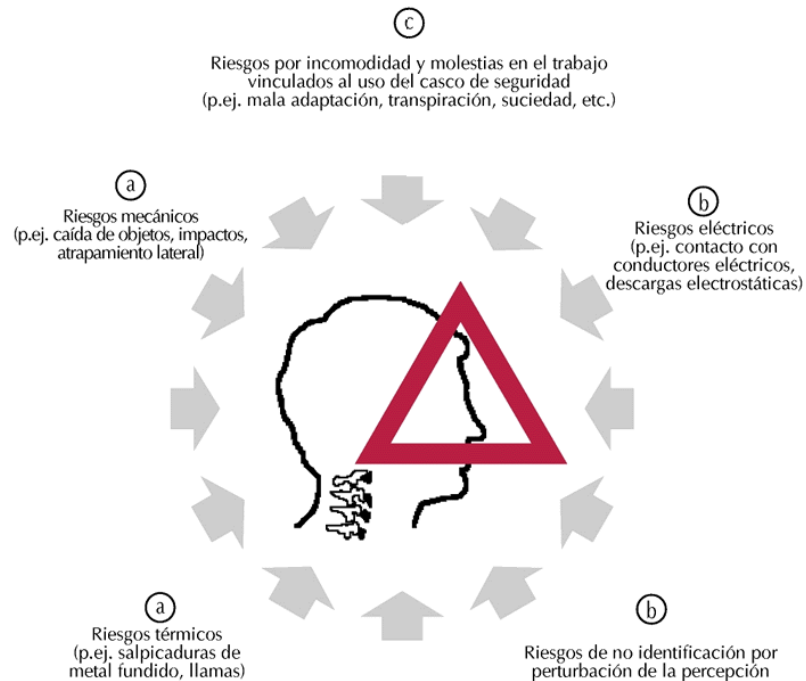


Figura 4.14. Riesgos a los que puede estar expuesta la cabeza del trabajador

❖ Fajas:

Una faja es un dispositivo usado, en teoría, para reducir la fuerza sobre la espina dorsal, incrementar la presión abdominal, mantener alineada la espina dorsal y reducir los esfuerzos mecánicos durante el levantamiento.

4.2. Primeros Auxilios

Se entienden por primeros auxilios, los cuidados inmediatos, adecuados y provisionales, prestados a las personas accidentadas o con enfermedad, antes de ser atendidos por algún personal médico. Los primeros auxilios varían según las necesidades de la víctima y según los conocimientos del socorrista.

Los primeros auxilios pretenden:

- ❖ Aliviar el dolor y la ansiedad del herido o enfermo.
- ❖ Conservar la vida.
- ❖ Evitar complicaciones físicas y psicológicas.
- ❖ Ayudar a la recuperación.
- ❖ Asegurar el traslado de los accidentados a un centro asistencial.

Es importante que en el área de trabajo, exista un botiquín de primeros auxilios, el cual es un contenedor de elementos necesarios para realizar una atención de emergencia. Debe tenerse presente que mientras más lejos se encuentre del Centro Asistencial, más completo debe ser el Botiquín de Primeros Auxilios.

CAPÍTULO V

SAP

5.1. Descripción General

SAP (Sistem, Aplication and Products) es una compañía alemana de sistemas de información, fundada el 1 de Abril 1972 por Wellenreuther, Hopp, Hector, Plattner y Tschira.

Actualmente, la compañía SAP es propietaria de dos productos informáticos, SAP R/3 y mysap.com, diseñados para cubrir de forma integral todas las áreas y niveles de un negocio. Estos dos productos han tenido gran éxito entre las empresas, básicamente debido a que este sistema de gestión empresarial informatizado posibilita un alto grado de integración, un eficaz control y alcance a todas las áreas de negocio, así como, un acceso instantáneo y organizado a una única base de datos. Además, tanto SAP R/3 como mysap.com, son los únicos que incorporan un entorno propio de programación (ABAP/4). Cuenta con la ventaja adicional de que es incorporable a empresas de todo tipo y de todos los tamaños. En definitiva, SAP es la empresa líder mundial y como proveedor de software ocupa el quinto lugar. Sus competidores más cercanos son Oracle, Peoplesoft y Baan.

El sistema SAP, comprende muchos módulos completamente integrados, que abarcan prácticamente todos los aspectos de la administración empresarial. Ha sido desarrollado para cumplir con las necesidades crecientes de las organizaciones mundiales y su importancia está más allá de toda duda. SAP ha puesto su mirada en el negocio como un todo, así ofrece un sistema único que soporta prácticamente todas las áreas en una escala global. SAP proporciona la oportunidad de sustituir un gran número de sistemas independientes, que se han desarrollado he instalado en organizaciones ya establecidas, con un solo sistema modular. Cada módulo realiza una función diferente, pero esta diseñado para trabajar en conjunto con los demás módulos.

Las principales características de SAP son:

- ❖ Información "on-line": significa que la información se encuentra disponible al momento, sin necesidad de esperar largos procesos de actualización y procesamiento habituales en otros sistemas.
- ❖ Jerarquía de la información: la forma de organizar la información permite obtener informes desde diferentes vistas.
- ❖ Integración: esta es la característica más destacable de SAP y significa que la información se comparte entre todos los módulos de SAP que la necesiten y que pueden tener acceso a ella. La información se comparte, dependiendo del los módulos que se utilicen o de las áreas a que lo requieran.

5.2. SAP R/3

El sistema SAP R/3 ofrece soluciones estándares para las necesidades enteras de información de una compañía. El ambiente de desarrollo de SAP y su sistema de

información, proveen a los clientes con poderosas herramientas para desarrollo y adaptación del sistema a los requerimientos individuales (personalización). Además, el ambiente de desarrollo del sistema R/3 continúa ofreciendo a los usuarios el lenguaje de programación de la cuarta generación (ABAP/4), creado especialmente para las necesidades comerciales.

El sistema SAP R/3 es un sistema integrado, es decir, una vez que la información es almacenada, esta disponible a través de todo el sistema, facilitando el proceso de transacciones y el manejo de información. Un ejemplo de ello es el caso de una empresa que desea adquirir un compresor que será instalado en una de sus neveras; entonces desde ese momento el compresor es buscado con el más apropiado vendedor. Seguidamente, a través del sistema SAP R/3, se genera la orden de compra, con la cual automáticamente se ordenan los fondos necesarios para su compra. Para este instante, todas las oficinas que deben saber sobre la adquisición del compresor, tendrán la información dentro de sus sistemas computacionales; por lo que no se necesita producir o tramitar copias de papeles de compra y/o facturas para el uso de varios departamentos administrativos. En el momento en que el compresor es recibido, el departamento correspondiente lo notificará al sistema SAP R/3 y se pagará la factura sin necesidad de aprobaciones futuras. Por su parte el resto de las oficinas podrá iniciar todas aquellas actividades involucradas con el compresor adquirido, la oficina central de contabilidad iniciará los cálculos por cargos extras, la oficina de activos empezará a realizar los cálculos de las depreciaciones, la oficina de mantenimiento comenzará a hacer el calendario de mantenimiento del nuevo compresor y su correspondiente historial.

5.3. Módulos de SAP

Las aplicaciones o módulos de SAP R/3 se dividen en cuatro grandes áreas: Finanzas, Logística, Gestión de Recursos Humanos y Funciones Multiaplicaciones. Las aplicaciones del programa funcionan de modo integrado, de forma que existe una conexión implícita entre las cuatro grandes áreas.

Módulos SAP R/3

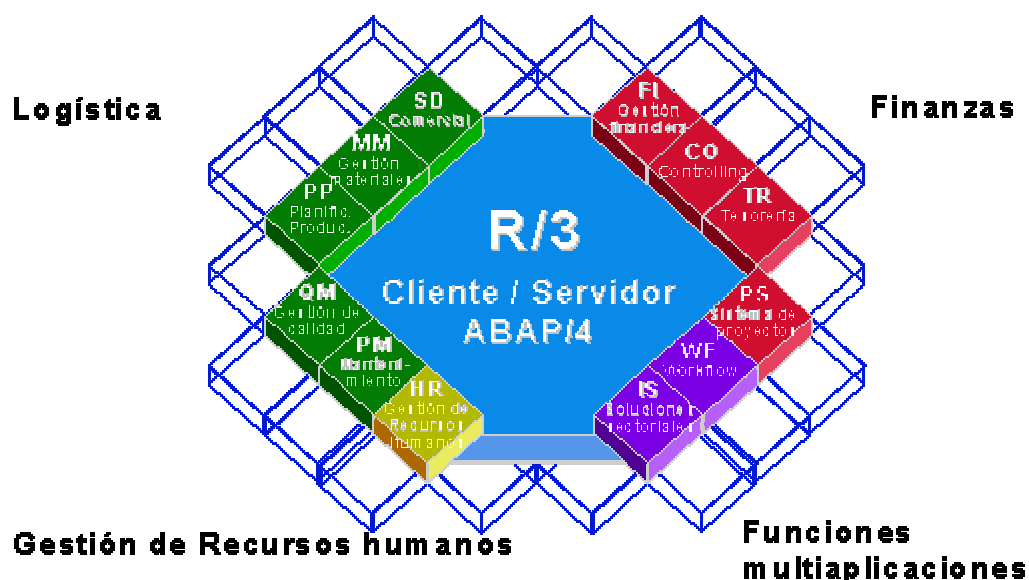


Figura 5.1. Módulos de SAP R/3

5.3.1. Área de Finanzas

El área de finanzas está compuesta por varios módulos, entre ellos: Gestión Financiera, Contabilidad de Costes, Tesorería y Sistema de Proyectos. Estos módulos presentan una visión completa de las funciones contables y financieras; además de disponer de un amplio sistema de información que facilita a los directivos la toma de

decisiones rápidas. Una de las ventajas que ofrece esta área es que sus aplicaciones están creadas de tal modo que pueden ser utilizadas por todo tipo de empresas, desde las más pequeñas hasta las grandes multinacionales.

El Módulo Gestión Financiera - FI (Financial Accounting), proporciona las funciones que controlan el aspecto operativo de la contabilidad y de la información financiera de la empresa. El Módulo Contabilidad de Costes - CO (Controlling), es un sistema integral para el control de los gastos generales. Ofrece la funcionalidad que se necesita para capturar la estructura de una compañía, en la forma de un plan amplio de centros de costos que defina claramente su organigrama de responsabilidades. Básicamente, las funciones que se aplican en este módulo, permiten determinar los costes de fabricación, así como simular cambios en los métodos de producción y su repercusión en los márgenes.

El objetivo principal del Módulo Tesorería - TR (Treasury) es integrar la administración del efectivo y la previsión de liquidez con las actividades logísticas de la empresa y con las transacciones financieras. Además, incluye herramientas para analizar los mercados de dinero, garantías y derivados. Dentro de las funciones que pueden emplearse en este módulo, está la capacitación para aplicar las herramientas del presupuesto de efectivo y los métodos de contabilidad que toman en consideración la asignación de responsabilidades. Estos métodos consideran las posiciones presupuestarias corrientes y las fuentes de los fondos pertinentes para permitir un control y seguimiento más sutiles.

Las funciones o aplicaciones del Módulo Sistema de Proyectos - PS (Project System), pueden englobarse en cinco grupos de tareas, los cuales son:

- ❖ Planificación aproximada inicial, con tiempos y valores establecidos desde un desglose de la estructura de trabajo o, al menos, desde un listado de los trabajos que hay que hacer.
- ❖ Planificación ajustada, que puede utilizar elementos de costo o métodos de cálculo de costos unitarios e implicar la inserción manual de fechas críticas, detalles de las actividades, programación automática con R/3 y la identificación de las actividades del camino crítico.
- ❖ Coordinación de los recursos a través de requisiciones de compras automáticas y planes de reserva de materiales, control de inventario de existencia, planificación en red del equipo de personas, capacidades, materiales, recursos operativos y servicios.
- ❖ Seguimiento de los materiales, capacidades y fondos, cuando el proyecto se aprueba y ejecuta utilizando la administración de presupuestos, la reserva y asignación de fondos, comprobando su disponibilidad, así como la de los materiales y capacidades, con una alarma a la dirección del proyecto en caso de exceder ciertos límites.
- ❖ Finalización del proyecto, con análisis de los resultados y cancelación.

5.3.2. Área de Logística

El área de logística contiene el mayor número de módulos: Ventas y Distribución, Administración de Materiales, Planificación y Control de la Producción, Administración de la Calidad y Mantenimiento de Planta. Esta área, proporciona las herramientas necesarias para analizar y gestionar el estado de la logística de la

empresa y realizar previsiones en la cadena de suministro (desde la compra de la materia prima hasta la entrega al cliente y su facturación). Cubre numerosos procesos de negocio que incluyen herramientas para sistemas con fabricación flexible y gran cantidad de herramientas e informes predefinidos para ayudar en la toma de decisiones.

El diseño del Módulo Ventas y Distribución - SD (Sales and Distribution) hace hincapié en el uso de una estrategia de ventas que responda a las condiciones del mercado. Al personalizar el sistema, una de las prioridades debe ser desarrollar una estructura de datos que pueda registrar, analizar y controlar las actividades que satisfagan a los clientes y que reporten un beneficio adecuado en el siguiente ejercicio contable en el futuro. Este módulo proporciona un conjunto de registros maestros de datos y un sistema de transacciones comerciales documentadas.

Con el módulo SD se puede definir y controlar las estructuras de precios y, junto con la conexión con el módulo Contabilidad de Costes, las cuentas a cobrar y la facturación son actualizadas de forma inmediata.

Los distintos componentes del módulo SD permiten gestionar todos los aspectos de las actividades comerciales de ventas: pedidos, promociones, competencia, ofertas, seguimiento de llamadas, planificación, campañas, etc.

El objetivo principal del Módulo Administración de Materiales - MM (Materials Management), es proporcionar un soporte detallado de las actividades diarias para todo tipo de empresa que consuman materiales en sus procesos de producción, incluidos la energía y los servicios. Este módulo comprende todas las actividades y funciones logísticas relacionadas con la adquisición (compras) y el control (inventario) de la cadena de suministros.

El Módulo Planificación y Control de la Producción - PP (Production Planning and Control), ha sido diseñado para ser utilizado en cualquier sector industrial. Provee procesos comprensivos para todo tipo de manufactura. El enfoque clásico de la planificación de los requisitos de material, parte de la planificación de las operaciones que debe llevarse a cabo, tanto en el área de ventas o pedidos, como en la de proyectos. A partir de esta fase inicial el sistema ofrece métodos aceptados de planificación y control de los materiales hasta la entrega misma de los productos. La administración integrada de la cadena de suministro es el método que utiliza SAP para construir y soportar la planificación y el control de la producción.

El Módulo Administración de la Calidad - QM (Quality Managment) tiene como función monitorear, capturar y manejar todos los procesos relevantes relacionados con el mantenimiento de la calidad a lo largo de la cadena de suministros. Además, coordina la inspección de los procesos e inicia la corrección de medidas e integra laboratorios de sistemas de información.

Los componentes de este módulo se encargan de realizar todas aquellas tareas que implican la planificación de la calidad, el control, las inspecciones y el cumplimiento de los estándares de calidad normalizados internacionalmente.

El Módulo Mantenimiento de Planta - PM (Plant Maintenance) provee una planeación y el control del mantenimiento de la planta a través de la programación de un cronograma, así como las inspecciones, mantenimiento de daños y administración de servicios para asegurar la disponibilidad de los sistemas operacionales, incluyendo plantas y equipos entregados a los clientes

El módulo PM brinda soporte para disponer de representaciones gráficas de las plantas de producción y se puede conectar con sistemas de información geográfica (GIS) y contener diagramas detallados. Además, soporta la gestión de problemas

operativos y de mantenimiento, de los equipos, de los costes y de las solicitudes de pedidos de compras

Su completo sistema de información, permite identificar rápidamente los puntos débiles y planificar el mantenimiento preventivo.

5.3.3. Área de Gestión de Recursos Humanos

El área de Gestión de Recursos Humanos, incluye todos los procesos de negocio necesarios para controlar y gestionar de una manera eficaz las necesidades de recursos humanos de las empresas: desde gestión de candidatos a puestos de trabajo a la elaboración de nóminas o al desarrollo de personal, así como al control de tiempos. Está compuesto por un único módulo llamado Recursos Humanos.

El objetivo del Módulo Recursos Humanos - HR (Human Resources) es que los usuarios introduzcan los datos una única vez, con lo que estarán disponibles de forma inmediata para cualquier otra aplicación relacionada, como la contabilidad, el mantenimiento de planta, el sistema de proyectos o el workflow

La mayoría de los componentes del módulo HR, pueden implementarse de forma gradual según se vaya necesitando. Algunos pueden configurarse como sistemas autónomos, como una etapa de transición antes de tener una instalación totalmente integrada a SAP. Los módulos constituyentes de la aplicación HR de Recursos Humanos han sido diseñados para cubrir dos apartados importantes de la empresa, el financiero y el relativo a las cualificaciones de los trabajadores.

El módulo de HR y todos los procesos de negocio asociados están en relación directa con los países específicos, dado que el software debe ser compatible con las

leyes de cada país en materia laboral, impuestos, beneficios sociales, etc. Por este motivo SAP incluye procedimientos, transacciones y variables que varían para los distintos países.

Los componentes de este módulo abarcan totalmente la administración de salarios y nóminas, modelos de turnos, planificación de trabajo, gestión de gastos de viajes, etc.

5.3.4. Área de Funciones Multiaplicaciones

Para que las empresas puedan ser competitivas en los exigentes mercados actuales, necesitan reducir sus costes y proporcionar valor añadido a sus productos y servicios. Estos objetivos y necesidades requieren que las empresas inviertan y empleen sistemas y tecnologías de la información, que no únicamente requieren la integración de los procesos de negocio, sino que puedan satisfacer también las demandas exclusivas de su segmento industrial de mercado.

Para complementar el extenso conjunto de funciones y modelos de procesos de negocios que incluye el sistema R/3, SAP también ha desarrollado los Módulos Soluciones Industriales y Workflow.

El Módulo Soluciones Industriales - IS (Industry Solutions) es un conjunto de transacciones, programas, pantallas y documentaciones que se instala como un paquete adicional (ADD-ON) y que funciona perfectamente integrado con el resto de las aplicaciones de R/3. Así, por ejemplo, hay módulos destinados a la banca, a la industria del automóvil, a petroleras, a la gestión de hospitales, a constructoras de ingeniería, etc.

El Módulo Workflow – WF es una herramienta usada para controlar, procesar y optimizar automáticamente procesos de aplicaciones vinculadas entre sí, al planificar y realizar tareas del mantenimiento.

5.4. Módulo PM del Sistema SAP R/3

El módulo PM se implementa para llevar el control y planeamiento de las actividades de mantenimiento dentro de la planta; pero para ello, es necesario conocer algunos términos o conceptos del programa, tales como: objetos técnicos, ubicación técnica, equipo, hoja de ruta, etc.

Los sistemas a ser mantenidos en el sistema SAP R/3, se representan mediante Objetos Técnicos. Los objetos técnicos pueden ser: Equipos, Ubicaciones Técnicas o Conjuntos. Cabe destacar, que antes de empezar a representar objetos técnicos en el sistema, se debe conocer la organización de planificación del mantenimiento en la empresa. De igual forma debe centrarse ante todo en la estructura de toda la empresa; lo que implica la correcta definición de los centros de emplazamiento y de los centros de planificación del mantenimiento en el sistema.

El centro de emplazamiento para un objeto técnico es el lugar en el que se encuentra montado. En el centro de emplazamiento, se pueden gestionar puestos de trabajo que realizan las tareas de mantenimiento para los objetos técnicos montados en el mismo.

El centro de planificación del mantenimiento de un objeto técnico, como su nombre lo indica, es el centro en el que se planifican y preparan las medidas de mantenimiento para el objeto. En el centro de planificación del mantenimiento se llevan a cabo las siguientes actividades:

- ❖ Definición de hojas de ruta
- ❖ Planificación de necesidades basada en las listas de materiales en hojas de ruta y órdenes
- ❖ Gestión y programación de planes de mantenimiento
- ❖ Creación de avisos de mantenimiento
- ❖ Ejecución de órdenes de mantenimiento

El modo en que se representa la organización de la planificación del mantenimiento en cada empresa, depende de la estructura total de la misma y se disponen de tres opciones:

- ❖ Planificación centralizada de mantenimiento
- ❖ Planificación descentralizada de mantenimiento
- ❖ Planificación de mantenimiento parcialmente centralizada

La planificación centralizada de mantenimiento permite encontrar las siguientes combinaciones de centros:

- ❖ La empresa sólo dispone de un centro, que es al mismo tiempo centro de emplazamiento y centro de planificación de mantenimiento de todos los objetos técnicos.
- ❖ La empresa posee diversos centros de emplazamiento, sin embargo sólo en uno de ellos se realiza planificación de mantenimiento. El centro en el que se realiza la planificación de mantenimiento se indica en el sistema como el centro de planificación del mantenimiento. El resto de los centros se

asignan a este centro como centros de emplazamiento para los que se deben planificar las medidas de mantenimiento en el centro de planificación del mantenimiento. Por ejemplo, una empresa organizada con tres centros, donde:

Centros	0001, 0002, 0003
Centros de Emplazamiento	0001, 0002, 0003
Centro de Planificación de Mantenimiento	0001
Centros asignados al Centro de Planificación de Mantenimiento	0002, 0003

Tabla 5.1. Organización de una Empresa con Planificación Centrada de Mantenimiento con Varios Centros de Emplazamiento

La planificación descentralizada de mantenimiento pone a disposición de la empresa diversos centros de emplazamientos, los cuales efectúan su propia planificación de mantenimiento. En este caso, todos los centros en el sistema se indican como centros de planificación del mantenimiento.

Centros	0001, 0002, 0003
Centros de Emplazamiento	0001, 0002, 0003
Centro de Planificación de Mantenimiento	0001, 0002, 0003

Tabla 5.2. Organización de una Empresa con Planificación Descentralizada de Mantenimiento

En la planificación de mantenimiento parcialmente centralizada la empresa dispone de diversos centros de emplazamiento, algunos de los cuales realizan su propia planificación de mantenimiento. Los centros que no tienen su propia planificación de mantenimiento, se asignan a centros de planificación de mantenimiento. Por ejemplo, una empresa organizada con cinco centros, donde:

Centros	0001, 0002, 0003, 0004, 0005
Centros de Emplazamiento	0001, 0002, 0003, 0004, 0005
Centro de Planificación de Mantenimiento	0001, 0004
Centros asignados al Centro de Planificación de Mantenimiento 0001	0002, 0003
Centros asignados al Centro de Planificación de Mantenimiento 0004	0005

Tabla 5.3. Organización de una Empresa con Planificación de Mantenimiento Parcialmente Centralizada

Una vez que se haya representado la estructura de organización de la empresa, se puede seleccionar entre tres opciones diferentes para representar objetos técnicos:

- ❖ Estructuración funcional: se subdivide la instalación en Ubicaciones Técnicas.
- ❖ Estructuración por objetos: se subdivide la instalación en Equipos.
- ❖ Combinación: en este caso, los equipos se montan en ubicaciones técnicas.

Es importante resaltar que cada objeto técnico, se gestiona independientemente en el sistema a fin de:

- ❖ Gestionar datos individuales desde una perspectiva de mantenimiento para el objeto.
- ❖ Realizar medidas de mantenimiento individuales para el objeto.
- ❖ Mantener un registro de las medidas de mantenimiento efectuadas para el objeto.

- ❖ Agrupar y valorar datos para el objeto entre intervalos de tiempo prolongados

Cuando son muchos los objetos técnicos que deben introducirse dentro del sistema, es posible agruparlos según las características que tengan en común; organizándolos según diferentes criterios. Esto permite una fácil localización, además de la creación de un sistema de clasificación de estructura jerárquica para la empresa.

5.4.1. Equipo

Se entiende por Equipo, a objetos físicos e individuales que se actualizan de forma independiente. Cada equipo se define y gestiona en el módulo PM, mediante un registro maestro individual y se puede establecer un historial de mantenimiento para cada uno de ellos.

Para representar un objeto técnico mediante un equipo, se debe tener en cuenta que:

- ❖ Los datos individuales se gestionan para el objeto, por ejemplo: año de construcción, período de garantía, lugares de intervención.
- ❖ Las medidas de mantenimiento se ejecutan para el objeto, ya sea de forma regular, planificada o a consecuencia de un síntoma de avería.
- ❖ Debe almacenarse un registro de las medidas de mantenimiento efectuadas para el objeto, ya sea para efectos de la aseguradora o para llevar el control de la inspección anual.
- ❖ Los datos técnicos se agrupan y evalúan durante una período prolongado

- ❖ Los costes de las medidas de mantenimiento se controlan para el objeto.
- ❖ El objeto precisa los registros de los tiempos de empleo en las ubicaciones técnicas

En el módulo PM, los registros maestros de los equipos se gestionan a nivel de mandante, es decir, sus números son válidos para todo el grupo de empresas. Dicho registro debe poseer la siguiente información:

- ❖ Datos Generales: es aquella información que no varía a lo largo del tiempo, por ejemplo el valor de adquisición del equipo, sus dimensiones, año de fabricación, etc.
- ❖ Datos de Mantenimiento, ubicación y ventas: es aquella información temporal, que puede ser modificada con el tiempo. Los datos temporales permiten obtener una visión dinámica del equipo. Ejemplos de estos datos son: puesto de trabajo del responsable, grupo de planificación de mantenimiento, etc.
- ❖ Datos de Serialización: especifican cuando se desean gestionar los equipos no sólo como objetos individuales, sino también desde una perspectiva de gestión de stocks. Estos datos incluyen datos del material, así como información de stock y cliente.
- ❖ Datos de Configuración: son los datos que describen los componentes individuales de un producto estándar que forman el equipo.
- ❖ Datos del Interlocutor: describen una responsabilidad determinada para un equipo, por ejemplo: proveedor, comprador, etc.

Los equipos podrán montarse y desmontarse en ubicaciones técnicas y los tiempos de empleo de los mismos en una ubicación técnica se documentan a lo largo del tiempo.

Al estructurar las instalaciones de la empresa, existe la opción de representar una estructura jerárquica de equipo utilizando equipos superiores o inferiores. Esto puede ser útil, sobre todo si se desea dividir equipos grandes montados en una ubicación técnica en unidades más pequeñas que puedan gestionarse como equipos dentro del sistema.

Se denomina Equipo Superior a aquel sistema complejo formado por varios equipos individuales. Se puede estructurar un sistema complejo con tantos niveles como se requiera, utilizando equipos superiores y equipos inferiores o sub-equipos.

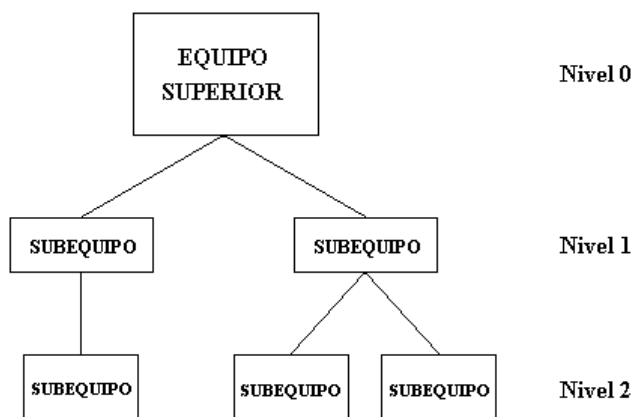


Figura 5.2. Jerarquía de Equipos

Los equipos pueden montarse en diversos equipos superiores a lo largo de su vida útil y es posible que durante ella existan períodos en los que no estén montados o están en stock. Cabe destacar que, al implementar jerarquías de equipos, solamente se puede montar el equipo superior en una ubicación técnica.

5.4.2. Ubicación Técnica

Una ubicación técnica es toda área física o lógica, incluida en una estructura técnica representativa de la Planta. La ubicación técnica puede tener a su vez, otros objetos técnicos instalados y estar sujeta a labores de mantenimiento.

Las ubicaciones técnicas se pueden estructurar según los siguientes criterios:

- ❖ Criterios funcionales, por ejemplo: estación de bombeo, unidad condensadora, etc.
- ❖ Criterios relativos al proceso, por ejemplo: evaporación, condensación, etc.
- ❖ Criterios espaciales, por ejemplo: taller, ubicación, etc.

Por lo general, se crean Ubicaciones Técnicas cuando:

- ❖ Se requiera representar sistemas o estructuras técnicas dentro de la empresa según su funcionalidad.
- ❖ Las medidas de mantenimiento deban realizarse para áreas individuales de un sistema o estructura técnica.
- ❖ Deban mantenerse registrados las medidas de mantenimiento efectuadas para áreas individuales de un sistema o estructura técnica.
- ❖ Deban agruparse y valorarse datos técnicos por largos períodos de tiempo para áreas individuales del sistema o estructura técnica
- ❖ Deban supervisarse los costes de las medidas de mantenimiento para áreas individuales del sistema o estructura técnica.

El registro maestro de una ubicación técnica contiene los siguientes grupos de datos:

- ❖ Datos de ubicación y mantenimiento: comprenden, por ejemplo, el centro de coste y emplazamiento, el indicador de estructura, la ubicación técnica superior y el responsable del centro de planificación del mantenimiento.
- ❖ Datos del interlocutor: describen una responsabilidad determinada para una ubicación técnica, por ejemplo, el proveedor, el comprador y el empleado responsable.

El Indicador de Estructura, constituye el patrón de generación de códigos para identificar ubicaciones técnicas y sus objetivos principales son:

- ❖ Dar forma a la estructura general de identificación funcional
- ❖ Generar la estructura de relación jerárquica entre objetos mantenibles.

El indicador de estructura, consta de siete caracteres alfanuméricos:

AX - X - X - AX - X - X/X

donde A es un caracter alfabético, mientras que X es alfanumérico:

	PLANTA	ACTIVOS DE VENTA
AX	Planta Geográfica	Centro
X	Área	Área
X	Sub Área	Sub Área
AX	Proceso	Tipo de Activo
X	Etapas	Sub Tipo
X	Sistema	No Aplica
X	Sub Sistema	No Aplica

Tabla 5. 4. Significado de los Términos del Indicador de Estructura

La Planta Geográfica o Centro (AX) indica la posición geográfica a la cual está asociada la ubicación técnica en estudio. Favorece la eventual fusión o disgregación de Compañías. Ejemplos de Centro son: Centro EFE Chacao, Centro Promesa, Centro Disesa, Centro Disemesa, etc.

El Área (X) indica, dentro de la Planta Geográfica o Centro, la naturaleza del proceso que se cumple en cada sector. Por ejemplo: Producción, Administración, Almacenamiento, Ventas, etc.

El Sub Área (X) representa diversos subconjuntos incluidos en cada área. Estos subconjuntos se orientan a productos (Producción), procesos (Administración), áreas geográficas (Ventas), etc. Por ejemplo: Producción: Harinas, Aceites, Alimentos Balanceados para Animales, etc. Para el caso de Productos EFE, estos subconjuntos se orientan generalmente a áreas geográficas comúnmente llamadas Sucursales.

El Proceso (AX) representa los diversos subconjuntos incluidos en cada Sub Área. Por ejemplo: recepción, vaciado, etc.

El Tipo de Activo (X) representa las diversas modalidades de Activos de Venta presentes en cada localidad geográfica (Sub Área). Ejemplos: Flota de Vehículos, Neveras, Cavas, Equipos de Venta Menores, etc.

La Etapa (X) simboliza las divisiones de cada Proceso; por ejemplo: acondicionamiento, pulido, secado, etc.

El Sub Tipo, representa las diversas modalidades aplicables a cada Tipo de Activo. Por Ejemplo: Modalidades de Flota: Camiones, Camionetas; Modalidades de

Equipos de Venta Menor: Carritos, Motos, Bicicletas, Triciclos; Modalidades de Neveras: Exhibidoras, Conservadoras, etc.

El Sistema (X) indica las divisiones de cada Etapa; mientras que el Sub Sistema (X) simboliza las eventuales divisiones de cada Sistema.

Al igual que los equipos, las ubicaciones técnicas pueden clasificarse según sus características técnicas, para facilitar su búsqueda en el sistema. La estructura jerárquica de la ubicación técnica, permite actualizar de forma centralizada los datos que están en niveles más altos respecto de aquellos que quedan por debajo.

Una de las ventajas que trae consigo la creación de Ubicaciones Técnicas, es que se pueden visualizar los objetos de toda la instalación utilizando varias vistas estructurales.

5.4.3. Lista de Materiales

La Lista de Materiales es una relación estructurada de los componentes que constituyen un objeto técnico. Incluye la identificación de cada componente, su cantidad y los datos inherentes a su Registro Maestro de Materiales. Puede ser interpretada como el “despiece” de un objeto técnico (Ubicación Técnica o Equipo).

Dentro del sistema R/3 PM, los principales tipos de Listas son los siguientes:

- ❖ Lista de Materiales para Equipos: se utilizan para describir la estructura de un equipo y asignar piezas de recambio a un equipo para su mantenimiento.

- ❖ Lista de Materiales para Ubicaciones Técnicas: agrupan los elementos de una estructura técnica, como las unidades funcionales de todo un centro

Las ventajas que se obtienen al implementar una lista de materiales son:

- ❖ Permitir la planificación de requerimientos de materiales sobre la base de las Listas de Materiales asociadas a los Planes, Programas y Ordenes de Mantenimiento.
- ❖ Simplificar la selección de los materiales requeridos para una orden de trabajo, mediante el uso de la estructura gráfica de la lista de materiales, haciendo la planificación de los mismos considerablemente más fácil.
- ❖ Permitir la detección de problemas repetitivos o localizados ya que habilita el uso de la estructura gráfica de la lista de material, lo cual da una visión general de todos los componentes que constituyen un objeto técnico, pudiéndose seleccionar directamente el objeto al cual se requiere realizar una notificación de mantenimiento. Este hecho permite fijar con mayor precisión el problema dentro del objeto técnico.

5.4.4. Puesto de Trabajo

Un puesto de trabajo es una unidad organizacional en la cual se llevan a cabo una o varias operaciones asociadas a Ordenes de Mantenimiento. En estas unidades se establece dónde y quién realiza cada operación, la capacidad total y disponible, así como el Centro de Costo asociado y las tarifas asociadas.

Los puestos de trabajo están codificados de la siguiente manera:

AAA - X - XX

donde los caracteres A son alfabéticos, mientras que los X son alfanuméricos y simbolizan:

AAA: Especialidad

X: Nivel

XX: Área

La Especialidad indica el área de especialización que identifica el puesto de trabajo. Por ejemplo: Mecánico, Electricistas, Instrumentista, etc.

Los puestos de trabajo están divididos por Niveles según el grado de especialización de la especialización. Por ejemplo: Primera, Segunda, Ayudante, etc.

El área, indica la zona en la cual labora el puesto de trabajo. Por ejemplo: Harinas, Alimentos, Aceites, Técnica, etc.

5.4.5. Hoja de Ruta

Las Hojas de Ruta describen las actividades a ser cumplidas para inspeccionar, reparar y/o mantener los sistemas técnicos. De igual manera, enumera los materiales y herramientas requeridos para dichas actividades y establece los tiempos estimados para completar los trabajos.

Cada hoja de ruta puede combinarse con una o más posiciones de mantenimiento. Cuando la posición de mantenimiento está relacionada con el plan de mantenimiento, las operaciones de la hoja de ruta se realizarán en todos los objetos

técnicos contenidos en las posiciones de mantenimiento en las fechas determinadas por los planes de mantenimiento programados.

Las tareas de mantenimiento a ser realizadas están descritas en el Resumen de Operaciones de la Hoja de Ruta, que incluye, entre otros aspectos:

- ❖ Operaciones y Sub-operaciones
- ❖ Clave de Control operaciones
- ❖ Tiempos estimados
- ❖ Componentes (materiales)
- ❖ Paquetes (Frecuencias)

En una hoja de ruta, es posible introducir los siguientes datos:

- ❖ Factor de hoja de ruta: indica la frecuencia con la que se debe realizar una hoja de ruta.
- ❖ Condición del sistema: indica si un sistema técnico puede estar funcionando durante la medida de mantenimiento.

Las hojas de ruta, pueden ser de tres tipos:

- ❖ Hojas de Ruta para Ubicaciones Técnicas
- ❖ Hojas de Ruta para Equipos
- ❖ Instrucciones MT

Las hojas de ruta para ubicaciones técnicas son aquellas que poseen un vínculo específico con una Ubicación Técnica, es decir, usándolas se pueden definir y

manejar tareas de mantenimiento específicas para una determinada Ubicación Técnica.

Las hojas de ruta para equipos son aquellas hojas que poseen un vínculo específico con un Equipo, es decir, al emplearlas pueden definir y manejar tareas de mantenimiento específicas para un Equipo en particular.

Las Instrucciones MT son de uso general y su empleo no está asociado a un objeto técnico en especial. A través de ellas, se pueden definir y manejar en forma centralizada las secuencias de tareas de mantenimiento.

5.4.6. Aviso de Mantenimiento

Los avisos de mantenimiento describen condiciones particulares que afectan a un objeto técnico. Sus objetivos son: reportar averías de un objeto técnico (Aviso de Avería), informar a las unidades de Mantenimiento que sus servicios son requeridos (Solicitud MT) y documentar los trabajos realizados (Aviso de Actividad).

Una vez realizada la actividad de mantenimiento y notificada la orden, se deben reportar los resultados técnicos en el aviso de mantenimiento, para contar con data estadística que permita la realización posterior de análisis de la gestión y la generación de sus respectivos indicadores.

Dentro del módulo PM del sistema SAP, existen tres tipos de aviso de mantenimiento, éstos son:

- ❖ Aviso de Avería: se emplean para describir la condición de un objeto a mantener y una avería en particular

- ❖ **Aviso de Actividad:** se utilizan para describir una actividad de mantenimiento que ya ha sido ejecutada (sólo documentación técnica).
- ❖ **Solicitud MT:** como su nombre lo indica, se emplean para solicitar una actividad de mantenimiento.

La Conclusión del Aviso de mantenimiento, permite indicar que la operación de mantenimiento ha sido culminada con éxito y que todo ha sido registrado.

5.4.7. Órdenes de Mantenimiento

En el componente de la aplicación PM, se utiliza una orden de mantenimiento para:

- ❖ Planificar y controlar la ejecución de las operaciones de mantenimiento
- ❖ Supervisar la ejecución de las actividades de mantenimiento
- ❖ Introducir y liquidar los costes producidos por las actividades de mantenimiento

La razón principal por la cual se emplean órdenes de mantenimiento, es porque de esta manera, se registran y cuantifican todas las acciones de mantenimiento (Horas de trabajo, Servicios y Materiales utilizados), que garantizan la continuidad del proceso productivo.

Las órdenes de mantenimiento pueden ser de tres tipos:

- ❖ **PM01:** Órdenes no Planificadas creadas al requerirse acción inmediata.

- ❖ PM02: Órdenes Planificadas que surgen de Avisos de Mantenimiento (Avisos de Avería y Solicitudes MT).
- ❖ PM03: Órdenes Preventivas liberadas por Programas en fechas previstas.
- ❖ PM05: Órdenes para calibración de instrumentos y/o equipos de medición.
- ❖ ZPM4: Órdenes para Fabricación de materiales y/o equipos para stock.
- ❖ ZPM5: Órdenes para proyectos (Control de mano de obra de Mantenimiento).
- ❖ ZPM6: Órdenes de Renovación (Mantenimiento Equipos reusables).

El mantenimiento correctivo por emergencia (PM01), se produce cuando existe una falla en un objeto y se interviene para corregirla. Hay dos tipos de clases de actividad posibles: reparación o limpieza.

Las órdenes para el mantenimiento correctivo programado (PM02) se realizan cuando por una inspección no programada se detectan presuntas condiciones anómalas que pudieran afectar al objeto y se programa una fecha para intervenirlo, con el objetivo de eliminar estas condiciones de riesgo. Hay cuatro tipos de clases de actividad de mantenimiento correctivo: inspección, reparación, lubricación y limpieza.

Las órdenes para el mantenimiento preventivo (PM03) se emplean cuando se planifica una intervención en un equipo sin que medie una falla. Este mantenimiento puede ser producto de una inspección planificada o de políticas de intervenciones basadas en estrategias de tiempo, contadores o rendimiento. En ambos casos pueden o no conformar los planes de mantenimiento. Hay cuatro clases de actividad para estos tipos de trabajo preventivo: inspección, mantenimiento, lubricación y limpieza.

Las órdenes para calibración-verificación (PM05) se utilizan para todos los trabajos de mantenimiento relacionados con la gestión de los instrumentos de medición e inspección. Corresponde a aquellos trabajos que ameriten certificados de calibración y cálculos de incertidumbre. Las clases de actividad asociadas son calibración, mantenimiento y reparación

Las órdenes para fabricación para stock (ZPM4) se utilizan para abarcar los trabajos de fabricación de componentes por mano de obra interna o externa. La única clase de actividad asociada a este tipo de mantenimiento es Fabricación. La clase de actividad Fabricación también está incorporada a los otros tipos de mantenimiento y aplican si se trata de obtener una pieza o equipo que será utilizada(o) sin formar parte del stock, dentro del tipo de mantenimiento que corresponda.

Las órdenes para proyectos (ZPM5), se emplean en trabajos para proyectos que efectúe personal de Mantenimiento o por servicios contratados para proyectos por personal de Mantenimiento. Las clases de actividad de mantenimiento asociadas a este tipo de mantenimiento son montaje, fabricación y mantenimiento

Las órdenes de renovación (ZPM6), se emplea para reparaciones de equipos que, al momento de necesitar Mantenimiento, son reemplazos por otro similar y se reparan a posteriori. Una vez reparados pueden quedar a disposición del mismo equipo superior donde estaba emplazado antes de ser reemplazado o en otro que lo requiera. Las clases de actividad de mantenimiento asociadas a este tipo de mantenimiento son mantenimiento, reparación y fabricación.

El sistema proporciona una amplia serie de funciones para planificar, gestionar y liquidar la orden:

❖ Funciones de Planificación

❖ Funciones de Gestión

❖ Funciones de Liquidación

Dentro de las funciones que están disponibles para ayudar a planificar medidas de mantenimiento, están:

- ❖ Programar medidas para uno o más objetos técnicos.
- ❖ Describir las medidas que se llevarán a cabo en detalle.
- ❖ Especificar los centros de trabajo en los que se llevarán a cabo las medidas.
- ❖ Describir las operaciones individuales que se llevarán a cabo en detalle, especificar el tiempo de ejecución planificado y el número de personas que intervendrán.
- ❖ Planificar materiales utilizando listas de materiales específicas del objeto, si es preciso.
- ❖ Especificar las normas de liquidación.
- ❖ Incluir hojas de ruta en la orden de mantenimiento para ayudar a preparar la medida de mantenimiento.
- ❖ Planificar las medidas que llevarán a cabo los empleados de su empresa o de una empresa externa.

Por otra parte, las funciones con las que cuenta el sistema para ayudar a ejecutar las medidas de mantenimiento y supervisar el trabajo son:

- ❖ Imprimir documentos de trabajo para la orden de mantenimiento.

- ❖ Efectuar tomas de material planificadas o no planificadas desde el almacén de la orden.
- ❖ Introducir notificaciones que documenten el progreso del trabajo.

A través de las llamadas Notificación de Órdenes es posible registrar la duración y descripción de las operaciones de órdenes de mantenimiento. Estas pueden ser de forma individual (operación por operación) o colectiva (combinando operaciones de una o varias órdenes).

La Liquidación de una orden, es el proceso que permite cargar los costos de materiales, mano de obra y servicios asociados a las operaciones de las órdenes, a los elementos de costos (centros de costo u órdenes) descritos en la norma de liquidación de la orden de mantenimiento.

El Cierre Técnico de una orden, es la etapa final de ejecución de la orden, en este momento no se pueden asignar a la orden: nuevos avisos, registrar nuevos movimientos de materiales, notificaciones ni hoja de entrada de servicio. Sin embargo, es posible asignar facturas de servicios o materiales que estén pendientes por recepción.

Por otra parte, el Cierre Comercial de una orden, es la etapa final del ciclo de vida de la orden y a partir de ese momento no se puede asignar nuevas facturas de servicios ni de materiales a parte de lo señalado en el cierre técnico.

PARTE II:

CÁLCULOS Y RESULTADOS

CAPÍTULO VI

PARÁMETROS DE

CONFIABILIDAD Y

MANTENIBILIDAD

6.1. Capacidad de Gestión de Mantenimiento

Una de las formas de evaluar los sistemas de mantenimiento en las diferentes empresas, consiste en aplicar la Norma COVENIN 2500-93 (Ver el Anexo B: Norma COVENIN 2500-93 1ª Revisión), con la cual es posible determinar la capacidad de gestión de la empresa en lo que se respecta al mantenimiento

A continuación se presenta el informe de la evaluación, como resultado de la aplicación de la norma. Dicho informe consta de cuatro partes:

- ❖ Resumen
- ❖ Observaciones y Recomendaciones sobre algunas Áreas
- ❖ Deméritos por Área
- ❖ Ficha de Evaluación.

INFORME DE EVALUACIÓN NORMA COVENIN 2500 - 93

Resumen

El presente informe se elaboró a petición de la empresa PRODUCTOS EFE, S.A a fin de determinar su capacidad de gestión de mantenimiento

En general, después de realizar la Evaluación de la Norma COVENIN 2500-93 a PRODUCTOS EFE, se obtuvo que su capacidad de gestión de mantenimiento es aproximadamente del 57,6 %, por debajo del valor esperado por la empresa. Para poder mejorar el resultado obtenido, es necesario estudiar cada área independientemente de las otras para poder determinar cuál(es) de ellas requieren mayor atención y cuáles son las políticas de trabajo que aportan una mejor capacidad de gestión de mantenimiento.

Las áreas estudiadas por la norma son:

- I. Organización de la Empresa
- II. Organización de Mantenimiento
- III. Planificación de Mantenimiento
- IV. Mantenimiento Rutinario
- V. Mantenimiento Programado
- VI. Mantenimiento Circunstancial
- VII. Mantenimiento Correctivo
- VIII. Mantenimiento Preventivo
- IX. Mantenimiento Por Avería
- X. Personal de Mantenimiento
- XI. Apoyo Logístico
- XII. Recursos

Los valores obtenidos por cada área pueden verse representados en el siguiente gráfico de barras.

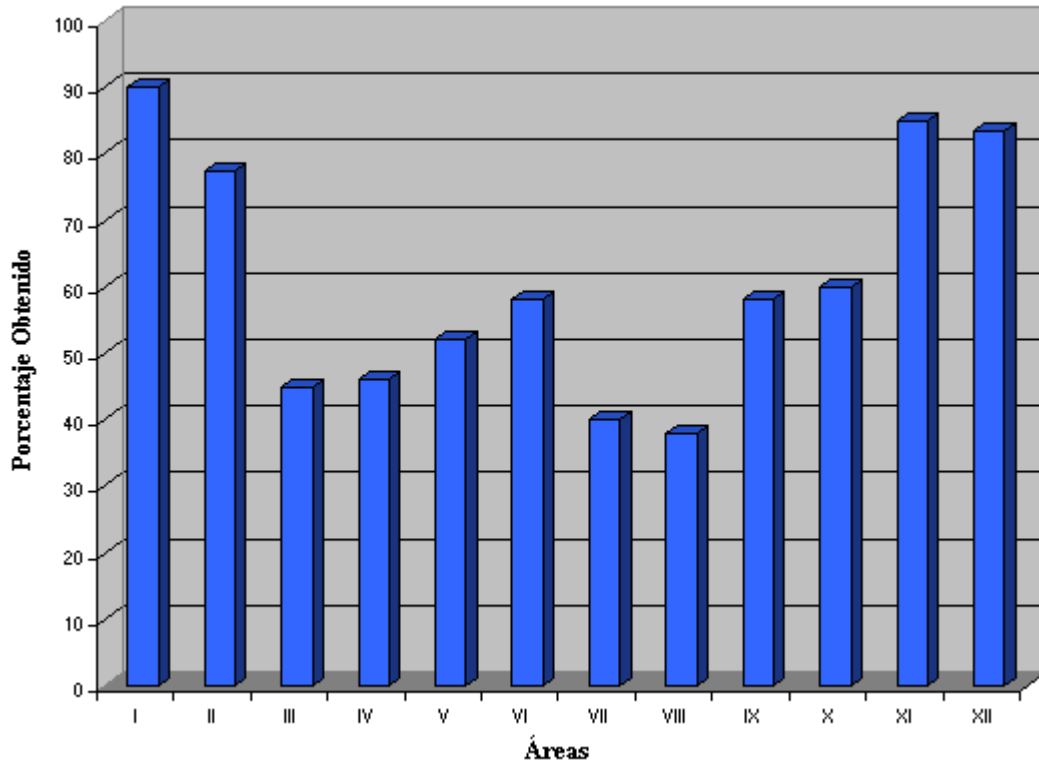


Figura 6. 1. Porcentaje Obtenido por cada área

En el gráfico anterior, se puede apreciar que las áreas I, II, XI y XII obtuvieron un porcentaje igual o mayor al 75 %, por lo que son, según los criterios establecidos por PRODUCTOS EFE, áreas que operan de manera eficiente; las cuales deben seguir operando bajo la misma política de trabajo; sin embargo, deben mantenerse bajo seguimiento para obtener mejores resultados

Las áreas V, VI, IX y X, son áreas cuyo porcentaje obtenido se encuentra entre el 50% y 75% lo que las califica como áreas medias. Estas requieren de estudio y análisis para mejorar su capacidad de gestión. Deben revisarse las políticas de

trabajo de estas áreas y estudiar los posibles cambios que debe sufrir para obtener un mejor resultado en base a los deméritos incurridos.

Por último, las áreas restantes (III, IV, VII y VIII), obtuvieron un porcentaje por debajo del 50%, lo que indica que son áreas débiles. Esto implica que en las áreas: Planificación de Mantenimiento, Mantenimiento Rutinario, Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo, las políticas de trabajo deben ser completamente sustituidas.

Observaciones y Recomendaciones sobre algunas áreas

Al aplicar la evaluación, se pudo observar que, la empresa carece tanto de la documentación técnica como de las herramientas necesarias para llevar a cabo las labores de mantenimiento.

Dentro de la empresa, se presentan casos de duplicidad de funciones, debido a la falta de organización de la misma, definición de cargos o desconocimiento de sus funciones.

Una de las razones por las cuales los mantenimientos: rutinarios, preventivos y programados no se lleven a cabo correctamente, es la falta de personal técnico; ya que estos deben atender con mayor prioridad los casos de mantenimiento por avería.

Existe personal dentro de la empresa, poco capacitado para cumplir con las funciones correspondientes a su cargo, un ejemplo de ello es el personal encargado de las labores de archivo y transcripción de la información técnica. Lo mismo ocurre con el personal encargado de determinar los parámetros de confiabilidad.

La empresa no provee incentivos a sus empleados, que los motiven a mejorar la calidad de su trabajo, tener iniciativa, etc.

Se recomienda, para mejorar la capacidad de gestión de la empresa, que se tomen en cuenta los siguientes puntos:

- ❖ Establecer y dar a conocer al personal, las funciones que debe cumplir cada cargo, evitando la duplicidad de funciones.
- ❖ Recopilar toda aquella información necesaria para cada área y archivarla de forma ordenada y jerarquizada
- ❖ Estudiar las necesidades de la empresa en cuanto personal y determinar de esta forma el número de personas requeridas para llevar a cabo las distintas actividades dentro de la empresa.
- ❖ Establecer procedimientos normalizados para transmitir información entre las diferentes secciones o unidades, así como un sistema de almacenamiento para posteriores usos.
- ❖ Establecer un orden de prioridades para ejecutar las labores de mantenimiento sobre aquellos objetos que lo requieran.
- ❖ Crear un inventario de manuales y catálogos de todos los equipos pertenecientes a la empresa.
- ❖ Recopilar información sobre cada equipo, sus fallas y los intervalos de tiempo en los que el sistema estuvo en funcionamiento, fuera de servicio y en reparación.
- ❖ Capacitar al personal para registrar los tiempos de parada y los tiempos entre falla.
- ❖ Informar a los operarios de los equipos a cerca del mantenimiento de sus equipos.
- ❖ Abastecer a los trabajadores con las herramientas, instrumentos, materiales y equipos necesarios para cumplir con sus funciones.

- ❖ Elaborar un plan de mantenimiento donde se especifiquen las actividades de mantenimiento que deben realizarse de manera detallada, indicando los tiempos requeridos para cada acción.
- ❖ Capacitar al personal de acopio y archivo de información la información técnica.
- ❖ Llevar fichas de control de mantenimiento para cada equipo u objeto a mantener.
- ❖ Implementar planillas de programación anual por semana para las acciones de mantenimiento a ejecutarse.
- ❖ Realizar seguimiento de las acciones de mantenimiento, desde la generación de las instrucciones técnicas de mantenimiento preventivo hasta su ejecución.
- ❖ Agilizar los tiempos administrativos de espera por materiales o repuestos.
- ❖ Otorgar incentivos o estímulos al personal, basados en su puntualidad, asistencia al trabajo, calidad de trabajo e iniciativa.
- ❖ Agilizar los trámites necesarios para otorgar recursos al departamento de mantenimiento.

Deméritos por Área

Se presente a continuación la lista de deméritos por área a considerar para mejorar la gestión de mantenimiento dentro de la empresa

Área	Principio Básico	Ítem	Demérito
I Organización de la empresa	Autoridad y autonomía	I.2.3	Existe duplicidad de funciones
	Sistema de Información	I.3.3	La empresa no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente
II Organización de Mantenimiento	Funciones y Responsabilidades	II.1.6	La empresa no cuenta con el personal suficiente tanto en cantidad y en calificación, para cubrir las actividades de mantenimiento
	Autoridad y Autonomía	II.2.3	Se presenta solapamientos y/o duplicidad en las funciones asignadas a cada componente estructural de la organización de mantenimiento
	Sistema de Información	II.3.4	La organización de mantenimiento no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente
		II.3.5	No existen procedimientos normalizados (formatos) para llevar y comunicar la información entre las diferentes secciones o unidades, así como su almacenamiento (archivo) para su cabal recuperación
III Planificación de Mantenimiento	Objetivos y Metas	III.1.2	La organización de mantenimiento no posee un plan donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetos a mantener
		III.1.3	La organización no tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieren
	Políticas para Planificación	III.2.1	La organización no posee un estudio donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivos de mantenimiento para los diferentes objetos de mantenimiento.

Área	Principio Básico	Ítem	Demérito
	Control y Evaluación	III.2.2	No se tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieran
		III.3.1	No existen procedimientos normalizados para recabar y comunicar información así como su almacenamiento para su posterior uso.
		III.3.3	La empresa no posee inventario de manuales de mantenimiento y operación, así como catálogos de piezas y partes de cada objeto a mantener.
		III.3.6	No se llevan estadísticas de tiempos de paradas y de tiempos de reparación.
		III.3.7	No se tiene archivada y clasificada la información necesaria para la elaboración de planes de mantenimiento
		III.3.8	La información no es procesada y analizada para la futura toma de decisiones.
IV Mantenimiento Rutinario	Planificación	IV.1.1	No están descritas en forma clara y precisa las instrucciones técnicas que permitan al operario o en su defecto a la organización de mantenimiento aplicar correctamente mantenimiento rutinario a los sistemas.
		IV.1.2	Falta de documentación sobre instrucciones de mantenimiento para la generación de acciones de mantenimiento rutinario
		IV.1.3	Los operarios no están bien informados sobre el mantenimiento a realizar
		IV.1.6	No se cuenta con un stock de materiales y herramientas de mayor uso para la ejecución de este tipo de mantenimiento

Área	Principio Básico	Ítem	Demérito
	Programación e Implementación	IV.2.1	No existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento rutinario
		IV.2.2	La programación de mantenimiento rutinario no esta definida de manera clara y detallada
		IV.2.5	La frecuencia de las acciones de mantenimiento rutinario (limpieza, ajuste, calibración y protección) no están asignadas a un momento específico de la semana
	Control y Evaluación	IV.3.1	No se dispone de una ficha para llevar un control de los manuales de servicio, operación y partes.
		IV.3.3	No se llevan registros de las acciones de mantenimiento rutinario realizadas
		IV.3.6	El personal encargado de las labores de acopio y archivo de información no esta bien adiestrado para la tarea, con el fin de realizar evaluaciones periódicas para este tipo de mantenimiento
V Mantenimiento Programado	Planificación	V.1.1	No existen estudios previos que conlleven a la determinación de las cargas de trabajo y ciclos de revisión de los objetos de mantenimiento, instalaciones y edificaciones sujetas a acciones de mantenimiento
		V.1.3	No se tienen planificadas las acciones de mantenimiento programado en orden de prioridad, y en el cual se especifiquen las acciones a ser ejecutadas a los objetos de mantenimiento, con frecuencias desde quincenales hasta anuales.

Área	Principio Básico	Ítem	Demérito
		V.1.4	La información para la elaboración de instrucciones técnicas de mantenimiento programado, así como sus procedimientos de ejecución, es deficiente,
		V.1.5	No se dispone de los manuales y catálogos de todas las maquinas.
		V.1.6	No se ha determinado la fuerza laborar necesaria para llevar a cabo todas las actividades de mantenimiento programado
	Programación e Implementación	V.2.1	No existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento programado
	Control y Evaluación	V.3.2	No se llevan a cabo las fichas de control de mantenimiento por cada objeto de mantenimiento
		V.3.3	No existen planillas de programación anual por semanas para las actividades de mantenimiento a ejecutarse y su posterior evaluación de ejecución
		V.3.6	El personal encargado de las labores de acopio y archivo de información no esta bien adiestrado para la tarea, con el fin de realizar evaluaciones periódicas para este tipo de mantenimiento
VI Mantenimiento Circunstancial	Planificación	VI.1.2	No existen formularios con datos de los objetos sujetos a acciones de mantenimiento circunstancial para cuando se tome la decisión de utilizar dichos objetos.
		VI.1.4	El personal no esta en capacidad de absorber la carga de trabajo de mantenimiento circunstancial.
	Programación e Implementación	VI.2.2	No existe información clara y detallada sobre las acciones a ejecutarse en mantenimiento circunstancial en el momento que se ha requerido

Área	Principio Básico	Ítem	Demérito
	Control y Evaluación	VI.3.2	La organización no cuenta con los medios para la evaluación de las acciones de mantenimiento circunstancial, de acuerdo con los criterios tanto técnicos como económicos.
		VI.3.3	No se cuenta con un sistema de recepción y procesamiento de información para la evaluación de mantenimiento circunstancial en el momento oportuno
		VI.3.5	La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento circunstancial basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento
VII Mantenimiento Correctivo	Planificación	VII.1.1	No se llevan registros por escrito de aparición de fallas para actualizarlas y evitar su futura presencia
		VII.1.2	No se clasifican las fallas para determinar cuales se van a atender o eliminar por medio de la corrección
		VII.1.4	La distribución de las labores de mantenimiento correctivo no es analizada por el nivel superior, a fin de que según la complejidad y dimensiones de las actividades a ejecutar se tome la decisión de detener una actividad y emprender otra que tenga más importancia
	Programación e Implementación	VII.2.1	No se tiene establecida la programación de ejecución de las acciones de mantenimiento productivo.

Área	Principio Básico	Ítem	Demérito
	Control y Evacuación	VII.2.2	La unidad de mantenimiento no sigue los criterios de prioridad, según el orden de importancia de las fallas, para la programación de las actividades de mantenimiento productivo
		VII.3.1	No existen mecanismos de control periódicos que señalen el estado y avance de las operaciones de mantenimiento correctivo
		VII.3.2	No se llevan registros del tiempo de ejecución de cada operación
VIII Mantenimiento Preventivo	Determinación de Parámetros	VIII.1.2	La organización no cuenta con estudios que permitan determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento
		VIII.1.3	No se tienen estudios estadísticos para determinar la frecuencia de las revisiones y sustituciones de piezas claves
		VIII.1.4	No se llevan registros con los datos necesarios para determinar los tiempos de parada y los tiempos entre fallas
		VIII.1.5	El personal de la organización de mantenimiento no está capacitado para realizar estas mediciones de tiempos de paradas y entre fallas
	Planificación	VIII.2.2	La organización no cuenta con fichas o tarjetas normalizadas donde se recoja la información técnica básica de cada objeto de mantenimiento inventariado
	Programación e Implementación	VIII.3.1	Las frecuencias de las acciones de mantenimiento preventivo no están asignadas a un día específico en los periodos de tiempo correspondientes

Área	Principio Básico	Ítem	Demérito
	Control y Evaluación	VIII.3.2	Las órdenes de trabajo no se emiten con la suficiente antelación a fin de que los encargados de la ejecución de las acciones de mantenimiento puedan planificar sus actividades
		VIII.4.1	No existe un seguimiento desde la generación de las instrucciones técnicas de mantenimiento preventivo hasta su ejecución
		VIII.4.2	No existen los mecanismos idóneos para medir la eficiencia de los resultados a obtener en el mantenimiento preventivo
		VIII.4.3	La organización no cuenta con fichas o tarjetas donde se recoja la información básica de cada equipo inventariado
IX Mantenimiento por Avería	Atención de Fallas	IX.1.2	No se cuenta con instructivos de registros de fallas que permitan el análisis de las averías sucedidas para cierto período
		IX.1.3	La emisión de órdenes de trabajo para atacar una falla no se hace de manera rápida
		IX.1.4	No existen procedimientos de ejecución que permitan disminuir el tiempo fuera de servicio del sistema
		IX.1.5	Los tiempos administrativos, de espera por materiales o repuestos, y de localización de la falla están presentes en alto grado durante la atención de la falla
	Supervisión y Ejecución	IX.2.5	No se llevan registros para analizar las fallas y determinar la corrección definitiva o la prevención de las mismas
		IX.2.7	No se cuenta con las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la atención de las averías

Área	Principio Básico	Ítem	Demérito
	Información sobre Averías	IX.3.2	La organización no cuenta con el personal capacitado para el análisis y procesamiento de la información sobre fallas
		IX.3.3	No existe un historial de fallas de cada objeto de mantenimiento, con el fin de someterlo a análisis y clasificación de las fallas; con el objeto, de aplicar mantenimiento preventivo o correctivo
X Personal de Mantenimiento	Cuantificación de las Necesidades Personales	X.1.1	No se hace uso de los datos que proporciona el proceso de cuantificación de personal
		X.1.2	La cuantificación de personal no es óptima y en ningún caso ajustada a la realidad de la empresa
		X.1.3	La organización de mantenimiento no cuenta con formatos donde se especifique, el tipo y número de ejecutores de mantenimiento por tipo de frecuencia, tipo de mantenimiento y para cada semana de programación
	Motivación e Incentivos	X.3.3	La empresa no otorga incentivos o estímulos basados en la puntualidad, en la asistencia al trabajo, calidad del trabajo, iniciativa, sugerencias para mejorar el desarrollo de la actividad de mantenimiento
XI Apoyo Logístico	Apoyo Administrativo	XI.1.1	Los recursos asignados a la organización de mantenimiento no son suficientes
		XI.1.4	Se tienen que desarrollar muchos trámites dentro de la empresa, para que se le otorguen los recursos necesarios a mantenimiento
XII Recursos	Equipos	XII.1.1	No se cuenta con los equipos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad

Área	Principio Básico	Ítem	Demérito
	Herramientas	XII.2.1	No se cuenta con las herramientas necesarias para que el ente de mantenimiento opere eficientemente
		XII.2.5	No se cuenta con controles de uso y estado de las herramientas
	Instrumentos	XII.3.1	No se cuenta con los instrumentos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad

Tabla 6.1. Deméritos por área incurridos en la Empresa

SISTEMA DE MANTENIMIENTO

FICHA DE EVALUACIÓN

A	B	C	D	E	F	G %									
ÁREA	PRINCIPIO BÁSICO	PTS	$D(D_1+D_2+\dots+D_n)$	TOTAL DEME.	PTS	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
I ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	1.Funciones y Responsabilidades	60	(0)	0	60										
	2.Autoridad y Autonomía	40	(10)	10	30										
	3.Sistema de Información	50	(5)	5	45										
	TOTAL OBTENIBLE	150	TOTAL OBTENIDO		135										
II ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	1.Funciones y Responsabilidades	80	(15)	15	65										
	2.Autoridad y Autonomía	50	(10)	10	40										
	3.Sistema de Información	70	(10+10)	20	50										
	TOTAL OBTENIBLE	200	TOTAL OBTENIDO		155										
III PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO	1. Objetivos y Metas	70	(20+15)	35	35										
	2. Políticas para Planificación	70	(20+20)	40	30										
	3. Control y Evaluación	60	(10+10+5+5+5)	35	25										
	TOTAL OBTENIBLE	200	TOTAL OBTENIDO		90										

A	B	C	D	E	F	G %									
ÁREA	PRINCIPIO BÁSICO	PTS	D(D ₁ +D ₂ +...+D _n)	TOTAL DEME.	PTS	1 0	2 0	3 0	4 0	5 0	6 0	7 0	8 0	9 0	1 0 0
IV MANTENIMIENTO ROUTINARIO	1. Planificación	100	(20+20+20+10)	80	20										
	2. Programación e Implantación	80	(15+10+10)	35	45										
	3. Control y Evaluación	70	(10+5+5)	20	50										
	TOTAL OBTENIBLE	250	TOTAL OBTENIDO		115										
V MANTENIMIENTO PROGRAMADO	1. Planificación	100	(20+15+20+10+10)	75	25										
	2. Programación e Implantación	80	(20)	20	60										
	3. Control y Evaluación	70	(10+10+5)	25	45										
	TOTAL OBTENIBLE	250	TOTAL OBTENIDO		130										
VI MANTENIMIENTO CIRCUNSTANCIAL	1. Planificación	100	(20+20)	40	60										
	2. Programación e Implantación	80	(20)	20	60										
	3. Control y Evaluación	70	(10+20+15)	45	25										
	TOTAL OBTENIBLE	250	TOTAL OBTENIDO		145										
VII MANTENIMIENTO CORRECTIVO	1. Planificación	100	(30+30+20)	80	20										
	2. Programación e Implantación	80	(20+20)	40	40										
	3. Control y Evaluación	70	(15+15)	30	40										
	TOTAL OBTENIBLE	250	TOTAL OBTENIDO		100										
VIII MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1. Determinación de Parámetros	80	(20+20+10+10)	60	20										
	2. Planificación	40	(20)	20	20										
	3. Programación e Implantación	70	(20+15)	35	35										
	4. Control y Evaluación	60	(15+15+10)	40	20										
	TOTAL OBTENIBLE	250	TOTAL OBTENIDO		95										
IX MANTENIMIENTO POR AVERIA	1. Atención de Fallas	100	(20+15+15+15)	65	35										
	2. Supervisión y Ejecución	80	(5+5)	10	70										
	3. Información sobre Averías	70	(10+20)	30	40										
	TOTAL OBTENIBLE	250	TOTAL OBTENIDO		145										
X PERSONAL DE MANTENIMIENTO	1. Cuantificación de las Necesidades Personales	70	(30+20+20)	70	0										
	2. Selección y Formación	80	(0)	0	80										

A	B	C	D	E	F	G %									
ÁREA	PRINCIPIO BÁSICO	PTS	D(D ₁ +D ₂ +...+D _n)	TOTAL DEME.	PTS	1 0	2 0	3 0	4 0	5 0	6 0	7 0	8 0	9 0	1 0 0
	3.Motivación e Incentivos	50	(10)	10	40										
	TOTAL OBTENIBLE	200	TOTAL OBTENIDO		120										
XI APOYO LOGÍSTICO	1.Apoyo Administrativo	40	(10+5)	15	25										
	2. Apoyo Gerencial	40	(0)	0	40										
	3. Apoyo General	20	(0)	0	20										
	TOTAL OBTENIBLE	100	TOTAL OBTENIDO		85										
XII RECURSOS	1. Equipos	30	(5)	5	25										
	2. Herramientas	30	(10+5)	15	15										
	3. Instrumentos	30	(5)	5	25										
	4. Materiales	30	(0)	0	30										
	5. Repuestos	30	(0)	0	30										
	TOTAL OBTENIBLE	150	TOTAL OBTENIDO		125										
		2500			1440										

PUNTUACIÓN PORCENTUAL GLOBAL 57,6 %

Tabla 6.2. Ficha de Evaluación

6.2. Análisis de Criticidad

Para realizar un análisis de criticidad, debe realizarse una encuesta al personal que labora en la empresa con el fin de determinar los componentes de mayor criticidad. Estas encuestas deben indicar el nombre de la empresa y la organización responsable de ejecutar la actividad, así como al área donde se efectúa el trabajo, el nombre de la persona entrevistada y la fecha de la entrevista.

En algunos casos, se incluye una breve descripción del propósito del trabajo y del uso que se le dará a la información suministrada.

Los criterios seleccionados para realizar el análisis de criticidad para las cavas de almacenamiento de PRODUCTOS EFE, son los siguientes:

- ❖ Frecuencia de Falla
- ❖ Impacto Operacional
- ❖ Tiempo promedio para reparar
- ❖ Costos
- ❖ Seguridad
- ❖ Ambiente

Estos criterios se escogieron en base a las necesidades y requerimientos de la empresa.

Para seleccionar los sistemas a considerar dentro de las entrevistas de criticidad, se tomaron los seis grupos que conforman las cavas de almacenamiento, los cuales son:

- ❖ Compresor
- ❖ Evaporador o Difusor
- ❖ Condensador
- ❖ Válvula de Expansión
- ❖ Estructura de la Cava (paneles móviles, puertas, etc.)
- ❖ Accesorios Eléctricos

El formato final elaborado para la entrevista de criticidad, es el que se muestra a continuación.

PRODUCTOS EFE, S.A.				Superintendencia de Mantenimiento de Equipos de Venta Confiabilidad Operacional Evaluación de Criticidad			
Área				Propósito de la Evaluación: Con esta encuesta se busca determinar cual de los componentes de la Cava de Almacenamiento presenta el mayor nivel de Criticidad			
Persona Entrevistada							
Fecha							
Sistemas	Frecuencia de Falla	Impacto Operacional	Tiempo para Reparar	Costo de Reparación	Impacto en la Seguridad	Impacto en el Ambiente	Criticidad
Compresor							
Condensador							
Evaporador							
Válvula de Expansión							
Accesorios							
Estructura							

Tabla 6.3. Formato de Entrevista de Criticidad

Luego de realizar las entrevistas y determinar los promedios, se obtuvo:

Sistema	Criticidad
Compresor	87
Evaporador	35
Condensador	24
Estructura	22
Válvula de Expansión	21
Accesorios Eléctricos	20

Tabla 6.4. Resultados del Análisis de Criticidad.

De la aplicación del formato, se obtuvo que el componente más crítico es el compresor. El siguiente gráfico de barras muestra los sistemas y sus respectivos niveles de criticidad

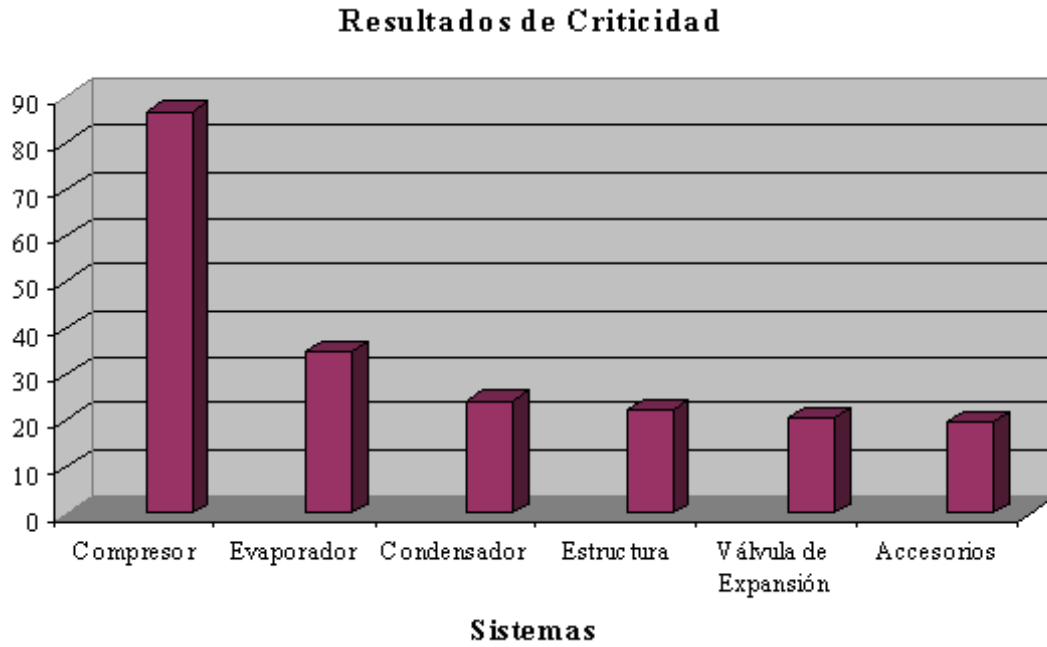


Figura 6.2. Resultados de Criticidad

6.3. Confiabilidad y Frecuencia de Mantenimiento

La herramienta que será utilizada para la determinación de la confiabilidad es la Distribución de Weibull.

En el caso particular de las cavas de almacenamiento de Productos EFE y sus respectivos componentes, se tiene que éstos han sido utilizados y han presentado fallas desde antes de iniciar la toma de datos, por lo que $t_0 \neq 0$.

Para poder realizar las gráficas de Weibull, se recopiló el historial de falla de cada componente según la data existente. Se determinaron los diferentes tiempos que cada componente trabajaba sin presentar fallas (tiempos entre fallas) y se realizaron las correspondientes gráficas de Weibull.

Cabe destacar que una de las debilidades de este trabajo de grado, es la falta de un archivo organizado para la data referente a las cavas, por lo que los datos recopilados no son 100 % fiables. Esto trae como consecuencia que los resultados obtenidos se vean afectados por este hecho.

Para los diferentes números de fallas se aplicaron las correspondientes ecuaciones de confiabilidad, éstas son:

- ❖ Para $n > 50$:
$$F(i) = \frac{n_i}{N}$$
- ❖ Para $20 < n < 50$:
$$F(i) = \frac{n_i}{N + 1}$$
- ❖ Para $n < 20$:
$$F(i) = \frac{n_i - 0,3}{N + 0,4}$$

Donde: n_i es el número de la falla, mientras que N es el número total de fallas.

Para determinar el valor del parámetro t_0 , se llevaron a cabo los siguientes pasos:

- ❖ Se selecciona un punto arbitrario (Y_2), aproximadamente en la mitad de la curva de Weibull.
- ❖ A dicho valor se le suma y se le resta un valor constante (también arbitrario) de forma tal de hallar dos puntos (Y_1 y Y_3) equidistantes del primero.

- ❖ Mediante la ecuación de la curva, se determinan los correspondientes valores para X_1 , X_2 y X_3 .
- ❖ Se determinan los valores de t_1 , t_2 y t_3 empleando la relación:

$$t_i = e^{x_i}$$

- ❖ Por último se tiene que el parámetro t_0 se halla mediante la ecuación:

$$t_0 = \frac{t_3 \cdot t_1 - t_2^2}{t_1 - 2 \cdot t_2 + t_3}$$

Para determinar los valores de β y η , se procedió a:

- ❖ Graficar $\ln(\ln(1/(1-F(t))))$ vs. $\ln(t-t_0)$, donde t es el tiempo entre falla (TEF).
- ❖ Se halla la ecuación de la recta graficada y se determina el valor de la coordenada X cuando Y vale cero. El valor del parámetro η equivale al exponencial de dicha coordenada.
- ❖ Para hallar el valor de β , se traza una paralela a la recta obtenida, que pase por el punto $(0,0)$ y se halla el punto de intersección entre dicha paralela y la recta $x = -1$. El valor de β , corresponde al valor de la coordenada Y del punto intersección.

Para el caso del compresor se obtuvo:

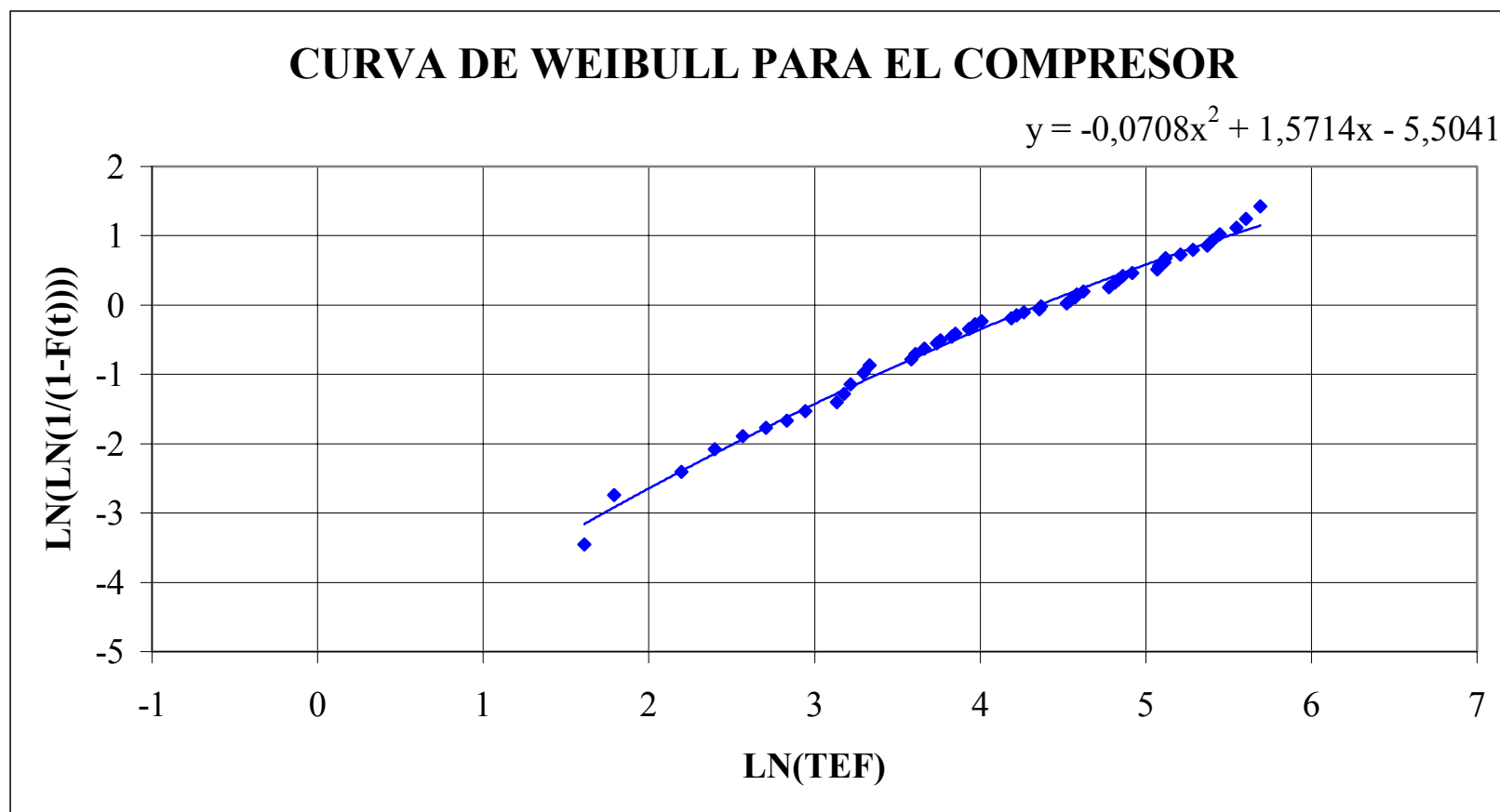


Figura 6.3. Gráfica de Weibull del Compresor

Determinación del Parámetro de Posición de Weibull

$$\begin{aligned}
 Y_2 &= -0,8677 \\
 \text{Valor Constante} &= 2 \\
 \Rightarrow Y_1 &= -0,8677 - 2 = -2,8677 \\
 \Rightarrow Y_3 &= -0,8677 + 2 = 1,1323
 \end{aligned}$$

Los correspondientes valores para las coordenadas X_i se hallan a través de la ecuación de la curva y estos son:

$$X_i = \frac{-1,5714 \pm \sqrt{(1,5714)^2 - 4 \cdot (-0,0708) \cdot (-5,5041 - Y_i)}}{2 \cdot (-0,0708)}$$

$$\begin{aligned}
 \Rightarrow X_1 &= 1,8284 \\
 \Rightarrow X_2 &= 3,5035 \\
 \Rightarrow X_3 &= 5,6730
 \end{aligned}$$

Los correspondientes valores t_i son:

$$\begin{aligned}
 t_i &= e^{x_i} \\
 \Rightarrow t_1 &= 6,2239 \\
 \Rightarrow t_2 &= 33,2316 \\
 \Rightarrow t_3 &= 290,9059
 \end{aligned}$$

El valor del parámetro t_0 es:

$$\begin{aligned}
 t_0 &= \frac{t_3 \cdot t_1 - t_2^2}{t_1 - 2 \cdot t_2 + t_3} \\
 \Rightarrow t_0 &= 3,0617
 \end{aligned}$$

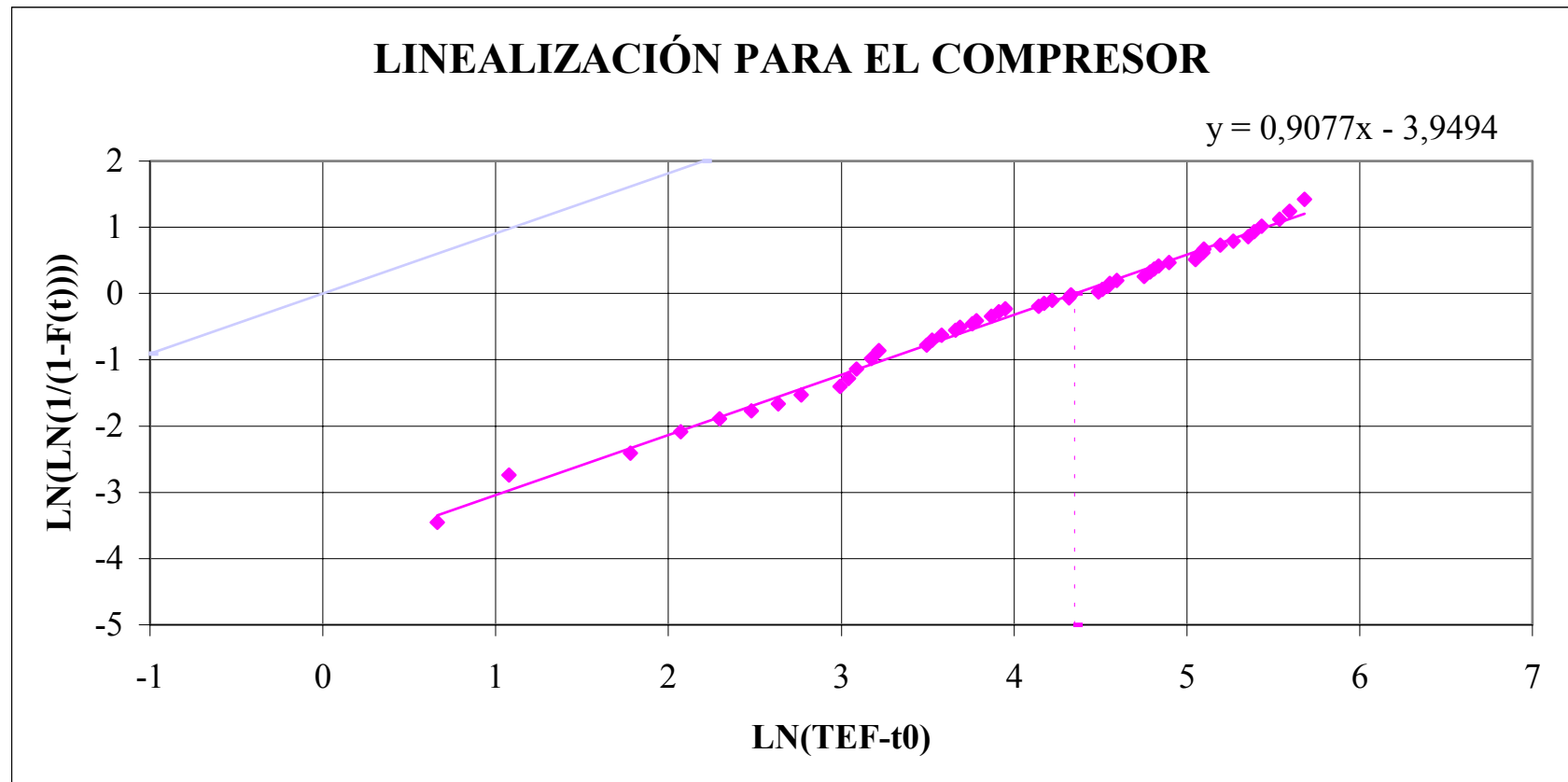


Figura 6.4. Linealización de la gráfica de Weibull para el compresor

Para determinar el valor de η , se tiene:

$$\begin{aligned}
 Y &= 0,9077 \cdot X - 3,9494 \\
 \text{Si } Y &= 0 \Rightarrow 0,9077 \cdot X - 3,9494 = 0 \\
 &\Rightarrow X = 4,3510 \\
 &\Rightarrow \eta = e^x \\
 &\Rightarrow \eta = 77,5557
 \end{aligned}$$

Para determinar el valor de β , se tiene:

$$\begin{aligned}
 &\begin{cases} Y = 0,9077 \cdot X \\ X = -1 \end{cases} \\
 &\Rightarrow Y = -0,9077 \\
 &\Rightarrow \beta = -0,9077
 \end{aligned}$$

Siguiendo el mismo procedimiento (Ver Anexo C: Graficas de Weibull), se obtuvo que los valores de los parámetros de Weibull para los diferentes sistemas son:

COMPONENTE	β	η	t_0
Compresor	0,9077	77,5557	3,0617
Evaporador	1,2108	96,1974	-0,7836
Condensador	1,1294	133,3340	-5,8664
Estructura	1,2123	93,3019	-3,7737
Válvula de Expansión	1,3100	206,7534	-0,2250
Accesorios Eléctricos	0,6136	79,2588	4,0574

Tabla 6.5. Parámetros de Weibull.

Dado los valores obtenidos para β y t_0 se tiene que tanto el compresor como los accesorios eléctricos presentan fatiga u otro tipo de desgaste en el que la tasa de fallo disminuye con el tiempo después de un súbito incremento hasta t_0 . En cambio, el evaporador, condensador, estructura y válvula de expansión presentan un desgaste por una disminución constante de la resistencia, iniciado antes de su puesta en servicio.

Los factores de confiabilidad para la determinación de la frecuencia de mantenimiento, son el Tiempo Medio entre Falla y la Tasa de Fallos. El tiempo medio entre fallas (TMEF) viene dado por:

$$\text{TMEF} = t_0 + \eta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

donde t_0 , η y β son los parámetros de Weibull.

Por su parte, la tasa de fallos viene dada por:

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \cdot \left(\frac{t - t_0}{\eta}\right)^{\beta-1}$$

donde: $\lambda(t)$: es la tasa de fallos
 t es el tiempo

Al determinar el Tiempo Medio Entre Fallas y la Tasa de Fallos para los compresores de las cavas de almacenamiento, se tiene:

$$\text{TMEF} = 3,0617 + 77,5557 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{0,9077}\right)$$

$$TMEF = 84,6658$$

$$TMEF = 84 \text{ Días}$$

$$\lambda(t) = \frac{0,9077}{77,5557} \cdot \left(\frac{84 - 3,0617}{77,5557} \right)^{(0,9077-1)}$$

$$\lambda(t) = 0,0117$$

Los tiempos medios entre fallas arrojados para el resto de los componentes, así como sus respectivas tasas de fallo son:

COMPONENTE	TMEF (Días)	$\lambda(t)$
Compresor	84	0,0117
Evaporador	89	0,0124
Condensador	122	0,0084
Estructura	83	0,0128
Válvula de Expansión	190	0,0062
Accesorios Eléctricos	123	0,0066

Tabla 6.6. Tiempo Medio Entre Fallas y Tasa de Fallos

Por otro lado, la desviación se puede determinar mediante la ecuación:

$$\sigma = \eta \cdot \sqrt{\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \left[\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)\right]^2}$$

o empleando la tabla de Fiabilidad (Ver el Anexo D: Ley de Weibull), obteniéndose que para el caso del compresor, la desviación es:

$$\frac{\sigma}{\eta} = 1,171$$

$$\begin{aligned}\Rightarrow \sigma &= 1,171 \cdot \eta \\ \Rightarrow \sigma &= 1,171 \cdot 77,5557 \\ \Rightarrow \sigma &= 90,8177\end{aligned}$$

Para el resto de los componentes se tiene:

COMPONENTE	σ
Compresor	90,8177
Evaporador	75,5150
Condensador	117,0673
Estructura	73,2420
Válvula de Expansión	148,0354
Accesorios Eléctricos	209,6395

Tabla 6.7. Desviación Estándar.

La confiabilidad viene dada por la expresión:

$$F(t) = e^{-\left[\frac{t-t_0}{\eta}\right]^\beta}$$

Aplicando esta ecuación para el compresor de las cavas, se obtiene:

$$\begin{aligned}F(t) &= e^{-\left[\frac{84-3,0617}{77,5557}\right]^{0,9077}} \\ F(t) &= 0,3536 \\ F(t) &= 35,36 \%\end{aligned}$$

Los resultados de la confiabilidad para todos los componentes, se muestran en la siguiente tabla:

COMPONENTE	F(TMEF)
Compresor	35,36
Evaporador	39,86
Condensador	38,53
Estructura	40,02
Válvula de Expansión	40,80
Accesorios Eléctricos	27,72

Tabla 6.8. Fiabilidad.

Si ahora en lugar de evaluar la fiabilidad para cada valor de TMEF, se toma el menor de ellos, es decir, $t = 83$ días (correspondiente a la estructura) se tiene:

COMPONENTE	F(83)
Compresor	35,7777
Evaporador	42,9148
Condensador	53,1312
Estructura	40,0189
Válvula de Expansión	73,8162
Accesorios Eléctricos	36,8782

Tabla 6.9. Fiabilidad para el Menor Tiempo Entre Fallas.

6.4. Mantenibilidad, Tiempo Fuera de Servicio y Disponibilidad

Para determinar la mantenibilidad de los componentes de las cavas, se empleó como herramienta la Distribución de Gumbel, para ello se determinaron los diferentes períodos de tiempo que cada componente estuvo fuera de servicio.

Los parámetros de Gumbel se determinaron al llevar a cabo los siguientes pasos:

- ❖ Graficar TFS vs. $(-\ln(\ln(1/F(t))))$ y determinar la ecuación de la recta que se genera.
- ❖ El parámetro a es igual al inverso de la pendiente de la recta.
- ❖ El parámetro μ , es igual al coeficiente independiente de la ecuación.

Al graficar los datos del compresor, se obtuvo:

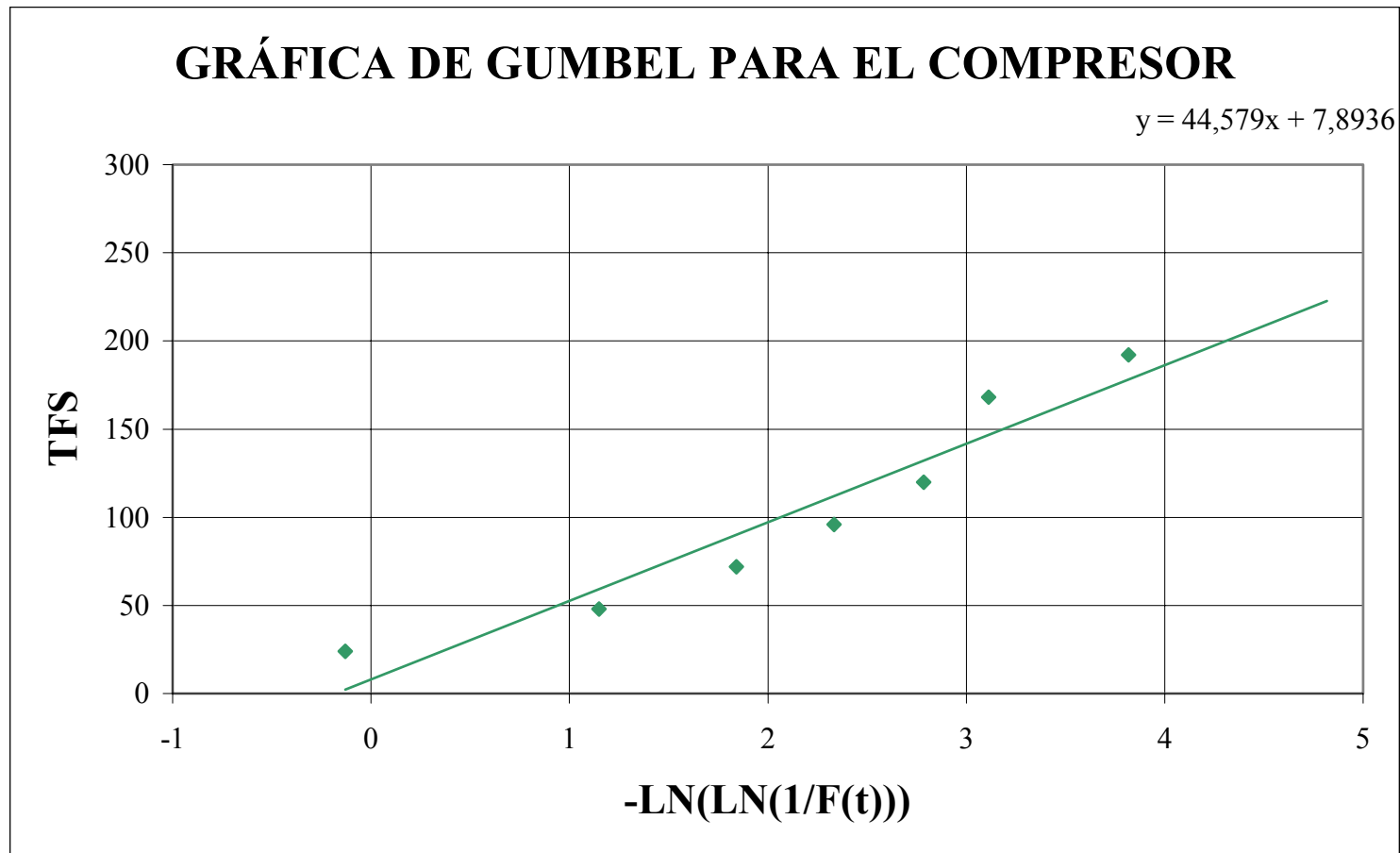


Figura 6.5. Gráfica de Gumbel para el Compresor

La ecuación de la recta obtenida es:

$$Y = 44,579 \cdot X + 7,8936$$

El parámetro **a** viene dado por:

$$a = \frac{1}{m} = \frac{1}{44,579}$$

$$\Rightarrow a = 0,0224$$

El parámetro μ es igual al valor del coeficiente independiente de la ecuación:

$$\Rightarrow \mu = 7,8936$$

En resumen, de las gráficas se obtuvo (Ver Anexo E: Gráficas de Gumbel) que:

COMPONENTE	μ	a	TPFS (Horas)
Compresor	7,8936	0,0224	33,6882
Evaporador	2,4605	0,0196	31,8994
Condensador	-0,1349	0,0259	22,1740
Estructura	24,4360	0,0467	36,8086
Válvula de Expansión	22,0780	0,0347	38,7158
Accesorios Eléctricos	15,5870	0,0447	28,5003

Tabla 6.10. Parámetros de Gumbel y Tiempo Promedio Fuera de Servicio.

Conociendo los valores de los parámetros de Gumbel, se tiene que la ecuación que modela la mantenibilidad para el compresor es:

$$M(t) = e^{-e^{[-0,0224 \cdot (t - 7,8936)]}}$$

Al evaluar la mantenibilidad en un tiempo “t” igual al mayor TPFS de los elementos, se tiene:

COMPONENTE	M(39) (%)
Compresor	60,7632
Evaporador	61,3770
Condensador	69,5647
Estructura	60,2573
Válvula de Expansión	57,3717
Accesorios Eléctricos	70,4142

Tabla 6.11. Mantenibilidad.

Para determinar los distintos valores de Disponibilidad, se empleó la ecuación de la disponibilidad genérica, obteniéndose que para el caso del compresor de las cavas de EFE:

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + TPFS} \Rightarrow D = \frac{84}{84 + 34} = 0,7119 \approx 71,19 \%$$

De igual manera, se obtiene que:

COMPONENTE	D (%)
Compresor	71,1864
Evaporador	73,5537
Condensador	84,1379
Estructura	69,1667
Válvula de Expansión	82,9694
Accesorios Eléctricos	80,9211

Tabla 6.12. Disponibilidad.

Para determinar el tiempo necesario para llevar a cabo las actividades de mantenimiento, se procedió a registrar y promediar los tiempos que diferentes técnicos empleaban para el cumplimiento de cada actividad, tomando en consideración los factores personales, los factores condicionales y el entorno.

6.5. Plan de Mantenimiento

Para establecer las actividades que conformarán el plan de mantenimiento preventivo de las cavas de almacenamiento, se empleó como herramienta, el mantenimiento basado en confiabilidad, con el cual se buscaron respuestas a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son las funciones que debe desempeñar el equipo?
2. ¿De qué manera puede fallar?

3. ¿Qué origina la falla?
4. ¿Qué ocurre cuando el equipo falla?
5. ¿Cuál es el grado de importancia de la falla?
6. ¿Qué se puede hacer para prevenir las diversas fallas?
7. ¿Qué sucede si no se puede prevenir la falla?

Es importante destacar que estas siete preguntas se formularon para todos los componentes de la cava: compresor, condensador, evaporador, válvulas, etc.

Para dar respuesta a las preguntas 2, 3 y 4, se empleó el método de Análisis de Modos y Efectos de Fallo; mientras que para responder las últimas tres preguntas se utilizó el método de Análisis de Árbol de Falla.

De igual manera, se consultó con los catálogos de los fabricantes para establecer los parámetros de operación de cada componente (en caso de poseerlos).

Para establecer los diferentes tiempos que requiere cada actividad del plan de mantenimiento, se tomaron varias mediciones bajo diferentes condiciones y diferentes técnicos, de forma tal de establecer un promedio o, en algunos casos, un intervalo de tiempo.

El plan de mantenimiento preventivo elaborado para Productos EFE se muestra a continuación.

PLAN DE MANTENIMIENTO

COMPONENTE A REVISAR	ACTIVIDAD	MÉTODO O HERRAMIENTA	RANGO DE OPERACIÓN	TIEMPO ESTIMADO
TABLERO DE CONTROL	Chequear conexiones del tablero de control.	Visual	-	20 Min.
	Revisar breaker, arrancadores y fusibles. Cambiar si están defectuosos	Visual	-	12 a 20 Min.
	Chequear continuidad entre cada una de las bobinas, contactores y arrancadores. En caso de defectos reemplazar el componente averiado.	Multímetro	-	22 Min.
	Verificar que el tiempo de descongelación sea de 30 min. Ajustar o cambiar el reloj Paragón de ser necesario.	Visual	30 minutos	5 a 27 Min.
	Revisar el estado y funcionamiento de los dispositivos de seguridad (KP15, Presostato de Aceite).	Visual	-	15 Min.
	Revisar que las bombillas de control estén en buen estado. En caso necesario reemplazarlas.	Visual	-	5 a 10 Min.
UNIDAD CONDENSADORA	Verificar que la temperatura de la cava se encuentre en el rango establecido	Visual	- 23 a - 27 °C	1 Min.
	Lavar el condensador	Utilizar Allbray, agua y aire comprimido	-	25 Min.

COMPONENTE A REVISAR	ACTIVIDAD	MÉTODO O HERRAMIENTA	RANGO DE OPERACIÓN	TIEMPO ESTIMADO
	Verificar que no existan fugas de refrigerante en ninguno de los elementos que conforman la unidad condensadora (compresor, condensador, accesorios, válvulas, etc).	Detector de fugas electrónico	-	30 Min.
	En caso de fuga del condensador corregirla.	Soldador	-	60 Min.
	Comprobar que el compresor no emite ruidos anormales	Puede emplearse un estetoscopio, un trozo de manguera o la simple audición.	-	3 Min.
	Verificar que la base del compresor esté fija	Visión o tacto	-	1 Min.
	Revisar que no existen vibraciones que alteren el buen funcionamiento del compresor.	Vibrómetro	-	5 Min.
	Chequear las presiones a la entrada y salida del compresor	Manómetro	Línea de Alta: 250 – 220 PSI Línea de Baja: 25 – 15 PSI	20 Min.
	Determinar el consumo eléctrico del compresor y verificar que se encuentre dentro de los rangos establecidos que indica la placa de identificación del compresor	Multímetro	Potencia 7,5 hp: 29,9 A Potencia 5,0 hp: 22,0 A Potencia 3,0 hp: 10,0 A	10 Min.
	Si el comportamiento del compresor no está entre los rangos establecidos, realizar el procedimiento para Compresor	-	-	120 a 140 Min.

COMPONENTE A REVISAR	ACTIVIDAD	MÉTODO O HERRAMIENTA	RANGO DE OPERACIÓN	TIEMPO ESTIMADO
	Observar el estado en que se encuentran las válvulas de servicio	Visual	-	5 Min.
	Revisar el nivel de aceite del compresor a través del visor. Completar si es necesario.	Visual	El nivel debe estar aprox. a la mitad.	1 Min.
	Revisar presostatos, cambiar de ser necesario.	Visual	-	5 a 20 Min.
	Verificar la continuidad y posibles aterramientos de las bobinas del motor del compresor.	Multímetro	-	5 Min.
DIFUSOR	Observar que los ventiladores estén en funcionamiento correctamente. En caso de no funcionar correctamente cambiar el motor del ventilador.	Visual	-	1 a 35 Min.
	Verificar que las aspas de los ventiladores estén en buen estado. De no ser así sustituirlas.	Visual	-	1 a 25 Min.
	Revisar la válvula solenoide para verificar el paso de refrigerante líquido a la válvula de expansión. En caso de que alguna de las dos válvulas no funcione correctamente reemplazarla	Visual	-	5 a 25Min.
	Verificar que el difusor este libre de escarcha para garantizar una buena transferencia de calor	Visual	-	1 Min.
	Comprobar el buen funcionamiento de las resistencias de desagüe	Activando el proceso de descongelación	-	15 Min.
	Verificar que no existan fugas en el difusor ni en la válvula de expansión.	Detector de fugas electrónico	-	10 a 60 Min.
	En caso de existir fugas en el difusor repararlas	Soldador	-	40 a 60 Min.

COMPONENTE A REVISAR	ACTIVIDAD	MÉTODO O HERRAMIENTA	RANGO DE OPERACIÓN	TIEMPO ESTIMADO
	En caso de existir fugas en la válvula reemplazarla.	Juego de llaves	-	30 Min.
	Revisar el termostato y verificar que se encuentre operando a temperatura optima. En caso de encontrarse dañado reemplazarlo y ajustarlo para alcanzar esta temperatura	Visual	- 25 °C	5 a 23 Min.
ESTRUCTURA EXTERNA	Chequear el estado de las puertas y ventanas, así como el estado de las bisagras, gomas, manijas, etc. En caso de ser necesario reemplazar.	Visual	-	10 a 60 Min.
	Verificar que todas las puertas y ventanas posean cortinas de plástico sin ningún tipo de daño. En caso de daño reemplazar.	Visual	-	5 a 25 Min.
	Verificar que las luminarias de la cava están encendidas, en caso contrario revisar el sistema de iluminación y cambiar los componentes averiados.	Visual	-	5 a 15 Min.

Tabla 6.13. Plan de Mantenimiento para las Cavas de Refrigeración de Productos EFE

Procedimiento para Compresores

COMPONENTE A REVISAR	ACTIVIDAD	MÉTODO O HERRAMIENTA	RANGO DE OPERACIÓN	TIEMPO ESTIMADO
COMPRESOR	Recolectar el refrigerante.	Sistema de Recuperación de Refrigerantes.	-	10 a 20 Min.
	Cerrar las válvulas de servicio, succión y descarga.	Manual	-	5 Min.
	Reemplazar el compresor.	Juego de llaves y destornilladores	-	60 Min.
	Reemplazar filtros secadores.	Juego de llaves	-	25 Min.
	Realizar vacío en el sistema para eliminar impurezas.	Bomba de Vacío	-	5 Min.
	Cargar de refrigerante, hasta alcanzar el rango de presión.	Bombona de Refrigerante y juego de manómetros	-	10 a 20 Min.
	Poner en funcionamiento.	Manual	-	5 Min.

Tabla 6.14. Procedimiento para los Compresores de las Cavas de Refrigeración de Productos EFE

6.6. Formatos de Inspección

Los formatos de inspección, son planillas en las cuales debe registrarse toda la información recabada por el técnico, acerca de las actividades de mantenimiento realizadas sobre un equipo.

Para crear dichos formatos para Productos EFE, se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- ❖ Simplicidad
- ❖ Facilidad
- ❖ Practicidad

Los formatos deben ser simples y visualmente agradables para los ojos del técnico, para de esta forma lograr que se sienta cómodo e incentivado a registrar la información pertinente.

De igual manera, los formatos deberán ser fáciles de llenar, para que de esta forma no se presten confusiones o informaciones erradas y al mismo tiempo esta característica permite que el llenado del formato sea de manera rápida.

El formato deberá ser práctico, estar en un lenguaje conocido por el técnico y solicitar toda la información requerida para llevar el control del equipo en lo que se refiere a mantenimiento.

El formato de inspección creado para los equipos de refrigeración de Productos EFE, se muestra a continuación.

FORMATO DE INSPECCIÓN

CARACAS RUTAS		Nº
Zona:		Fecha: / /
Cliente: Razón Social: Domicilio Comercial:		
Identificación del Equipo		
Id. del Equipo:	Status:	
Familia:	SubFamilia:	
Marca:	Modelo:	
Falla:		
Observaciones:		

Fecha y hora de Iniciación del Servicio: _____ / _____ / _____ ; _____:_____	
Temperatura del equipo al llegar (°C): _____	
Fallas Presentadas:	
Luminarias ☐	Compresor ☐
Tuberías (Fugas) ☐	Válvulas ☐
Inst. Eléctricas ☐	Puertas ☐
Difusor ☐	Condensador ☐
Accesorios ☐	Tablero ☐
Estructura ☐	Otra ☐
En caso de Otra Especifique: _____	
Trabajo Realizado: _____	
Se requiere Cambiar el Equipo: Sí ☐ No ☐	
Equipo a cambiar: _____	ID del equipo a cambiar: _____
Motivo del Cambio: _____	
Observaciones: _____	
Fecha y hora de Culminación del Servicio: _____ / _____ / _____ ; _____:_____	
Técnicos: _____	
_____ Jefe de Servicio	_____ Cliente o Personal Autorizado

Tabla 6. 15. Formato de Inspección

Como puede apreciarse, el formato está compuesto por dos recuadros grandes, a su vez subdivididos en pequeños recuadros. El primer recuadro, será completado por el jefe de servicio, antes de entregarla al (los) técnico(s) que se encargará(n) de realizar el mantenimiento del equipo.

En este primer recuadro, se le da la información al técnico sobre, la zona donde se halla el equipo, nombre del cliente, fecha en la que se hizo el reporte de falla, número del formato de inspección, tipo de equipo, código de identificación, falla presentada (si presenta alguna), etc, así como, en caso de ser necesario, alguna observación extra.

El segundo recuadro, deberá ser llenado por el técnico al realizar las labores de mantenimiento; en él deberá indicar la fecha y la hora en la que inició la inspección, reportar la temperatura de refrigeración del equipo al llegar al local, registrar los equipos con fallas (incluidos aquellos que no están trabajando dentro de los rangos establecidos)

También deberá registrar el trabajo realizado, indicando los casos donde se realizaron cambios de componentes por repuestos (arandelas, puertas, gomas, etc.). En los casos donde el equipo (compresor, ventilador, condensador, etc) deba ser reemplazado, deberá indicarlo junto con su código de identificación y el motivo del cambio.

Al culminar, el (los) técnico(s) deberá(n) indicar la fecha y hora de culminación de la inspección, firmarla y solicitar al cliente que confirme la inspección a través de su firma. Al retornar a la empresa, entregará el formato al jefe de servicio.

6.7. Formatos de Control

Para poder generar un control de fallas, envío, recepción y cumplimiento de la garantía por parte de la empresa contratista encargada de reconstruir los compresores semi-herméticos, se creó un formato de control. Dicho formato consta de dos partes, la primera posee la información pertinente a Productos EFE, es decir, fecha en la que se entrega el compresor para ser reconstruido, código de identificación, marca y modelo del compresor (la potencia). Además, solicita la firma de la empresa contratista como receptor del equipo.

La segunda parte, presenta un listado de las categorías de fallas presentadas por los compresores; sin embargo, en caso de que la falla no pertenezca a ninguna de las categorías listadas, ésta deberá ser escrita en el recuadro “otras”.

De igual manera, se incluyó dentro del formato, un recuadro donde se especificarán las actividades correctivas realizadas sobre el compresor; de esta forma, Productos EFE llevará registro de las labores de reconstrucción ejercidas sobre el mismo. Otra información solicitada en el formato, es el período de garantía que ofrece la empresa.

Una vez terminada la reconstrucción, la empresa contratista entrega a productos EFE el equipo junto con el formato de control, el cual deberá ser firmado por ambas partes. Finalmente, Productos EFE, archiva el formato de control (original) y le entrega copia a la empresa contratista. El formato de control, se muestra a continuación, seguido por el flujograma que representa el proceso de control.

FORMATO DE CONTROL

Fecha: ____ / ____ / ____

ID del Compresor:	
Marca:	Modelo:
Observaciones:	
Recibido por: _____ Firma del Receptor	

Categoría de la Falla:	
☐	Retorno de Líquido (El refrigerante líquido vuelve el compresor mientras éste está en funcionamiento)
☐	Arranque Inundado (El compresor arranca con líquido en el casco o en el cárter)
☐	Recalentamiento (La temperatura de la línea de descarga tomada sobre la tubería a 15 cms. de la válvula de servicio de descarga excede los 107 °C)
☐	Golpe de Líquido (Compresión de líquido)
☐	Pérdida de la Lubricación (La cantidad de aceite que sale del compresor es mayor que la cantidad de aceite que retorna al compresor)
☐	No se encontró ningún defecto
☐	Otra: _____
Explicación de la Falla:	
Trabajo Realizado:	
Entregado por: _____	Fecha de entrega: ____ / ____ / ____
Firma de la empresa	Garantía: _____

Tabla 6. 16. Formato de Control

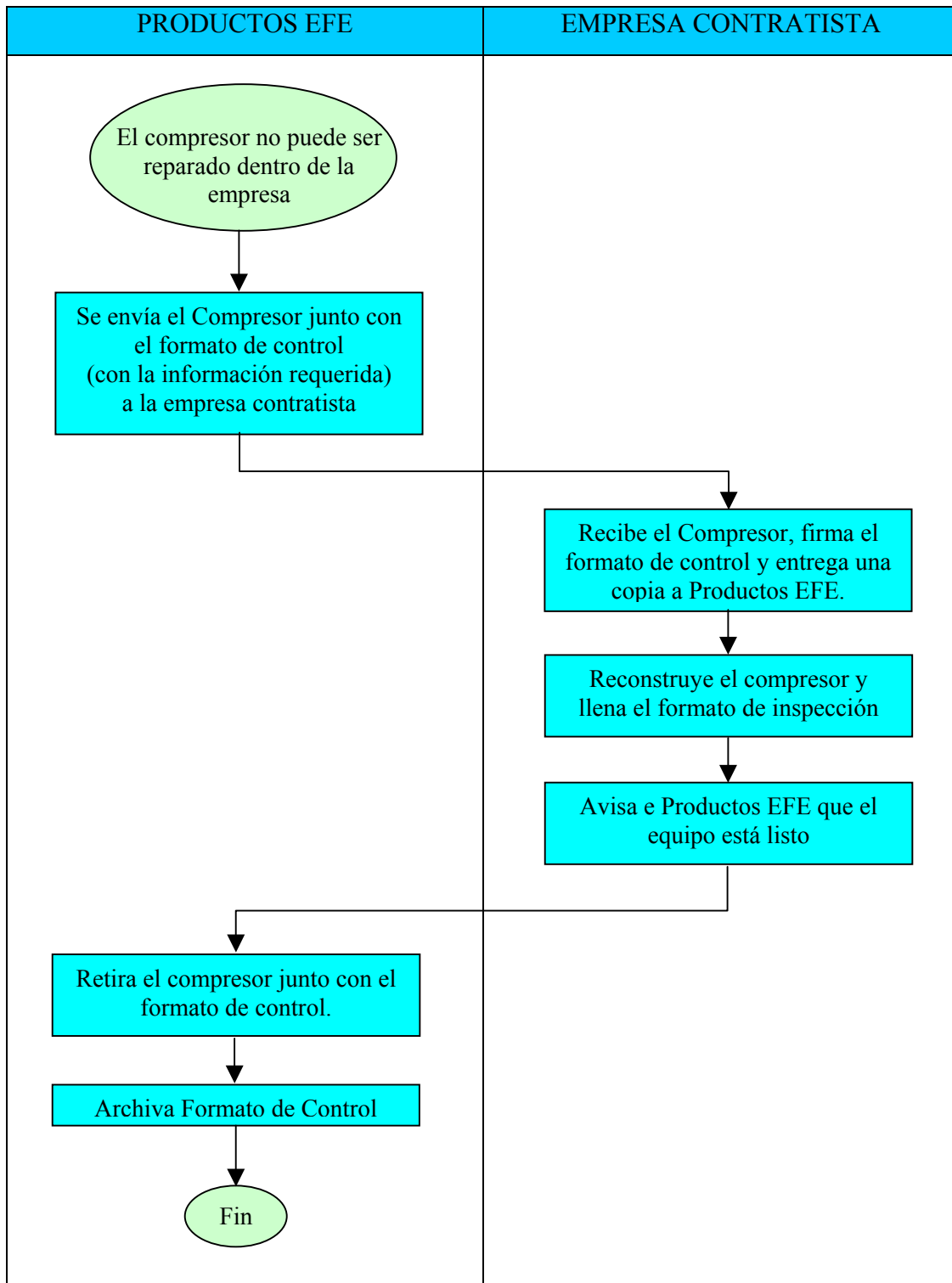


Tabla 6.17. Proceso de Control

CAPÍTULO VII

EQUIPOS DE

RECUPERACIÓN

DE REFRIGERANTES

7.1. Selección Equipos de Recuperación

La empresa, conciente del daño que podía causar al medio ambiente, se afilió al Programa Gerencia de Refrigerantes, propuesto por el Fondo Venezolano de Reconversión Industrial y Tecnológica (FONDOIN) quien está adscrito al Ministerio de Producción y Comercio, recibiendo así el Kit de Recuperación de Refrigerantes (Ver el Anexo F: Presupuesto INGARSICA).

Este Kit consta de los siguientes equipos:

- ❖ Una máquina trasegadora de refrigerante que está compuesta por un Compresor $\frac{1}{2}$ Hp., sin aceite, que recupera R-12, R-22, R-134a, R-407, R-409, R-500, R-502 y R-509, entre otros. Además, poseen protección contra: alta presión de descarga, baja presión de succión y sobrellenado del cilindro.

Marca	FLUOROTECH
Modelo	3600-S
Peso	15,87 Kg.
Dimensiones	33 cm x 31 cm x 19 cm
Fuente de Alimentación	110 Voltios, 8 amperios máx.
Potencia del Compresor	½ Hp
Tasa de Recuperación para Vapor	2 - 3 lb/min
Tasa de Recuperación para Líquido	4 lb/min

Tabla 7.1. Especificaciones Técnicas de la máquina trasegadora



Figura 7.1. Máquina Trasegadora de Refrigerante

- ❖ Un cilindro de 13.6 Kg., el cual posee dos puertos (vapor y líquido); además de un puerto de seguridad, para evitar el sobrellenado de refrigerante (80%). Está fabricado con láminas de acero. Posee protección contra la corrosión y oxidación (Tratamiento final de Poliuretano). Para garantizar la limpieza del cilindro se le realizó un Tratamiento de Calor controlado atmosféricamente.

Marca	WORTHINGTON
Modelo	V 300122 M W C2
Capacidad de Carga	13,6 Kg.

Tabla 7.2. Especificaciones Técnicas del cilindro



Figura 7.2. Cilindro

- ❖ Un detector de Fuga electrónico, el cual detecta fugas de HFC-134a, CFC, HCFC, SF6, además de refrigerantes halogenados y mezclas de refrigerantes. Posee opciones para alta sensibilidad o baja sensibilidad

Marca	CPS PRODUCTS
Modelo	LS780 A
Rango de Frecuencia aproximado	1 Hz. a 3000 Hz.
Temperatura de Operación	(32 a 120) F/ (0 a 50) °C

Tabla 7.3. Especificaciones Técnicas del detector de fuga.



Figura 7.3. Detector de Fugas.

- ❖ Un juego de manómetros con sus mangueras.

Marca	CPS PRODUCTS
Modelo	M 6ZS 6
Rango de Baja Presión	0 - 120 psi
Rango de Presión de Vacío	0 - 30 " Hg
Rango de Alta Presión	0 - 500 psi

Tabla 7.4. Especificaciones Técnicas del juego de manómetros

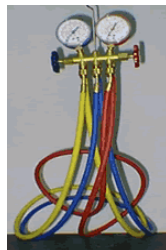


Figura 7.4. Juego de Manómetros con sus mangueras.

❖ Accesorios Varios:

- Un visor de líquido Marca Danfoss de $\frac{1}{4}$ in.
- Dos filtros secadores Marca KMP de $\frac{1}{4}$ in.
- Un termómetro Marca Cooper con una Temperatura máxima de 80 °C
- Un pinchador Marca C&D Valve



Figura 7.5. Accesorios.

Otros de los beneficios que obtiene la empresa al afiliarse al Programa Gerencia de Refrigerantes son:

- ❖ Podrá comprar gas refrigerante regenerado con un descuento hasta un 20% del precio del refrigerante virgen, dependiendo de la cantidad y del tipo de refrigerante.
- ❖ Entrenamiento y apoyo técnico gratuito
- ❖ Servicio de recuperación para sistemas de altas capacidades y sistemas de baja presión.

La aplicación de normas aceptadas internacionalmente en procesos de recuperación, permite a FONDOIN garantizar la calidad del producto que entrega. Los criterios utilizados para asegurar las propiedades químicas óptimas de los refrigerantes regenerados (iguales a las del refrigerante virgen), son los indicados en la Norma ARI-700.

Esta norma establece las propiedades químicas que deben cumplir los refrigerantes para poderlos utilizar y las pruebas necesarias para alcanzar la calidad exigida. Entre las pruebas a las que se somete el refrigerante se encuentran:

- ❖ Prueba de Aceite (Residuo de Alta Ebullición)
- ❖ Prueba de Partículas Sólidas
- ❖ Prueba de Pureza
- ❖ Prueba de Acidez
- ❖ Prueba de Cloruros
- ❖ Prueba de Cantidad de Agua
- ❖ Prueba de Gases No Condensables

Dentro de las recomendaciones que brinda FONDOIN sobre algunos procedimientos que se deben y no se deben hacer, en una instalación nueva o un servicio de mantenimiento en una unidad frigorífica, están:

- ❖ Se debe:
 - Emplear siempre medidas de seguridad y conservación al manipular CFC.
 - En los casos donde exista una fuga de refrigerante, desconectar el sistema para posteriormente repararlo.
 - De ser necesaria la evacuación de CFC, utilizar un condensador y un contenedor para recuperarlo desde la válvula de salida de la bomba de vacío.

- Antes de recargar el sistema, se debe comprobar posibles fugas y purgar los conductos de conexión.
 - Ajustar la carga de refrigerante mediante los diagramas de presión y temperatura, hasta conseguir las condiciones operativas óptimas. No servirse de las mirillas o visores para estos efectos.
 - Verificar que las mezclas de refrigerantes se cargan en estado líquido y no gaseoso.
 - Inspeccionar el sistema para verificar que no existan fugas potenciales y otros daños frecuentes (carga de aceite y refrigerante, parámetros de operatividad, fallos mecánicos, deterioro por el tiempo restos de aceite entre otros).
 - Observar posibles vibraciones anormales del sistema (fricción entre tuberías y soportes).
 - Comprobar que todos los circuitos de refrigeración y las uniones mecánicas están correctamente instalados y montados antes de introducir el gas detector de fugas.
 - Realizar una prueba de fuga para verificar que el sistema está bien hermético.
 - Optimizar la limpieza mediante filtros y secadores apropiados para el sistema.
 - Reducir las vibraciones, reforzando los cimientos e instalando dispositivos antivibración.
 - Acortar todo lo posible las mangueras y las tuberías que deban purgarse.
- ❖ No se debe:
- Evacuar los contenidos de los conductos de carga a la atmósfera.

- Utilizar CFC para la limpieza de utensilios, bobinas o maquinarias, ni como disolventes para limpiar los compresores; de no existir otros disolventes, recurrir siempre a la recuperación y reciclaje.
- Rellenar completamente un sistema con CFC sin comprobar antes posibles fugas o manchas de aceite.
- Recargar un sistema de refrigeración, cuando caben dudas sobre su resistencia a la presión.
- Servirse de CFC como gas de comprobación en una prueba de detección de fuga.
- Poner en funcionamiento un equipo con algún escape, sin determinar y rectificar primero el origen de la deficiencia.
- Conectar el compresor inmediatamente después de un corte de corriente.
- Rellenar los cilindros desechables.

Otras consideraciones que se deben tener presentes, son:

- ❖ No llenar el cilindro en exceso. La capacidad máxima de todo cilindro es de 80% del peso bruto máximo.
- ❖ No mezclar refrigerantes de diferente graduación, ni poner refrigerante de un tipo en un cilindro cuya etiqueta esté marcada para otro.
- ❖ Utilizar únicamente cilindros limpios, libres de toda contaminación de aceite, ácidos, humedad, etc.
- ❖ Verificar visualmente cada cilindro antes de cada utilización y revisar regularmente la presión de los mismos.
- ❖ Identificar el cilindro de recuperación, según el país, a fin de no confundirse con un cilindro virgen.
- ❖ Debe tenerse sumo cuidado de que el aceite que se derrame de los vapores del refrigerante no entren en contacto con la piel o con la superficie de la ropa al efectuar el servicio de un equipo contaminado. Recuérdese que el

ácido es uno de los productos de descomposición (puede haber tanto ácido clorhídrico como fluorhídrico).

- ❖ Nunca haga rodar el cilindro sobre su base o acostado de un lugar a otro.
- ❖ Cuando mueva un cilindro, utilice un equipo apropiado dotado de ruedas. Asegúrese de que el cilindro esté sujeto firmemente con correas cuando se traslade en carretilla.
- ❖ Utilice mangueras de calidad superior. Asegúrese de que estén unidad correcta y firmemente. Inspeccione todas las uniones de manguera frecuentemente.

En general, el procedimiento que debe seguir la empresa para la recuperación y regeneración de refrigerante, consiste en aplicar el método “push/pull”, el cual consiste en conectar el cilindro a la válvula de vapor de la unidad de recuperación y la válvula de líquidos del cilindro de recuperación al lado correspondiente al líquido en la unidad desactivada. La unidad de recuperación aspira (pull) el refrigerante de la unidad desactivada, haciendo disminuir la presión en el cilindro de recuperación. Posteriormente, se trasladará el cilindro con el refrigerante contaminado a la planta regeneradora asignada por FONDOIN, donde se realizará la recuperación, análisis, regeneración y embasamiento del refrigerante para su venta.

CAPÍTULO VIII

EQUIPOS DE SEGURIDAD

8.1. Selección Equipos de Seguridad

Actualmente, los trabajadores del área de mantenimiento no poseen, por completo, el equipo de protección personal necesario para realizar sus labores, y en algunos casos el equipo utilizado no es adecuado.

Para llevar a cabo las actividades o tareas de mantenimiento de las cavas de almacenamiento de Productos EFE, se recomienda el uso de:

- ❖ **Botas con Punta metálica contra descargas eléctricas:**

Debido a riesgos de impacto o fuerzas compresoras, para proteger los pies del trabajador, se seleccionó, como parte del equipo de seguridad obligatorio, calzado con punteras metálicas de seguridad. Entre las características que debe poseer el calzado están: alta resistencia al resbalamiento, alta capacidad de absorción de energía en el talón, deben ser livianos, flexibles, anatómicos y proporcionar un buen rendimiento. De igual manera, el calzado debe pasar por diversas pruebas que garanticen su calidad.



Figura 8.1. Botas con Punta Metálica

❖ Guantes para soldar:

Para evitar quemaduras en las manos a la hora de realizar una soldadura, el técnico deberá utilizar guantes diseñados para soldar. Estos guantes pueden ser hechos de cuero y deben tener puños largos, de forma tal que proteja los antebrazos. La Norma COVENIN 1927-82 define este tipo de guante como Guantelete y al igual que los zapatos, éstos deben pasar diferentes pruebas para garantizar la calidad del mismo.



Figura 8.2. Guantelete

❖ Máscara para soldar:

Para realizar las actividades de soldadura, el trabajador deberá utilizar una máscara para soldar, que evite daños en los ojos o rostro producidos por los rayos generados por la soldadura.



Figura 8.3. Máscara para Soldar

❖ Fajas:

Se recomienda el uso de fajas, para "recordarle" al trabajador el evitar malas posturas, levantar cargas pesadas, reducir los movimientos de flexión y por último, reducir lesiones en ciertos lugares de trabajo.



Figura 8.4. Faja

❖ Uniforme:

El uniforme que Productos EFE asigna a sus técnicos, consta de: jeans, guarda camisa y camisa EFE. Sin embargo, se recomienda la entrega de un suéter o chaqueta que los proteja de cambios térmicos, debido a que dentro de las actividades del plan de mantenimiento se incluye la revisión de las instalaciones internas de la cava.

8.2. Primeros Auxilios

Básicamente, el botiquín de primeros auxilios de las zonas de trabajo donde existan gases refrigerantes debe contener: jabón desinfectante, vendas, algodón y gasa, entre otras.

En la siguiente tabla, se muestran algunos ejemplos de accidentes que pueden ocurrir al emplear el refrigerante FX10 y los primeros auxilios que deben aplicarse.

EJEMPLO DE ACCIDENTE	ACCIONES A TOMAR
Inhalación del Refrigerante	❖ Traslade a la persona afectada hasta una zona de aire fresco. ❖ Guarde la calma del paciente. ❖ Si el paciente no respira, aplique respiración artificial. ❖ Si la respiración es difícil, suminístrele oxígeno. ❖ Llame a un médico.
Refrigerante en Contacto con la Piel	❖ Lave la zona afectada con agua tibia (no utilice agua caliente). ❖ Si la zona sufrió congelamiento, llame a un médico y mantenga la calma del paciente.
Refrigerante en Contacto con los Ojos	❖ Lave los ojos empleando un chorro de agua, por un tiempo aproximado de 15 minutos. ❖ Llame a un médico.

Tabla 8.1. Algunas acciones que deben tomarse en caso de accidentes

Capítulo IX

Aplicación del

Módulo PM de SAP

9.1. Definición de Objetos Técnicos

Dentro de las actividades que se realizaron para poder implementar el módulo PM de SAP, dentro de la gerencia de mantenimiento de la empresa, está la definición de los Objetos Técnicos. Para ello, se listaron los diferentes componentes de las cavas y se clasificaron como Equipos o Ubicaciones Técnicas.

Se definió como Ubicación Técnica a la Cava de Refrigeración de cada sucursal o DIN; mientras que se definió como Equipos a los siguientes componentes: Unidad Condensadora, Unidad Evaporadora, Estructura y Tablero de Control.

A su vez, cada uno de estos equipos se divide en sub-equipos, entre los cuales están: compresor, condensador, ventiladores, evaporador, tuberías, puertas, contactores, luces de control, etc.; tal como se muestra en la siguiente figura.

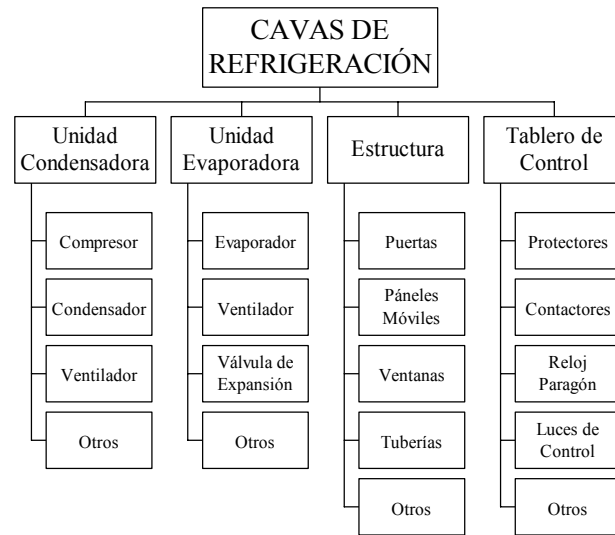


Figura 9.1. Ejemplo de la Jerarquía de los Equipos pertenecientes a las Cavas de Almacenamiento de Productos EFE.

9.1.1. Ubicación Técnica

Para definir a las cavas como ubicaciones técnicas, es necesario crear ubicaciones técnicas dentro del módulo PM, para lo cual se siguen los pasos a continuación:

- ❖ Para Tener acceso a la Transacción, puede utilizar dos vías:
 - Vía Menú seleccione: Logística → Mantenimiento → Objetos Técnicos → Ubicación Técnica → Crear.
 - Vía Código de Transacción: IL01
- ❖ En la pantalla, ingrese el número que identifica la ubicación técnica, en el campo correspondiente. Seguidamente oprima el botón **Emplaz**.
- ❖ Al abrirse la nueva pantalla, introduzca los datos correspondientes a los siguientes campos:

- Denominación: es la descripción de la ubicación técnica
 - Centro-emplaz: es el código del centro de emplazamiento (planta de mantenimiento) donde se encuentra la ubicación técnica
 - Emplazamiento: es la clave que identifica el emplazamiento en un centro.
 - Local: identifica el espacio en que se encuentra el activo fijo
 - Área de Empresa: es el número que identifica el área de la empresa a la cual pertenece.
 - Puesto de Trabajo: es la clave que identifica el puesto de trabajo responsable del tratamiento de datos de la ubicación técnica
 - Indicador ABC: es el indicador ABC de un objeto técnico
 - Campo de Clasif: en este campo se puede registrar un concepto de clasificación para la ubicación técnica.
- ❖ Una vez ingresada la información, presione el botón Organización para abrir una nueva pantalla e ingresar los datos correspondientes a los siguientes campos:
- Sociedad: es la unidad organizativa de la contabilidad externa.
 - Inmovilizado: es el número que, junto con el sub-número de inmovilizado (activo fijo), identifica a un activo fijo.
 - División: es una unidad organizativa para la cual pueden generarse balances y cuentas de pérdidas y ganancias para informes internos. La división debe entenderse como un simple agrupamiento de partes de la empresa.

- Centro de Coste: es la clave del centro de costo donde se imputarán los costos.
- Orden liquidac.: es la orden a la que se puede liquidar la orden de mantenimiento. La liquidación de órdenes se puede efectuar también a otras órdenes. Para este caso es posible proponer una orden de liquidación.
- Ce.planif.mant.: es la clave del centro de planificación del mantenimiento.
- Gr.planif-MT.: es la clave del grupo planificador del mantenimiento.
- Pto.planif-mant.: es el puesto de trabajo responsable en medidas de mantenimiento.
- ❖ Posteriormente, oprima el botón  e ingrese los datos correspondientes a los campos que se presentan en la nueva pantalla:
 - Posición: es la posición que ocupa la ubicación técnica respecto a la ubicación técnica anterior.
 - Datos Montaje:
 - ✓ Montaje Permitido: el indicador informa si está permitido el montaje de un equipo en esta ubicación técnica.
 - ✓ Montaje Individual: el indicador define si una ubicación técnica en un momento determinado, sólo está permitido montar un equipo, o si permitido el montaje de varios equipos
 - Tipo de Montaje: es el material para el tipo de montaje de la ubicación técnica.

- ❖ Para emplazar una ubicación técnica a una superior, en la pantalla se sigue la vía menú: Estructuración → Modificar Superior, se ingresa la ubicación técnica superior (ubicación técnica que jerárquicamente está situada directamente encima de la ubicación técnica que se está creando) y se oprime el botón  para ir a la siguiente pantalla.
- ❖ Para realizar el montaje de equipos en la ubicación técnica se utiliza la vía menú: Estructuración → Equipos, se ingresan los datos correspondientes a los campos:
 - Posición: es la posición del equipo en el lugar de montaje.
 - Equipo: es el número mediante el cual se identifica un equipo a ser montado en la ubicación técnica. Puede seleccionarlo de la lista desplegable.
- ❖ Se oprime el botón  , para retornar a la pantalla “Crear Ubicación Técnica”. Datos MT” y se oprime el botón  , para guardar la información.
- ❖ Para salir se oprime el botón .

Este procedimiento debe repetirse para cada cava.

9.1.2. Equipo

Para definir los equipos superiores (Unidad Condensadora, Unidad Evaporadora, Estructura y Tablero de Control), básicamente los pasos a seguir son:

- ❖ Vía menú seleccione: Logística → Mantenimiento → Objetos Técnicos. En ese instante aparecerá la pantalla de Objetos Técnicos.

- ❖ Seleccione Equipo → Crear. Introduzca toda la información requerida (centro de emplazamiento, puesto de trabajo, etc) y seleccione continuar.
- ❖ En la pantalla “Datos Generales”, introduzca la información requerida en los campos vacíos.
- ❖ Seleccione las pantallas de datos maestros adicionales, tales como: Datos de Emplazamiento, Datos de Mantenimiento, Datos de Serialización y Datos de Interlocutor. Introduzca en ellas toda la información que se solicita.
- ❖ Oprima el botón  para almacenar la información.

Como estos equipos serán montados en Ubicaciones Técnicas es necesario llevar a cabo los pasos para Montaje de Equipos, estos son:

- ❖ Vía menú seleccione: Logística → Mantenimiento → Objetos Técnicos → Ubicación Técnica → Modificar. Aparecerá la pantalla Modificar Ubicación Técnica: Acceso.
- ❖ Introduzca toda la información solicitada para la ubicación técnica en la pantalla inicial y seleccione Pasar a → Datos emplazamiento o Pasar a → Datos de PM.
- ❖ Una vez que aparezca la pantalla correspondiente, seleccione Estructuración → Equipos.
 - Si no se han montado todavía equipos en la ubicación técnica, seleccione la pantalla Lugar de Montaje: Montar Equipos.
 - Si ya se han montado equipos en la ubicación técnica, seleccione la pantalla Lugar de Montaje: Resumen de Equipos, en la que verá una lista de todos los equipos montados en dicha ubicación técnica. Posteriormente

seleccione Tratar → Montar Equipo para entrar a la pantalla Lugar de Montaje: Montar Equipo.

- ❖ Introduzca los equipos que desee montar en la ubicación técnica en la sección Equipo.
- ❖ Seleccione Detalles → Log. De Modificación para visualizar:
- ❖ Regrese a la pantalla de Mantenimiento o de Datos de Ubicación y grabe el montaje pulsando el botón .

9.1.3. Lista de Materiales

La estructura de una lista de materiales en el sistema R/3, consta de:

- ❖ Cabecera: contiene los datos aplicables a toda la lista de materiales
- ❖ Posición: contiene los datos que sólo se aplican a componentes específicos de la lista de materiales. Las posiciones son las partes de que se compone un producto
- ❖ Sub-posiciones: contienen datos sobre los diferentes lugares de montaje para cantidades empezadas de una posición.

Para crear una lista de materiales del módulo PM, se deben seguir los pasos descritos a continuación:

- ❖ Vía Menú seleccione:
 - Para crear una Lista de Materiales para Material: Logística → Mantenimiento → Objetos Técnicos → Lista de Materiales → ListaMat. p. material → Crear.

- Para crear una Lista de Materiales para Equipo: Logística → Mantenimiento → Objetos Técnicos → Lista de Materiales → ListaMat. para equipo → Crear.
- Para crear una Lista de Materiales para Ubicación Técnica: Logística → Mantenimiento → Objetos Técnicos → Lista de Materiales → ListaMat.UbicTécnica → Crear.
- ❖ Ingrese la información correspondiente a los siguientes campos:
 - Denominación del Objeto
 - Utilización de la Lista de Materiales
 - Centro
- ❖ Oprima el botón  .
- ❖ Si lo desea puede introducir las posiciones de la lista de materiales requerida:
 - Entre a la pantalla “Nuevas posiciones (1-línea)” e introduzca los componentes del objeto, la cantidad y el tipo de posición para cada una de las posiciones:
 - ✓ Si el tipo de posición es: Posición Documento, ingrese la letra “d” y presione el botón  . Aparecerá la pantalla: “Posición: Datos Generales”, en la que debe introducir la información del documento.
 - ✓ Si el tipo de posición es: Elemento de Estructura PM, ingrese la letra “i” y presione el botón  . Aparecerá la pantalla: “Nuevas posiciones (1-línea)”.

- ✓ Si el tipo de posición es: Posición de Almacén, ingrese la letra “l” y presione el botón . Aparecerá la pantalla: “Nuevas posiciones (1-línea)”.
- ✓ Si el tipo de posición es: Posición No de Almacén, ingrese la letra “n” y presione el botón . Aparecerá la pantalla: “Posición: Datos de Compra”, en la que debe introducir el Grupo de Artículos.
- ✓ Si el tipo de posición es: Posición de Dimensión Bruta, ingrese la letra “r” y presione el botón . Aparecerá la pantalla: “Posición: Datos de Dimensión Bruta”, en la que debe introducir la dimensión bruta y la clave de fórmula.
- ✓ Si el tipo de posición es: Posición de Texto, ingrese la letra “t” y presione el botón . Aparecerá la pantalla: “Posición: Status/TextoExpl.”, en la que debe introducir el texto de la posición.
- ❖ Si lo desea puede introducir otros datos detallados para las posiciones de la lista de materiales:
 - En la pantalla “Nuevas posiciones (1-línea)” o en la pantalla “Resumen de posiciones del material”, seleccione las posiciones para las que desea introducir otros datos detallados.
 - Seleccione la opción de menú Pasar a → Posición para pasar a la pantalla para introducir datos detallados.
 - Ingrese la información correspondiente a los campos.
- ❖ Si lo desea puede crear sub-posición para la lista de materiales:

- En la pantalla “Nuevas posiciones (1-línea)” o en la pantalla “Resumen de posiciones del material”, seleccione las posiciones de la lista de materiales para las que desea crear sub-posiciones.
- Seleccione vía menú Tratar → Nueva sub-posición.
- En la sección Sub-posiciones de la lista de materiales, introduzca las sub-posiciones en las líneas de entrada existentes. Si necesita líneas de entrada adicionales, vuelva a seleccionar las opciones de menú Tratar → Nueva sub-posición.
- ❖ Si lo desea puede introducir datos de cabecera de la lista de materiales:
 - Si desea introducir todos los datos, deberá:
 - ✓ En la pantalla “Resumen de posiciones del material”, seleccionar vía menú: Pasar a → Cabecera → Total. Aparecerá la primera pantalla de “Datos de Cabecera”.
 - ✓ Realice todas las entradas obligatorias y oprima el botón . Aparecerá la pantalla “Datos de Cabecera”.
 - ✓ Efectúe todas las entradas obligatorias y grabe la lista de materiales.
 - Si desea introducir sólo algunos los datos, debe:
 - ✓ En la pantalla “Resumen de posiciones del material”, seleccionar vía menú: Pasar a → Cabecera → <pantalla detallada>. Aparecerá la pantalla de “Datos de Cabecera” solicitada.
 - ✓ Realice todas las entradas obligatorias y grabe la lista de materiales.
- ❖ Presione el botón  para grabar la información.

9.1.4. Hojas de Ruta

El propósito de crear Hojas de Ruta, es definir las operaciones de mantenimiento para ser utilizadas en una serie de ubicaciones técnicas o equipos similares entre sí. Las hojas de ruta también contienen los materiales y herramientas requeridas para cada labor y una estimación de los tiempos de ejecución.

Para crear una hoja de ruta general se deben cumplir los siguientes pasos:

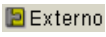
- ❖ Vía Menú seleccione: Logística → Mantenimiento → Planif. Mantenimiento → Hojas de ruta
 - Si desea crear la hoja de ruta general seleccione: → Instrucciones → Crear. (También puede utilizar la Vía Transacción IA05).
 - Si desea crear la hoja de ruta para una Ubicación Técnica seleccione: → P. Ubicación Técnica → Crear. (También puede utilizar la Vía Transacción IA11).
 - Si desea crear la hoja de ruta para un Equipo seleccione: → Para Equipo → Crear. (También puede utilizar la Vía Transacción IA01).
- ❖ Ingrese los datos correspondientes a los siguientes campos:
 - Grupo Hoja de Ruta: es la clave que identifica un grupo de hojas de ruta.
 - Día Fijado: es la fecha en la que se trata o visualiza la hoja de ruta. Se leen todos los objetos de la hoja de ruta.
- ❖ Presione el botón  para aceptar los datos.
- ❖ Ingrese los datos correspondientes a los siguientes campos:

- ContadGrpo Hruta: es el contador grupos de hoja de ruta y se utiliza para identificar junto con el grupo de hoja de ruta, una hoja de ruta. Además, sirve para controlar el orden de etapas en procesos. En el campo extenso al lado del contador, se inserta una descripción de la hoja de ruta.
- Centro: es el número que identifica un centro de forma unívoca.
- Puesto de Trabajo: es la clave que identifica el puesto de trabajo responsable de la hoja de ruta.
- Utilización: es la clave que identifica en que área se puede utilizar la hoja de ruta (por ejemplo: fabricación o mantenimiento). Puede seleccionarse el área al desplegar el listado disponible.
- Grupo Planif.: es la clave que identifica el grupo de planificación, responsable de la actualización de la hoja de ruta.
- Status Hoja de Ruta: indica el estado de tratamiento de una hoja de ruta. Puede seleccionarse el status al desplegar el listado disponible.
- Estado-Instalación: es la clave para el estado de la instalación de un sistema técnico. Determina por ejemplo, si durante la ejecución de una medida, la instalación deberá estar en funcionamiento o fuera de servicio. Puede seleccionarse el estado al desplegar el listado disponible.
- Estrategia de Mant.: es la clave para la identificación de una estrategia de mantenimiento utilizada en la hoja de ruta. Puede seleccionarse la clave al desplegar el listado disponible.
- Conjunto: es el número que identifica inequívocamente un conjunto.
- Petición de Borrado: es el indicador con el que se determina que se borre la hoja de ruta por medio de un programa de borrado.

- ❖ Presione el botón  para aceptar los datos.
- ❖ Presione el botón  Operación para ingresar las operaciones en la hoja de ruta.
- ❖ Ingrese los datos correspondientes a los siguientes campos:
 - Op.: es la clave que identifica una operación, el sistema lo sugiere automáticamente
 - Sop.: es la clave que identifica una sub-operación, son subordinadas jerárquicamente a una operación. Se utilizan cuando por ejemplo hay varios puestos de trabajo involucrados en la ejecución de una misma operación.
 - PstoTrbj.: es la clave que identifica el puesto de trabajo.
 - Ctrl.: determina que operaciones empresariales se deben ejecutar para el objeto correspondiente a una hoja de ruta o a una orden. Las claves de control utilizadas para las operaciones de mantenimiento son las siguientes: PM01 = Mantenimiento propio; PM02 = Mantenimiento externo y PM03 = Mantenimiento externo (servicios).
 - Descripción Operación: es la descripción de la operación.
 - Trabajo: es el valor para la carga necesaria que se requiere para ejecutar la operación.
 - Un: es la unidad de medida (H = hora).
 - N°: es el número de las capacidades necesarias para el cálculo de la duración o del trabajo. Este valor determina cuántas máquinas o empleados se necesitan para la ejecución.

- Durac.: es el valor para la duración normal, requerida para ejecutar la operación.
- Un.: es la unidad de tiempo para la duración de la operación normal (H = hora).
- Cv.C.: es la clave de cálculo para la duración, la carga o el número de capacidad requerida en la operación. Las opciones son:
 - ✓ 0 Actualizar los datos manualmente
 - ✓ 1 Se calcula la duración conocido el “Trabajo” y las capacidades (Nº)
 - ✓ 2 Se calcula el “Trabajo”, conociendo las capacidades (Nº) la duración
 - ✓ 3 Se calculan las capacidades (Nº), conocidos el “Trabajo y la duración.
- Fun: es el número de veces que se repite una operación o sub-operación en la gestión de órdenes.
- ClvModl.: es la clave que identifica las descripciones de las operaciones más frecuentes en los procesos. Al introducir esta clave de referencia se asigna la descripción de la operación.
- E: especifica si el equipo tiene que estar parado o en funcionamiento para el momento de la ejecución de la operación. Puede ver las opciones disponibles al desplegar el listado.
- ❖ Para asignar a las operaciones: paquetes de mantenimiento, listas de materiales, relaciones de orden y/o medios auxiliares de fabricación, márkelo en el recuadro ubicado a la izquierda de la operación en cuestión.

- Para Paquetes de Mantenimiento, oprima el botón  y en la pantalla que aparece, marque el paquete de mantenimiento que desee para cada operación.
- Para asignar los componentes o materiales, marque el recuadro ubicado a la izquierda de la operación y oprima el botón .
- ✓ En la siguiente pantalla, ingrese los datos correspondientes a los siguientes campos:
 - Material: es el número de material que identifica al material
 - Cantidad: es la cantidad requerida de material
- ✓ Oprima el botón  para validar la información suministrada y luego presione el botón , para continuar con el tratamiento de la hoja de ruta.
- Para establecer Relaciones de orden entre las operaciones, oprima el botón .
- ✓ En la siguiente pantalla, ingrese los datos correspondientes a los siguientes campos:
 - Op.: es el número de operación
 - Interv.: es el intervalo de relaciones de ordenación. La duración se puede registrar de la siguiente manera: en valor absoluto, porcentualmente en referencia a la duración de la actividad precedente o porcentualmente en referencia a la duración de la actividad sucesora.
 - Un.: es la unidad del intervalo de las relaciones de ordenación.

- Cls.: es la clase de relación de ordenación. Ésta determina la dependencia temporal entre dos operaciones.
- ✓ Oprima el botón  para validar la información suministrada y luego pulse el botón , para continuar con el tratamiento de la hoja de ruta.
- Para tratar los Medios auxiliares de fabricación, presione el botón .
- ✓ Ingrese los datos correspondientes a los siguientes campos:
 - Material: es el número de material que identifica al material
 - Cantidad: es la cantidad requerida de material
- ✓ Para establecer los valores correspondientes a los costos según el trabajo sea interno o externo, se realiza lo siguiente:
 - Trabajo con mano de obra interna: se marcan las operaciones, se oprime el botón  y en la siguiente pantalla se muestran los datos ya cargados:
 - Clase de Actividad: es la clave que representa la actividad prestada para un centro de coste.
 - Porcentaje: indica el valor del tiempo de empleo de la clase de capacidad para la operación.
 - Clave cálculo: indica la clave de cálculo para la duración, la carga o el número de capacidad requerida en la operación.
 - Trabajo con mano de obra externa: se marcan las operaciones, se oprime el botón  y en la siguiente pantalla se introducen los siguientes campos:

- Cantidad de Pedida: es la cantidad de actividad a pedir.
- Unidad-Medida Pedido: es la unidad de medida de pedido
- Precio Neto: es el precio de la actividad externa indicada en la operación
- Por: es el valor que fija para cuantas unidades de la unidad de precio de pedido, es válido el precio.
- Plazo de entrega: duración en días de la actividad.
- Clase de Coste: especifica la cuenta de costo a la cual debe cargarse la actividad o se selecciona de la lista de opciones que aparece en el desplegable.
- Grupo de Artículos: indica la clave con la que se pueden agrupar varios materiales con las mismas propiedades para su asignación a un determinado grupo de artículos.
- Grupo de Compras: indica el código del grupo de compras que hace seguimiento comercial del servicio.
- Acreedor: es la clave alfanumérica que identifica unívocamente el proveedor del servicio en el sistema SAP.
- Contrato Marco: es la clave alfanumérica que identifica al contrato que eventualmente está asociado al servicio.
- Pos. Contrato Marco: especifica la posición (cláusula) del contrato correspondiente a la actividad indicada en la hoja de ruta.

- Concepto de Clasific.: se utiliza para subdividir en grupos varios registros info. de compras pertenecientes a un grupo de artículos.
- Reg. Info de Compras: especifica el código del registro info de compras.
- ✓ Presione el botón  para validar la información suministrada y luego pulse el botón , para continuar con el tratamiento de la hoja de ruta.
- ❖ Grabe los datos oprimiendo el botón 

9.1.5. Puesto de Trabajo

El propósito de crear puestos de trabajo, es poder establecer dónde y quién realiza cada operación, la capacidad total y disponible, así como el Centro de Costo asociado y las tarifas asociadas.

Los datos necesarios para definir un puesto de trabajo son:

- ❖ El código que identifica al Puesto
- ❖ La categoría del Puesto (serán definidos exclusivamente como grupos de mano de obra con cierto nivel de especialización)
- ❖ Descripción breve o larga.
- ❖ La persona responsable.
- ❖ El horario de Trabajo, incluyendo duración de pausas (para almuerzo, por ejemplo).
- ❖ El número de personas que integran el Puesto.

❖ Las clases de actividad o tarifas.

Las clases de actividad especifican las tarifas que se aplican para computar el costo de la mano de obra empleada según los diferentes horarios, turnos y condiciones laborales extraordinarias que apliquen a cada puesto de trabajo.

Los puestos de trabajo pueden ser utilizados en hojas de ruta, para lo cual se debe:

❖ Vía Menú seleccione: Logística → Mantenimiento → Puestos de Trabajo → Evaluaciones → Utilización → Puestos de Trabajo. (También puede emplearse la vía transacción CA80).

❖ Ingrese los datos correspondientes a los siguientes campos:

- Protocolo Ampliado: se selecciona este campo para indicar la utilización de puestos de trabajo en hojas de ruta borradas.
- Puesto de Trabajo: es la clave para identificar el puesto de trabajo.
- Centro: es el número que identifica al centro productivo o planta.
- Día Fijado: es la fecha de búsqueda de actividades u operaciones válidas, es decir, actividades que no tienen petición de borrado.
- Tipo Hoja de Ruta Desde: indica el Tipo de hoja de ruta para el cual se hace la selección.
- Hst: especifica el último valor de selección para el tipo de hoja de ruta.
- Status Hoja Ruta Dsd: especifica el status de la hoja de ruta según el cual se debe efectuar la selección.

- Hasta: indica el último valor de selección para el status de la hoja de ruta
- Utiliz. Hruta Desde: especifica la utilización de la hoja de ruta para la que se realiza la selección.
- Utiliz. Hruta Hasta: indica el último valor de selección para la utilización de la hoja de ruta.
- Grupo Planific. Desde: es el código del grupo de planificación responsable de la planificación de mantenimiento para el cual se debe efectuar la selección.
- Grupo Planific. Hasta: es el último valor de selección de grupos de planificación responsable de la planificación de mantenimiento para el cual se debe efectuar la selección.
- ❖ Presione el botón  y aparecerá la ventana de diálogo. Posteriormente presione el botón .
- ❖ Para el tratamiento de la información contenida para una hoja de ruta en particular, se selecciona marcando el recuadro al lado izquierdo de la misma y se presiona:
 - El botón  Seleccionar para ver el resumen de la hoja de ruta
 - El botón  Info detallada para visualizar la cabecera de vista general de la hoja de ruta
 - El botón  Log para ver los mensajes de error que pudiesen presentarse.
 - El botón  para imprimir.
- ❖ Para regresar a la pantalla anterior se oprime el botón  y para finalizar la transacción se presiona el botón  tantas veces como sea necesario.

Las listas de puestos de trabajo permiten que estos se empleen según criterios de selección especificados, tales como: tipo de puesto, centro y grupo de planificación al que pertenecen, etc. Para crear una lista de puestos de trabajos se debe:

- ❖ Vía Menú seleccione: Logística → Mantenimiento → Puestos de Trabajo → Evaluaciones → Lista de Puestos de Trabajo. (También puede utilizar el acceso vía transacción CR05).
- ❖ Ingrese los datos correspondientes a los siguientes campos:
 - Centro: es el número que identifica al centro productivo o planta.
 - Puesto de Trabajo: es la clave para identificar el puesto de trabajo.
 - Clase Puesto de Trabajo: especifica el código que diferencia los puestos de trabajo en lo referente a su utilización o clase.
 - Almacén, Recurso de Almacén: indica el código del(los) Almacén(es) al(los) cual(es) el puesto de trabajo puede efectuar retiros de material.
 - Responsable: indica la clave del grupo que es responsable de la actualización de datos maestros de este puesto de trabajo.
- ❖ Presione el botón  para abrir la siguiente pantalla.
- ❖ Para visualizar los datos básicos de un puesto de trabajo en particular, selecciónelo y oprima el botón .
- ❖ Para regresar a la pantalla anterior presione el botón . Para finalizar presione nuevamente el botón .

9.2. Gestión de Mantenimiento

El Sistema PM soporta todo el departamento de Mantenimiento responsable de la planificación, tratamiento y liquidación de medidas de mantenimiento. Todas las medidas a efectuar por el departamento de Mantenimiento pueden registrarse, planificarse, controlarse y comunicarse. Asimismo, se incluyen tanto las medidas que no están planificadas o que se deben a averías como las medidas de inspección y mantenimiento habituales.

Las etapas principales de la gestión de mantenimiento, pueden resumirse en:

- ❖ Necesidad de mantenimiento (Aviso de una avería o defecto en el sistema o parte del sistema)
- ❖ Creación de una orden de mantenimiento
- ❖ Reserva de material y solicitud de pedido
- ❖ Ejecución de la orden
- ❖ Realización de la medida y confirmación de que la orden ha sido completada (Notificación de la orden).
- ❖ Cierre del aviso de mantenimiento y de la orden de mantenimiento, almacenando los datos relevantes para evaluaciones y planificación de futuras actividades de mantenimiento
- ❖ Verificar que no existan solicitudes o avisos de mantenimiento pendientes.

La gestión de mantenimiento consiste en tres elementos esenciales:

- ❖ Aviso de mantenimiento

- ❖ Orden de mantenimiento
- ❖ Historial de mantenimiento



Figura 9.2. Gestión de Mantenimiento

Cabe destacar, que para que el personal tenga acceso al sistema, deberá poseer una clave de acceso, con la cual se le permitirá entrar sólo a aquellas pantallas cuya información se vincule con las funciones de su cargo. Por ejemplo, las asistentes de mantenimiento y del departamento Caracas-Rutas y del Departamento Caracas-DINES, tienen únicamente acceso a los avisos de mantenimiento, ya que dentro de sus funciones está el recibir llamadas de los clientes o sucursales que deseen reportar fallas en sus equipos y generar el aviso de mantenimiento.

Al generarse el aviso, el Jefe de Servicio, creará la orden de mantenimiento correspondiente y enviará al técnico a inspeccionar o reparar el equipo. Una vez realizada la inspección o reparación, el técnico entregará el formato de inspección con la información recopilada. Posteriormente, el Jefe de Servicio vaciará la información en el sistema, completando la orden (notificación, liquidación y cierre) y almacenará dicha información en el historial de mantenimiento.

En los casos donde el mantenimiento no se realiza por solicitud del cliente o la sucursal, sino por mantenimiento preventivo, rutinario, etc, el aviso deberá ser generado por el Jefe de Servicio.

Es importante aclarar, que los ingenieros del área de mantenimiento tienen acceso total al módulo PM de SAP.

9.2.1. Aviso de Mantenimiento

Los avisos de mantenimiento son documentos utilizados para:

- ❖ Reportar las averías detectadas en los equipos
- ❖ Solicitar al personal de mantenimiento trabajos de reparación o mejoras sobre objetos técnicos
- ❖ Registrar las actividades que ya han sido reportadas (para llevar la documentación técnica).

Los avisos pueden ser: Solicitud de Mantenimiento, Avisos de Averías o Avisos de Actividad. Para crear una solicitud de mantenimiento, los pasos a seguir son:

- ❖ Vía Menú seleccione: Logística → Mantenimiento → Gestión de Mantenimiento → Avisos → Crear Especial → Solicitud MT (También puede acceder utilizando la vía transacción IW26).
- ❖ Ingrese los datos de los siguientes campos:
 - Aviso: es el título de la solicitud. Debe indicar la acción a realizar, por ejemplo: Instalación de Lámpara.

- Autor del Aviso: es el nombre del responsable en realizar el aviso. Se coloca la inicial del nombre y el primer apellido.
- Prioridad: indica la prioridad del aviso:
 - ✓ 1 Urgente
 - ✓ 2 Normal
- Fechas Extremas: son las fechas deseadas de inicio y fin.
- Seleccione el equipo o ubicación técnica oprimiendo el botón .
- Descripción: es la descripción detallada del aviso.
- Grupo planif. PM: es el código del grupo de planificación.
- Pto. tbjo. resp.: es el código del puesto de trabajo del responsable del aviso.
- ❖ Oprima el botón  para guardar la información.

9.2.2. Orden de Mantenimiento

En el componente de la aplicación PM, se utiliza una orden de mantenimiento para:

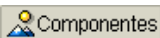
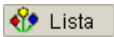
- ❖ Planificar y controlar la ejecución de las operaciones de mantenimiento
- ❖ Supervisar la ejecución de las actividades de mantenimiento
- ❖ Introducir y liquidar los costes producidos por las actividades de mantenimiento

Existen varias formas de generar una orden de mantenimiento, éstas son:

- ❖ Creación de una Orden PM para un Aviso PM (se crea una orden para un aviso de mantenimiento con el fin de planificar las medidas de mantenimiento solicitadas).
- ❖ Creación de una Orden PM desde un Aviso PM (se crea la orden directamente desde el aviso de mantenimiento).
- ❖ Creación de una Orden PM sin creación previa de un Aviso PM (se crea una orden directamente como orden independiente sin crear previamente el aviso de mantenimiento).
- ❖ Creación conjunta de una Orden PM y un Aviso PM (la orden y el aviso se crean conjuntamente).
- ❖ Creación de una Orden PM con un Centro de Planificación PM distinto (se crea la orden automáticamente desde un plan de mantenimiento).
- ❖ Creación de una Orden de Calibración (se crea una orden de calibración).

En Productos EFE, las órdenes de mantenimiento se generan para un Aviso PM, es decir, para cada aviso existe su correspondiente orden de mantenimiento. No puede existir una orden si no existe su correspondiente aviso. Para este caso, los pasos que deben realizarse para la creación de la orden son:

- ❖ Vía Menú seleccione: Logística → Mantenimiento → Gestión Mantenim. → Avisos → Modificar. (También puede acceder vía transacción IW22). Se abrirá la pantalla “Modificar aviso-MT: Acceso”
- ❖ Introduzca el número del aviso al que desea crear la orden de servicio. Se abrirá la pantalla “Modificar aviso-MT: Aviso de Avería”.

- ❖ Oprima el botón  que se encuentra al lado del campo correspondiente a la orden. Aparecerá un recuadro titulado “Abrir Orden”
- ❖ Introduzca el código del Puesto de Trabajo del responsable de elaborar la orden.
- ❖ Presione el botón  .
- ❖ En la nueva pantalla, introduzca los datos de los siguientes campos:
 - Orden: es la descripción de la orden
 - Cl activ. PM: es el código de la clase de actividad PM
 - Inic. extr: es la fecha de inicio
 - Fin. extr: es la fecha de fin
 - Txt. oper.: es el texto de la operación
 - Psto. Tbjo.: es el código del puesto de trabajo ejecutante de la operación.
 - Trabajo: son las hora / hombre.
 - Cantidad: es el número de personas requeridas.
- ❖ Oprima el botón 
- ❖ En la nueva pantalla, presione el botón 
- ❖ En el campo “Denomin”, despliegue la búsqueda de material.
- ❖ Presione el botón  y verifique el material.
- ❖ Oprima el botón  y verifique los costos.
- ❖ Pulse el botón  para visualizar la Norma de Liquidación.

- ❖ Presione el botón 
- ❖ En la nueva pantalla, presione el botón , para detallar los costos.
- ❖ Oprima el botón  para liberar la orden y posteriormente pulse el botón  para guardar la información.

Luego de crear una orden de servicio, se debe crear la notificación de orden para poder registrar la duración y descripción de las labores, aparte de hacer seguimiento y llevar control de costo de los trabajos realizados a los objetos técnicos. Estas notificaciones pueden ser: individuales o colectivas.

Para crear una notificación de orden individual, los pasos a seguir son:

- ❖ Vía Menú seleccione: Logística → Mantenimiento → Gestión Mantenim. → Notificación → Entrada Individual → Registrar. (También puede tener acceso mediante la vía transacción IW41).
- ❖ Ingrese el número de la orden que desea notificar y presione el botón 
- ❖ Introduzca los datos correspondientes a los siguientes campos:
 - Trabajo real: es el número de horas/hombre empleadas.
 - Notificación fi: habilita la notificación final
 - Eliminar reserv: habilita la eliminación de reserva.
 - Inicio trabajo: indica la fecha y hora en la que se inició el trabajo.
 - Fin trabajo: indica la fecha y hora en la que se culminó el trabajo.
 - Texto notificac: es la descripción del trabajo realizado.

- Clase Actividad: es el código que identifica la clase de actividad.
- N° personal: es el número de identificación del personal que realizó el trabajo.
- ❖ Pulse el botón  para guardar la información.

Para crear una notificación de orden colectiva, el procedimiento a seguir es:

- ❖ Vía Menú seleccione: Logística → Mantenimiento → Gestión Mantenim.
→ Notificación → Entrada Colectiva → Directo. (También puede tener acceso mediante la vía transacción IW44).
- ❖ Introduzca los datos en los siguientes campos:
 - Orden: es el número que identifica la orden.
 - Op.: es el número que identifica la operación.
 - Trabajo real: es el número de horas/hombre empleadas.
 - CIAct.: es el código que identifica la clase de actividad.
 - N° pers.: es el número que identifica al personal que realizó el trabajo.
- ❖ Oprima el botón  para aceptar los datos.
- ❖ Al finalizar de introducir las órdenes a notificar pulse el botón , para guardar la información.

Después de crear la notificación de orden, es necesario Liquidar la Orden, para de esta manera, cargar los costos asociados a las operaciones ejecutadas de las

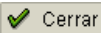
órdenes a los centros de costo a los cuales pertenecen los objetos técnicos. Para liquidar una orden individual, se debe:

- ❖ Vía Menú seleccione: Logística → Mantenimiento → Gestión Mantenim.
→ Entorno → Liquidación de Orden.
- ❖ Introduzca el centro de coste y oprima el botón  .
- ❖ Ingrese el número de orden y demás campos y seleccione Liquidación → Ejecutar.

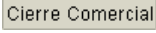
Para liquidar colectivamente las órdenes, los pasos a seguir son:

- ❖ Vía Menú seleccione: Logística → Mantenimiento → Gestión Mantenim.
→ Entorno → Liquidación de Orden → Colect.
- ❖ Ingrese el centro de coste y oprima el botón  .
- ❖ Introduzca la variante de selección requerida y realice todas las entradas necesarias
- ❖ Introduzca el nombre del grupo de órdenes que desea liquidar junto con las entradas necesarias y pulse el botón  .
- ❖ Seleccione Liquidación → Ejecutar.

Para concluir las órdenes de mantenimiento, éstas deben ser cerradas técnicamente y comercialmente. Las órdenes se cierran técnicamente debido a que permite concluir la ejecución de trabajos, carga de materiales y nuevas operaciones. El cierre técnico de una orden consiste en:

- ❖ Vía Menú seleccione: Logística → Mantenimiento → Gestión Mantenim. → Órdenes → Modificar. (Puede acceder utilizando la vía transacción IW32).
- ❖ Oprima el botón . Aparecerá un recuadro titulado “Concluir”.
- ❖ Marque el campo “Concluir Mensajes” para cerrar el aviso.
- ❖ Presione el botón  para cerrar la orden.

El cierre comercial de una orden, se lleva a cabo para concluir finalmente todo el ciclo de operaciones (Gestión de Materiales, Gestión de Servicios e Imputación de Facturas) en las órdenes. Para cerrar comercialmente una orden, los pasos a seguir son:

- ❖ Vía Menú seleccione: Logística → Mantenimiento → Gestión Mantenim. → Órdenes Modificar.
- ❖ Oprimir el botón  y la orden será cerrada.

9.2.3. Historial de Mantenimiento

El historial de mantenimiento es un documento que permite almacenar los datos PM importantes a largo plazo; además, pone estos datos a disposición de la evaluación en cualquier momento. El historial de una orden se genera mediante una de estas dos formas:

- ❖ De forma automática, mediante un programa de archivo. Este programa transfiere todas las órdenes PM con un indicador de borrado al historial de la orden.

- ❖ De forma manual, introduciendo directamente una orden del pasado

Para crear un historial de una orden manualmente, los pasos a seguir son:

- ❖ Vía Menú seleccione: Logística → Mantenimiento → Gestión Mantenim. → Historial → Órdenes con historial → Crear.
- ❖ Efectúe todas las entradas obligatorias y requeridas en ésta y la siguiente pantalla de la orden. Las entradas más importantes son las referentes a las actividades realizadas, los materiales utilizados y el coste. Las funciones HELP del sistema le ayudarán a la hora de introducir los datos.
- ❖ Presione el botón  para grabar la orden PM histórica.

CONCLUSIONES

- ❖ El porcentaje que califica la capacidad de gestión de mantenimiento obtenido por la empresa es de 57,6 %, valor que se encuentra por debajo de lo esperado por la misma.
- ❖ Las áreas débiles o deficientes dentro de la Gestión de Mantenimiento, se reflejan en el resultado aportado por la Norma COVENIN 2500 - 93, estas son: Planificación de Mantenimiento, Mantenimiento Rutinario, Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Preventivo.
- ❖ Las áreas medias dentro de la Gestión de Mantenimiento, según el resultado de la Norma COVENIN 2500 - 93, son: Mantenimiento Programado, Mantenimiento Circunstancial, Mantenimiento por Avería y Personal de Mantenimiento.
- ❖ De la Norma COVENIN 2500 – 93, las áreas fuertes son: Organización de la Empresa, Organización de Mantenimiento, Apoyo Logístico y Recursos.
- ❖ Dentro de los deméritos en los que incurre la empresa, destacan la duplicidad de funciones, carencia de documentación técnica y falta de personal capacitado, así como personal de refrigeración. Estos aspectos son las principales fuentes a atacar para mejorar la capacidad de gestión de mantenimiento de la empresa.

- ❖ Al realizar el análisis de criticidad sobre los equipos que conformaban las cavas de refrigeración, se pudo constatar que el compresor, es el elemento más crítico. Esto puede deberse a que algunas cavas fueron diseñadas y fabricadas para que los compresores siempre estuvieran en funcionamiento, para mantener la temperatura óptima.
- ❖ La falta de registro de la información técnica correspondiente a la data, pudo haber modificado los valores reales de los parámetros de Weibull y Gumbel, por lo que los parámetros de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, pueden no ser 100% fiables.
- ❖ Con la implementación del nuevo Plan de Mantenimiento, se podrán prever futuras fallas que pudiesen generar pérdidas económicas para la empresa (interrupción de la producción, pérdida de productos, etc).
- ❖ La utilización de los nuevos formatos de inspección, podrá facilitar la recopilación de la data referente a las fallas de los equipos integrantes de las cavas, así como de las acciones tomadas para su mantenimiento.
- ❖ Productos EFE, con la implementación de equipos de recuperación de refrigerante, está evitando generar daños a la capa de ozono y de esta forma cumplir con el Protocolo de Montreal.
- ❖ El proceso y los formatos de control de fallas, ayudarán a Productos EFE, a llevar el seguimiento de sus compresores, incluyendo el cumplimiento de la garantía por parte de la empresa contratista encargada de la reconstrucción de los compresores semi-herméticos.

- ❖ Los factores que están estrechamente relacionados con las medidas de mantenimiento, son: Respuesta de aprovisionamiento o probabilidad de tener un repuesto disponible cuando se necesite, tiempos de demora en la entrega de ciertos elementos, etc., Disponibilidad y uso de las instalaciones de mantenimiento, Tiempos de transporte entre las instalaciones donde se realiza el mantenimiento, Eficacia de la organización y personal de mantenimiento.
- ❖ Los trabajadores no estaban dotados con el equipo de protección personal acorde a las tareas de mantenimiento.
- ❖ El sistema informático SAP proporciona la oportunidad de sustituir un gran número de sistemas independientes, lo que permite la uniformidad de la empresa. Además, es un sistema integrado, es decir, una vez que la información es almacenada, esta disponible a través de todo el sistema, facilitando el proceso de transacciones y el manejo de información.

RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar periódicamente la Evaluación de la Norma COVENIN 2500 - 93, a fin de verificar el mejoramiento de la capacidad de gestión de la empresa, así como determinar aquellos aspectos que continúan deficientes. La periodicidad podría ser anual, para de esta manera hacer el seguimiento de todas las áreas y verificar que los cambios en las políticas de trabajo son efectivos.
- ❖ La empresa deberá mejorar las políticas de trabajo, sobre todo en aquellas áreas de la Gestión de Mantenimiento en las que su puntaje no estaba dentro de lo esperado. De igual manera, las áreas cuyo puntaje sea alto (áreas fuertes) deben incentivarse para que continúen trabajando bajo las mismas políticas, en busca de mejores resultados.
- ❖ Capacitar continuamente al personal técnico sobre la importancia de llevar el registro de vida de todos los equipos a ser mantenidos, a fin de optimizar el mantenimiento.
- ❖ Aumentar el número de técnicos de refrigeración.
- ❖ Evaluar las dimensiones de las cavas, con el fin de disminuir el tamaño de aquellas cuyos compresores estén en continuo funcionamiento, para poder mantener la temperatura óptima de la misma.

- ❖ Registrar los datos de cada uno de los equipos pertenecientes a la empresa, de forma tal que se pueda llevar el control sobre la ubicación del equipo, las fallas presentadas, reparaciones realizadas, técnicos encargados de la reparación, etc.
- ❖ Para seguir con el cumplimiento del Protocolo de Montreal, es necesario que a futuro el refrigerante utilizado (FX10) sea sustituido, progresivamente, por refrigerantes ecológicos (HFC). Un refrigerante ecológico sustituto podría ser el refrigerante AZ 50 o el R-404 A.
- ❖ La empresa debe suministrar a su personal técnico las herramientas necesarias para llevar a cabo las tareas de mantenimiento, así como el equipo de seguridad requerido, para evitar posibles accidentes.
- ❖ Es importante mantener actualizado el inventario de repuestos, para evitar pérdidas de tiempo a la hora de llevar a cabo el mantenimiento de los equipos.
- ❖ En un semestre, evaluar si se ha disminuido el número de fallas presentadas por los equipos, con el fin de establecer la efectividad del plan de mantenimiento propuesto.

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ **COVENIN 0039 - 97.** “Calzado de Seguridad. Requisitos” Fondonorma.
- ❖ **COVENIN 1706 - 99.** “Colores para cilindros que contienen gases”. Fondonorma.
- ❖ **COVENIN 1927 - 82.** “Guantes de Cuero para Uso Industrial”. Fondonorma.
- ❖ **COVENIN 2500 - 93.** “Manual para la Evaluación de los Sistemas en la Industria”. Fondonorma.
- ❖ **DOSSAT, R.** 1985. “Principios de Refrigeración”. México, Editorial Continental, S.A.
- ❖ **DUFFUAA, S.** 2000. “Sistemas de Mantenimiento. Planeación y Control”. México, Editorial Limusa Wiley.
- ❖ **ELONKA, S.** 1983. “Operación de Plantas Industriales”. México, Editorial McGraw Hill, 3^{era}. Edición.

- ❖ **GATICA, R.** 2000. “Mantenimiento Industrial”. México, Editorial Trillas, S.A.
- ❖ **HEIZER, J & RENDER, B.** 1997. “Dirección de la producción. Decisiones tácticas”. Madrid, Editorial Prentice Hall. 4ª Ed.
- ❖ **HERNÁNDEZ, J.A.** 1999. “Así es SAP R/3”. México, Editorial McGraw-Hill.
- ❖ **KNEZEVIC, J.** 1993. “Reliability, Maintainability and Supportability Engineering- A Probabilistic Approach”. Londres, Editorial McGraw-Hill.
- ❖ **KNEZEVIC, J.** 1996. “Mantenibilidad”. Madrid, Editorial Isdefe.
- ❖ **MARSH, W. & OLIVO T.** 1976. “Principios de Refrigeración”. México, Editorial Diana.
- ❖ **MOSQUERA, G. & RIVERO J.** 1995. “Disponibilidad y Confiabilidad de Sistemas Industriales”. Barcelona, Venezuela, Ediciones Universitarias UGMA.
- ❖ **SHARPE, S.** 1998. “Guía en 10 minutos SAP R/3 para usuarios”. México, Editorial Prentice Hall.
- ❖ **<http://info.pue.udlap.mx/~sapudla/r3/modulos/description.html>**
- ❖ **<http://www.aqc.com.ve>**

- ❖ <http://www.attr.com>
- ❖ http://www.copeland-corp.com/americas/sp_tips.htm
- ❖ <http://www.empresas-polar.ve>
- ❖ <http://www.fondoin.com.ve>
- ❖ http://www.mtas.es/insht/information/Ind_temntp.htm
- ❖ <http://www.refrigerantes.com.mx/services.htm>

GLOSARIO

Aditamento:	Añadidura.
Asfixia:	Suspensión, dificultad en la respiración. Sensación de agobio producida por el excesivo calor, el enrarecimiento del ambiente o por otras causas físicas.
Aviso de Mantenimiento:	Herramienta empleada para informar al departamento de mantenimiento acerca de un suceso en particular. En él se describe la condición del equipo, se hace la solicitud del servicio de mantenimiento.
Calentamiento global de la Atmósfera:	El calentamiento global de la atmósfera y el cambio climático son producidos por la emisión de gases de efecto invernadero que atrapan el calor que sale de la Tierra, haciendo que la temperatura de la atmósfera aumente. Los gases de efecto invernadero incluyen: dióxido de carbono, metano, CFC, HCFC y halones. El potencial de calentamiento global de la atmósfera (PCG) es la contribución de cada uno de los gases de efecto invernadero al calentamiento global de la atmósfera, relativa a la del dióxido de carbono cuyo PCG por definición tiene el valor 1. Normalmente se refiere a un intervalo de tiempo de 100 años (PCG 100).
Clorofluorocarbonos (CFC):	Familia de productos químicos que contienen cloro, flúor y carbono. Se utilizan como refrigerantes, propulsores de aerosoles, disolventes de limpieza y en la fabricación de espumas. Constituyen una de las principales causas del agotamiento del ozono.
Color Básico	Color de identificación pintado sobre el cilindro, que depende de la naturaleza del gas o líquido a presión contenido en el mismo

Convenio de Viena:	Acuerdo internacional alcanzado en 1985 para proveer el marco de trabajo para las actividades globales con el fin de proteger la capa de ozono estratosférica. Este convenio se implementa a través del Protocolo de Montreal.
DIN:	Distribuidores Independientes. Son las sucursales en las que se encuentran las cavas de refrigeración de Productos EFE. Distribuyen helados a los carritos
Enmienda de Montreal:	Se refiere a la enmienda acordada por la Novena RP en Montreal, por medio de la cual, entre otras cosas, se introdujo el requisito de establecer sistemas de licencia de importación y exportación. En la misma reunión, se aceleraron los calendarios de eliminación para el bromuro de metilo.
Fundación Fondo Venezolano de Reconversión Industrial y Tecnológica (FONDOIN):	Unidad de ozono venezolana encargada de promover y facilitar la aplicación del Protocolo de Montreal relativo al Control de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono. Es una Fundación sin fines de lucro, creada conforme al Decreto 2590, publicado en la Gaceta Oficial N° 35.073 del 20 de octubre de 1992. Está adscrita al Ministerio de la Producción y el Comercio, aunque no depende financieramente del Estado; sus atribuciones, organización y aspectos financieros están establecidos en el mismo Decreto de creación y en los Estatutos vigentes de la Fundación
Halocarbonos:	Todos los productos químicos a base de carbono que contiene uno o más elementos del grupo halógeno, comprendidos el flúor, cloro y el bromo.
Halón:	Sustancia química brominada relacionada con los CFC que se emplea para extinguir incendios y tiene un potencial de agotamiento del ozono muy alto.
Hidrobromofluorocarbono (HBFC):	Familia de sustancias químicas hidrogenadas relacionadas con los halones, pero con un potencial de agotamiento del ozono inferior.

Hidrocarburo (HC):	Compuesto químico que consta de uno o más átomos de carbono rodeados solamente por átomos de hidrógeno. Los HC se usan comúnmente para sustituir a los CFC que se emplean como propulsores de productos en aerosol y en mezclas de refrigerantes. Los hidrocarburos tienen un POTENCIAL DE AGOTAMIENTO DEL OZONO cero. Los hidrocarburos son compuestos orgánicos volátiles, y en algunas áreas su uso puede estar restringido o prohibido. Aunque se emplean como refrigerantes, la alta flamabilidad que los caracteriza normalmente limita su uso, empleándose como componentes de baja concentración en mezclas de refrigerantes.
Hidrocarburo Completamente Halogenado:	Compuesto químico que consta de uno o más átomos de carbono rodeados sólo por halógenos.
Hidroclorofluorocarbono (HCFC):	Familia de sustancias químicas hidrogenadas relacionadas con los CFC, que contienen hidrógeno así como cloro, fluor y carbono. El hidrógeno que contienen hace que su vida en la atmósfera se reduzca haciendo que, a largo plazo, los HCFC sean menos nocivos que los CFC.
Hidrofluorocarbono (HFC):	Familia de sustancias químicas hidrogenadas relacionadas con los CFC, que contienen hidrógeno, fluor y carbono, pero no cloro, y por consiguiente no agotan la capa de ozono.
Ozono:	Gas cuyas moléculas contienen tres átomos de oxígeno y cuya presencia en la estratósfera constituye la capa de ozono. El ozono es tóxico para los seres humanos, los animales y las plantas en elevadas concentraciones y actúa como un contaminante cuando es producido en las partes bajas de la atmósfera.
Órdenes de Mantenimiento:	Se emplean para estructurar y organizar las tareas de mantenimiento, controlar el progreso del trabajo y evaluar sus costos.

Protocolo de Montreal:	Protocolo de la Convención de Viena, firmado en 1987, que compromete a las Partes a adoptar medidas concretas para proteger la capa de ozono congelando, reduciendo o poniendo fin a la producción y el consumo de sustancias controladas.
Puesto de Trabajo:	Es la unidad organizacional en la cual se llevan a cabo unas o varias operaciones asociadas a órdenes de mantenimiento.
Radiaciones Ultravioleta:	Radiaciones solares con longitudes de onda entre la luz visible y los rayos X. Las UV-B (280 - 320 nm) son una de las tres bandas de las radiaciones UV, son nocivas para la vida en la superficie de la Tierra y son absorbidas en su mayor parte por la Capa de Ozono.
Reciclaje de Refrigerante:	Reducción de los contaminantes presentes en los refrigerantes usados, mediante la separación de aceite, la extracción de condensables y la utilización de dispositivos, como por ejemplo filtros secadores para reducir la humedad, la acidez y todo material presente en forma de partículas.
Recuperación de Refrigerante:	Extracción de un refrigerante, en el estado físico en que se encuentre en un sistema (vapor, líquido o mezclado con otras sustancias), para almacenarlo en un recipiente externo.
Refrigerante:	Agente de transferencia térmica, generalmente un líquido, utilizado en equipos como refrigeradores, congeladores y acondicionadores de aire.
Regeneración de Refrigerante:	Reprocesamiento de un refrigerante usado de modo que el producto obtenido cumpla con las especificaciones de un refrigerante nuevo. Se requiere un análisis químico para determinar que el refrigerante cumple con las especificaciones adecuadas. La identificación de contaminantes y el análisis requerido se deben especificar en las normas nacionales o internacionales relativas a las especificaciones para productos nuevos.

Retroadaptación de Refrigeración:	El proceso mediante el cuál se reemplaza los refrigerantes CFC, con refrigerantes que no agotan la capa de ozono, en las plantas existentes de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor. Este procedimiento normalmente requiere modificaciones, como por ejemplo cambio de lubricante, reemplazo del dispositivo de expansión o del compresor. Los refrigerantes sustitutos que se agregan directamente no requieren mayores modificaciones.
SAP (Sistem, Aplication and Products):	Compañía alemana de sistemas de información y propietaria de dos productos informáticos, SAP R/3 y mysap.com, diseñados para cubrir de forma integral todas las áreas y niveles de un negocio.
Sofocar:	Ahogar, impedir la respiración.
Sofoco:	Efecto de sofocar. Sensación de calor, muchas veces acompañada de sudor y enrojecimiento de la piel.
Soporífero:	Que mueve o inclina al sueño.
Sustancia Controlada:	Cualquier producto químico sujeto a medidas de control, como un requisito de eliminación, según lo establecido en el Protocolo de Montreal
Sustancia de Transición:	Sustancia química cuyo uso se autoriza como sustituto de sustancias que destruyen el ozono, pero solamente con carácter temporal debido al PAO o la toxicidad de la sustancia, según lo establecido en el Protocolo de Montreal.
Sustancia que agota la capa de ozono (SAO):	Toda sustancia controlada conforme al Protocolo de Montreal y sus Enmiendas. Las SAO incluyen CFC, HCFC, halones, tetracloruro de carbono, metilcloroformo, hirobromofluorocarbonos, bromoclorometano y bromuro de metilo. Las SAO tienen un potencial de agotamiento del ozono mayor que 0 y pueden agotar la capa de ozono estratosférica.

ANEXO A

Refrigerante R-408A

IDENTIFICACIÓN QUÍMICA:

Fórmula Química	CH ₃ CF ₃ /CHClF ₂ /CHF ₂ CF ₃
Peso Molecular	280,5
Nombre Químico	1.1.1-Trifluoroethane/Chlorodifluoromethane/Pentafluoroethane

ALGUNAS PROPIEDADES QUÍMICAS:

Punto de Ebullición	-43,5 C (-46,3 F)
Gravedad Específica	1,04 @ 25 C (77 F)
Presión de Vapor	151,5 psia @ 21 C (70 F)
Color	Transparente, Incoloro
Olor	Suave, débil, etéreo
% Volatilidad	100

EFFECTOS POTENCIALES A LA SALUD:

Por Inhalación: una sobre-exposición puede causar efectos inmediatos, tales como: depresión del sistema nervioso central, vértigos, confusión, falta de coordinación, somnolencia o inconsciencia. A largo plazo, los efectos pueden ser: golpe irregular del corazón con una extraña sensación en el pecho, mareo, desmayo, debilidad y en casos extremos hasta la muerte.

Por Contacto con la Piel: a corto plazo puede generar la congelación de la parte afectada. La exposición prolongada puede causar: desengrase de la piel, enrojecimiento o erupciones.

Por Contacto Visual: el contacto con el vapor o aerosol puede causar irritación en los ojos, dolor, etc.

Efectos Adicionales: susceptibilidad creciente a los efectos preexistentes de los sistemas: nervioso central y cardiovascular.

Cabe destacar que no se ha comprobado que esta sustancia sea un agente cancerígeno.

OTRAS CARACTERÍSTICAS:

- ❖ No es una sustancia inflamable en temperaturas menores de 100°C (212°F) a presión atmosférica. Sin embargo, al entrar en contacto con altas concentraciones de aire a baja presión, puede llegar a ser combustible a temperatura ambiente.
- ❖ Puede descomponerse durante el contacto con llamas, elementos de calefacción o motores de combustión, generando agentes irritantes, tóxicos y corrosivos.

ANEXO B

NORMA COVENIN 2500 – 93

1ª REVISIÓN

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), es un organismo creado en el año 1958, mediante Decreto Presidencial No. 501 y cuya misión es planificar, coordinar y llevar adelante las actividades de Normalización y Certificación de Calidad en el país, al mismo tiempo que sirve al Estado Venezolano y al Ministerio de Producción y Comercio en particular, como órgano asesor en estas materias.

En términos generales, las Normas son el resultado de un esfuerzo conjunto debidamente canalizado, que persigue como objetivos principales los siguientes:

- ❖ Ofrecer a la comunidad nacional la posibilidad de obtener el máximo rendimiento de los bienes o servicios que requiere, ya sea para su uso personal o para el bienestar colectivo.
- ❖ Asegurar la calidad del producto que se fabrica o de los servicios a prestar.
- ❖ Proporcionar beneficios tangibles a las empresas productoras.

ANEXO C

GRÁFICAS

DE WEIBULL

Ecuación de la Distribución de Weibull:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-t_0}{\eta}\right)^\beta}$$

donde: t_0 : es el parámetro de posición de Weibull y define el punto de partida u origen de la distribución

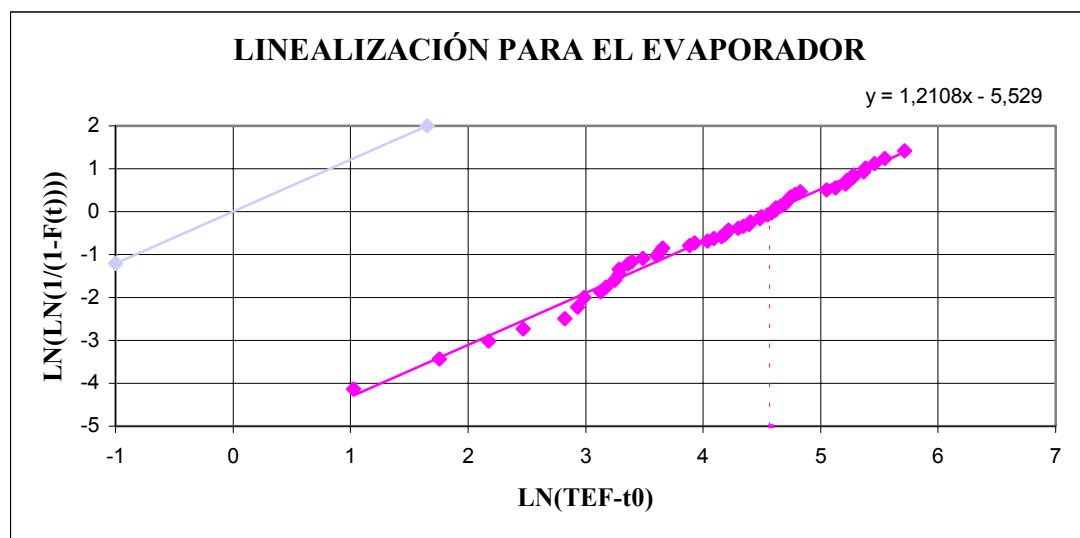
η : es el parámetro de escala del eje de los tiempos. Cuando $(t-t_0) = \eta$, la fiabilidad es del 36.8%

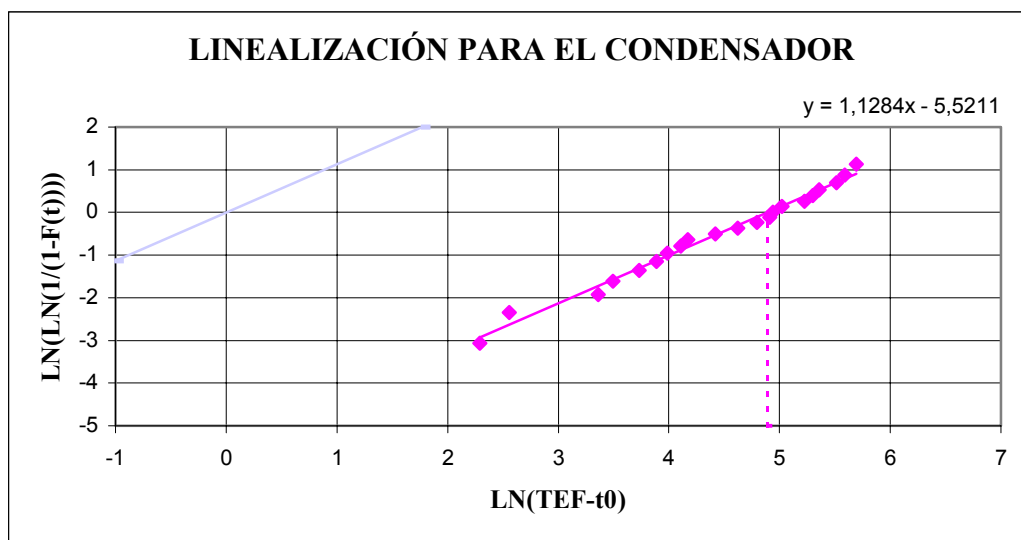
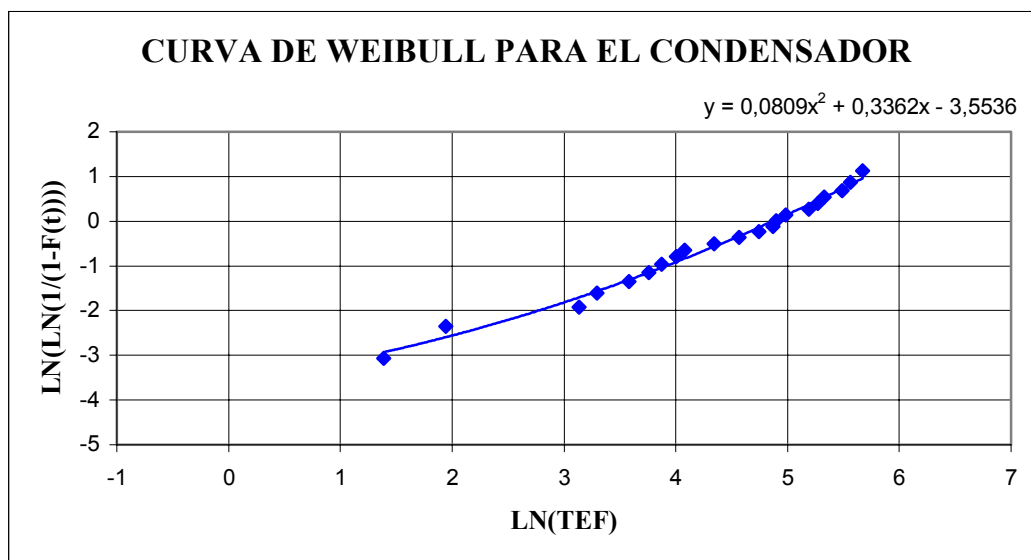
β : es el parámetro de forma de Weibull y representa la pendiente de la recta describiendo el grado de variación de la tasa de fallos

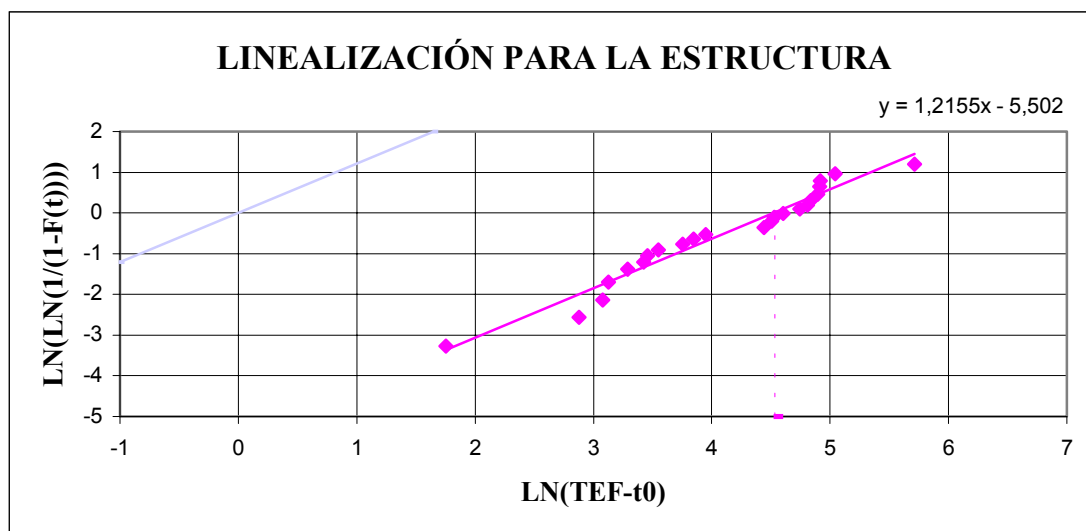
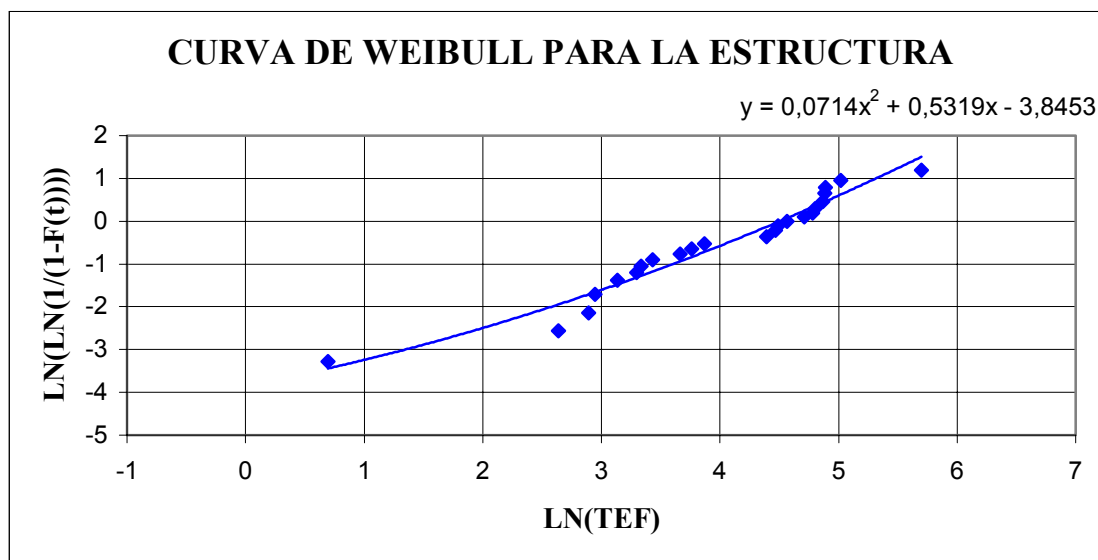
$F(t)$: Es la in fiabilidad o Función acumulativa de fallos

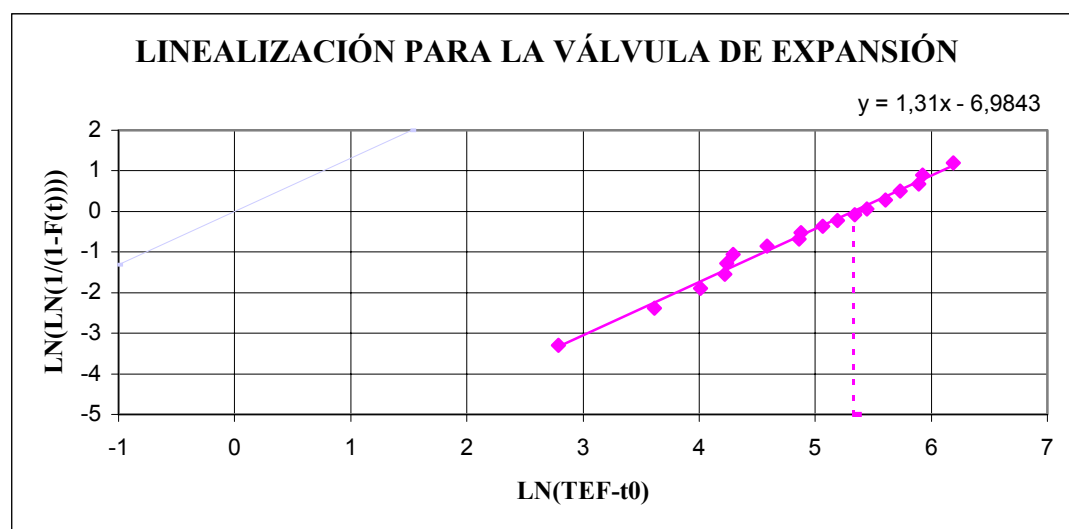
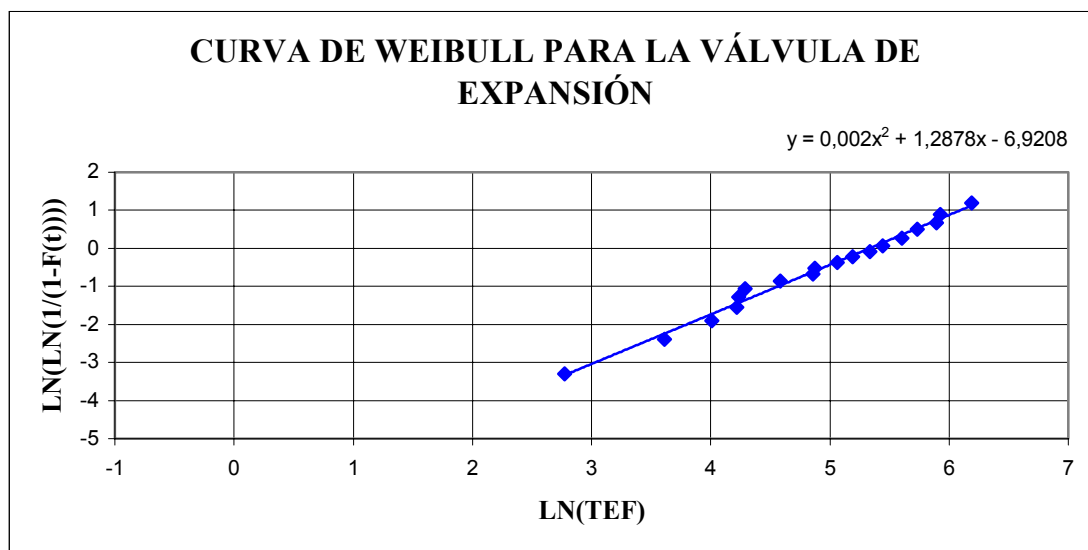
Los parámetros η y β se obtienen al graficar $\ln(\ln(1/(1-F(t))))$ vs. $\ln(t-t_0)$; mientras que el parámetro de posición viene dado por la ecuación:

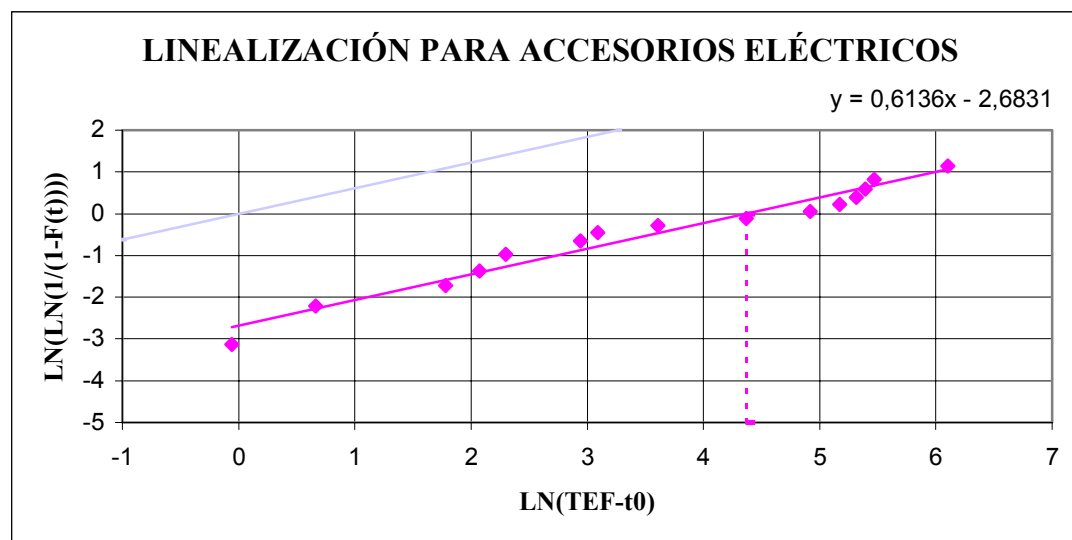
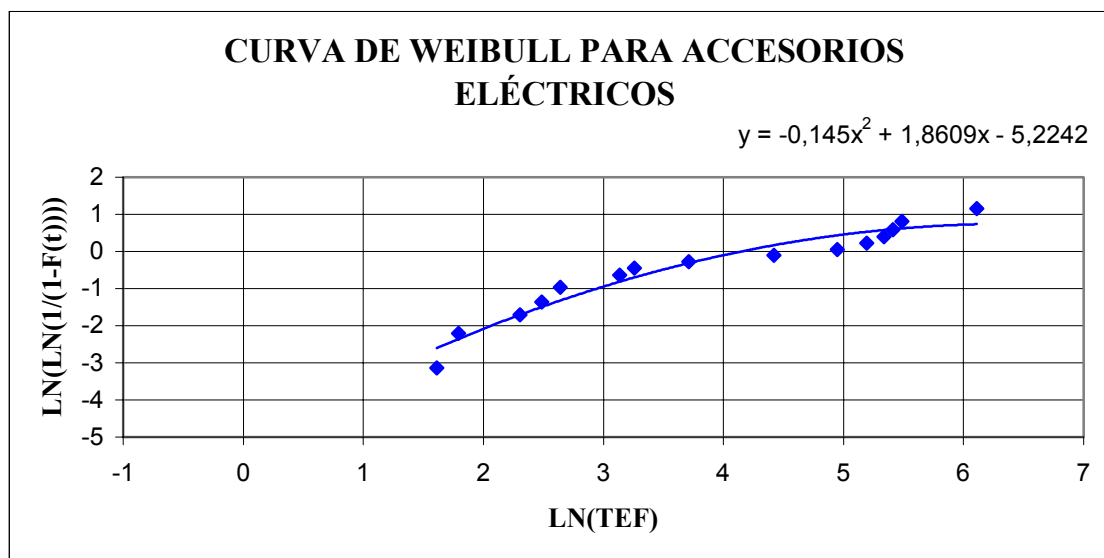
$$t_0 = \frac{t_3 \cdot t_1 - t_2^2}{t_1 - 2 \cdot t_3 + t_3}$$











ANEXO D

LEY DE WEIBULL

$$R(t) = 1 - F(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{\eta} \right)^\beta \right] \quad MTBF = \eta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

$$\sigma^2 = \eta^2 \left[\Gamma \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) - \Gamma^2 \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \right]$$

β	$\Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$	$\frac{\sigma}{\eta}$	β	$\Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$	$\frac{\sigma}{\eta}$
0	∞	∞	2,0	0,8862	0,463
0,1	10 !	$\sqrt{20 ! - (10 !)^2}$	2,1	0,8857	0,440
0,2	120	1901,000	2,2	0,8856	0,420
0,2	9,2605	47,000	2,3	0,859	0,410
0,4	3,3234	10,430	2,4	0,8865	0,390
0,5	2,0000	4,472	2,5	0,8873	0,380

β	$\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)$	$\frac{\sigma}{\eta}$	β	$\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)$	$\frac{\sigma}{\eta}$
0,6	1,5046	2,645	2,6	0,8882	0,370
0,7	1,2658	1,851	2,7	0,8893	0,360
0,8	1,1330	1,428	2,8	0,8905	0,340
0,9	1,0522	1,171	2,9	0,8917	0,330
1,0	1,0000	1,000	3,0	0,8938	0,320
1,1	0,9649	0,878	3,1	0,8943	0,315
1,2	0,9407	0,785	3,2	0,8957	0,310
1,3	0,9235	0,716	3,3	0,8970	0,300
1,4	0,9114	0,659	3,4	0,8984	0,290
1,5	0,9028	0,613	3,5	0,8998	0,280
1,6	0,8966	0,594	3,6	0,9011	0,270
1,7	0,8922	0,530	3,8	0,9038	0,260
1,8	0,8893	0,512	4,0	0,9064	0,250
1,9	0,8874	0,486			

ANEXO E

GRÁFICAS

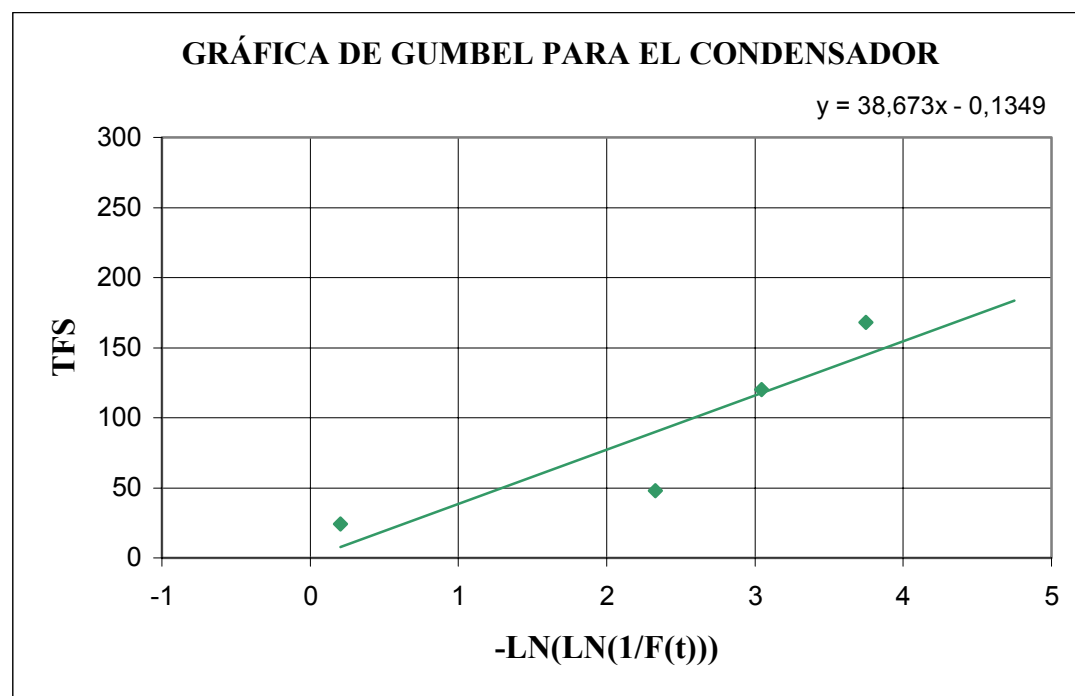
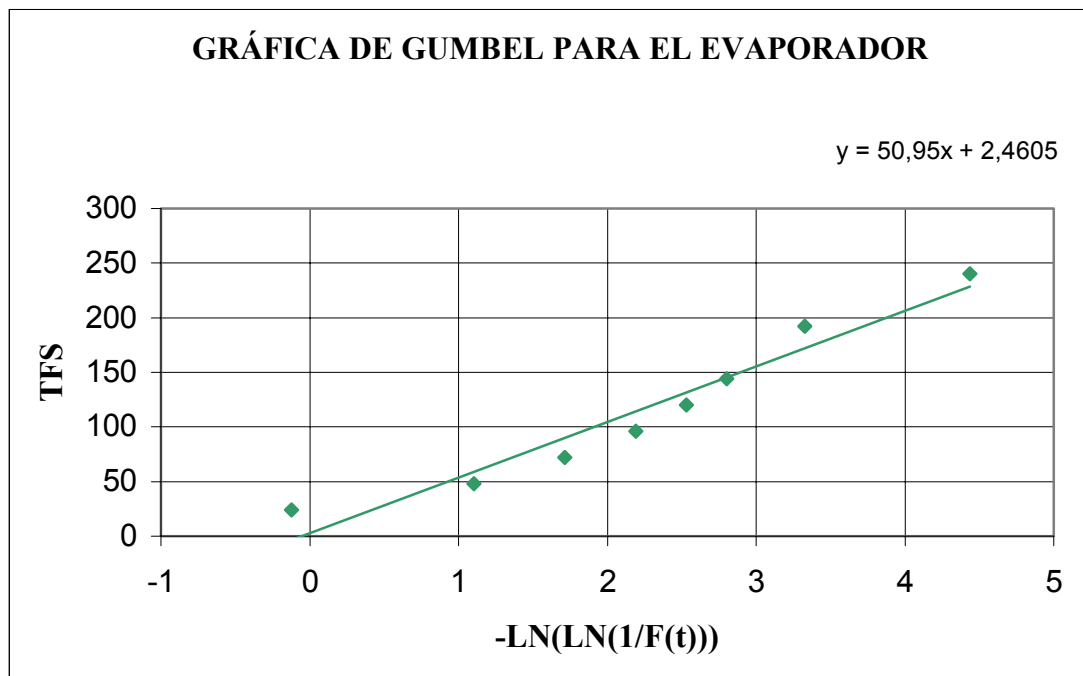
DE GUMBEL

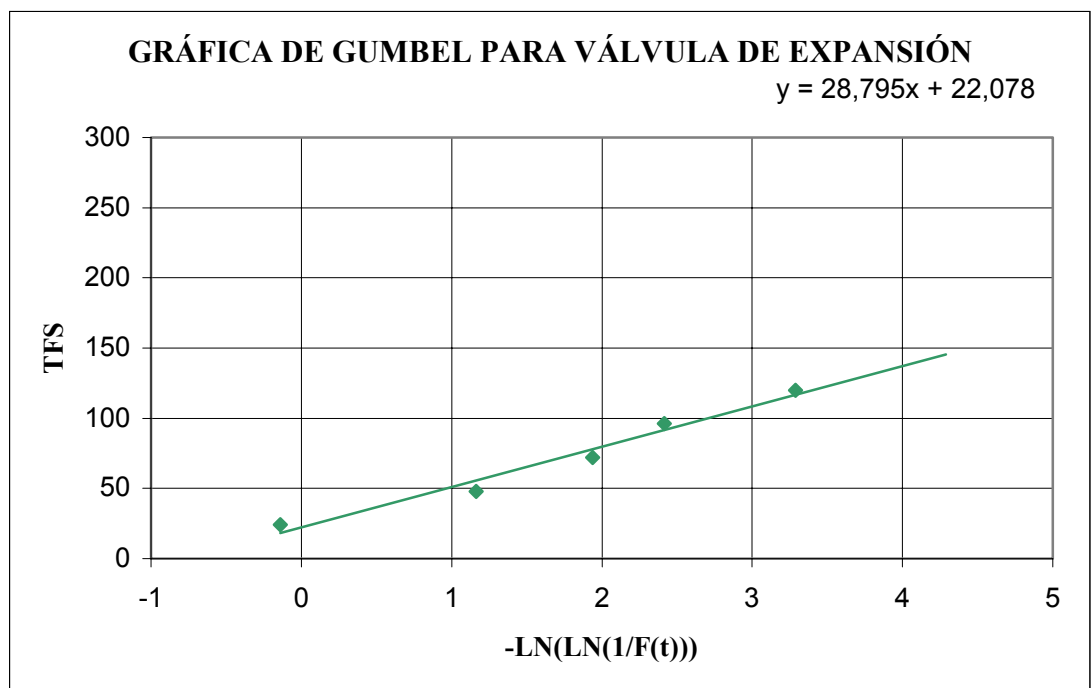
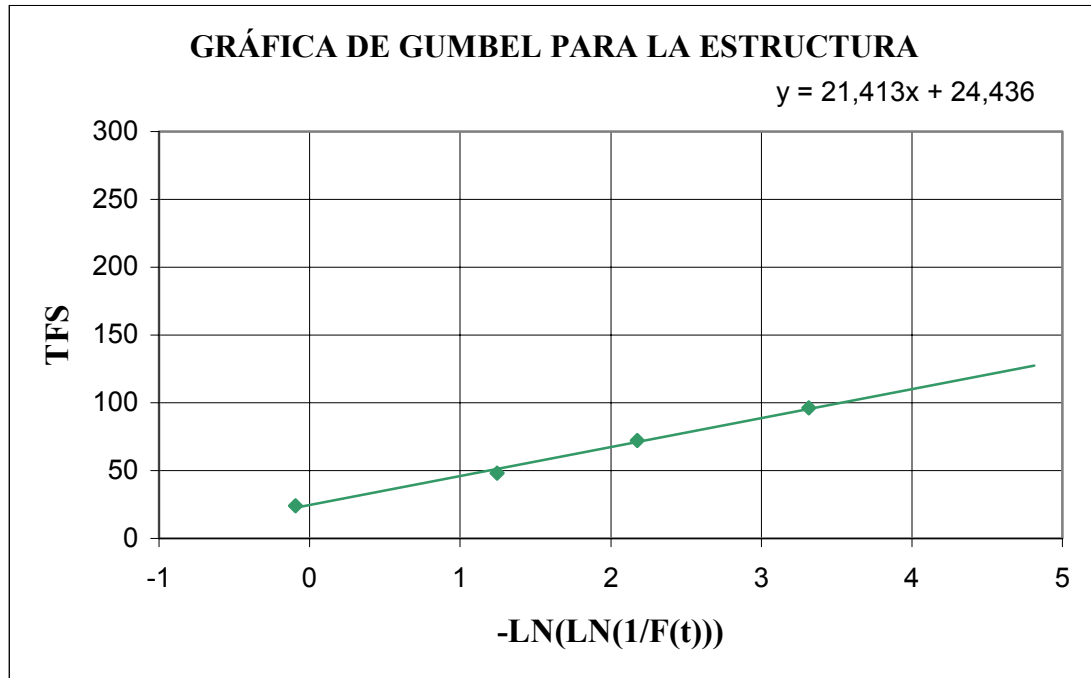
La ecuación que modela la Distribución de Gumbel es:

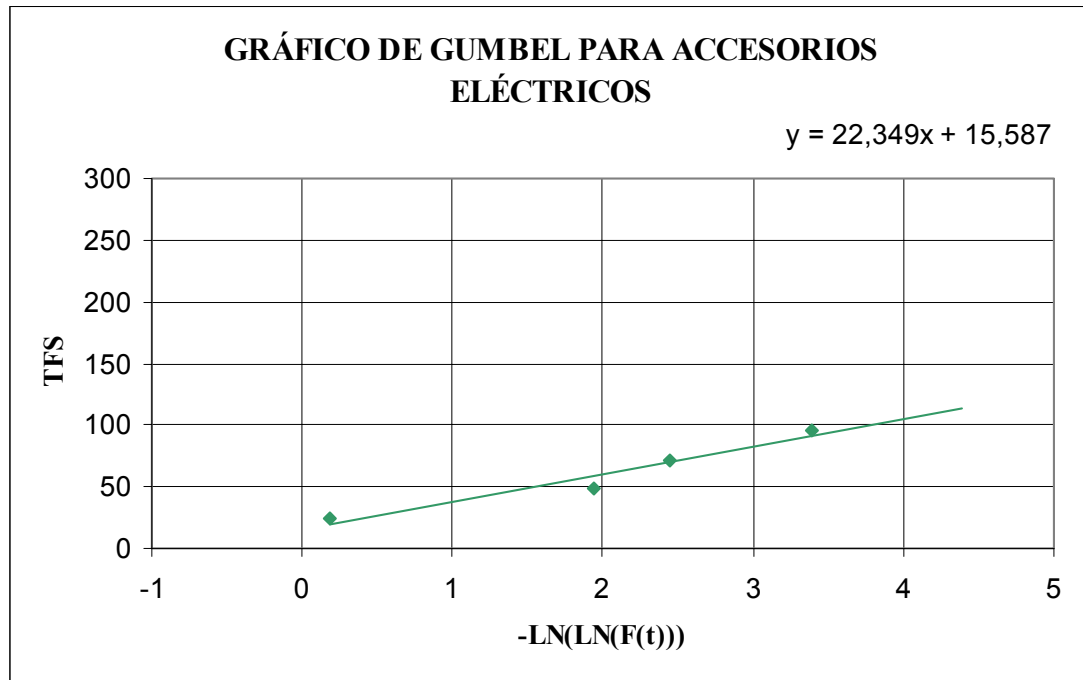
$$M(t) = e^{-e^{-a \cdot (t-\mu)}}$$

donde: μ es el parámetro de dispersión
 a es el parámetro de posición

Ambos parámetros se determinan al graficar “t” vs. “ $-\ln(\ln(1/F(t)))$ ”, donde el tiempo “t” es el Tiempo Fuera de Servicio del equipo.







ANEXO F

PRESUPUESTO INGARSICA



Caracas, 02 de Mayo de 2004.

Señores:
PRODUCTOS EFE
ATN.: SR. SIMÓN MORAO
 Presente.

REF.: PRESUPUESTO N° I/PGR-004-2004

Por medio de la presente me dirijo a ustedes con la finalidad de enviarles el presupuesto por dos Afiliaciones al Programa Gerencia de Refrigerantes (Kit de Recuperación).

CANT	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO (Bs.)	PRECIO TOTAL (Bs.)
1	KIT DE RECUPERACIÓN DE REFRIGERANTES	700.000,00	700.000,00
		SUB-TOTAL (Bs.)	700.000,00
		IVA (16%)	112.000,00
		TOTAL (Bs.)	812.000,00

Este monto debe ser con un Cheque a nombre de INGARSICA ó depositarlo en la Cuenta Corriente del Banco Provincial N° 0108-0333-0100036704 a nombre de: INGARSICA o entrega del Cheque contra factura. (CONTADO)

El Kit de Recuperación consta de los siguientes equipos:

- ♦ 1 Máquina de Recuperación de Refrigerantes.
 - Compresor ½ Hp., sin aceite, que recupera R-12, R-22, R-134^a, R-500, R-502.
- ♦ 1 Cilindro de 13,6 Kg.
- ♦ 1 Detector de Fuga electrónico.
- ♦ 1 Juego de Manómetros con sus mangueras.
- ♦ 1 Visor de Líquido
- ♦ 2 Filtros Secadores
- ♦ 1 Termómetro
- ♦ 1 Pinchador

Sin más nada a que hacer referencia y esperando que nuestra oferta sea de su agrado, se despide de ustedes.

Atentamente,

Ivg. Ivis Marquina
Jefe de Control de Calidad

OFICINA: Av. Libertador, Centro Comercial Libertador, Nivel P-1. Local N° 9
 Telf.: (0212) 762 17.79 Fax.: (0212) 762.28.16